

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

протокол № 7
від «24» 06 2024 р.,

Голова вченої ради

 Віталій ГУЛЯЄВ
«24» 06 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

**«СПЕЦІАЛЬНІ ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ
ТА МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ»**

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 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти, затвердженої вченою радою ДДТУ (протокол № 6 від 30.05.2024р.)

РОЗРОБНИК РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ:

Олександр ДЕРЕЦЬ, канд.техн.наук, доцент.

ГАРАНТ ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

 Олександр ДЕРЕЦЬ

Робоча програма навчальної дисципліни ухвалена на засіданні кафедри електротехніки та електромеханіки

« 05 » 06 2024 року, протокол № 9.

Завідувач кафедри ЕТЕМ  Віктор НІЗІМОВ

Ухвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних технологій та енергетики

« 13 » 06 2024 року, протокол № 6

Голова НМК факультету комп'ютерних технологій та енергетики

 Роман КЛІМОВ

Ухвалено науково-методичною радою Дніпровського державного технічного університету

« 20 » 06 2024 року, 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 – 4	Галузь знань: 14 Електрична інженерія Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка Назва освітньої програми: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітній ступінь: магістр	Нормативна дисципліна	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
Тижневих годин для очної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5		1 – й	1 – й
		Лекції (годин)	
		16	4
		Практичні (годин)	
		32	8
		Лабораторні	
		Самостійна робота (годин)	
		72	108
		Індивідуальні завдання:	
-		-	
Вид контролю:			
іспит		іспит	

Примітки.

Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної роботи :

для очної форми навчання – 1 : 1,5

для заочної форми навчання – 1 : 9

2. Мета та завдання навчальної дисципліни.

Перелік компетентностей та програмних результатів навчання

Мета - засвоєння здобувачами освіти спеціальних питань математичного моделювання в ході вивчення особливостей динаміки електромеханічних систем позиційних приводів; нелінійних, розривних систем керування; особливостей опису та моделювання перехідних процесів електромеханічних систем векторного полеорієнтованого керування; досконале оволодіння теорією та технікою моделювання, сучасними інструментальними (програмними) засобами математичного моделювання; здобуття навичок самостійного складання математичних моделей електромеханічних систем та дослідження їх динаміки, аналізу та критичного оцінювання результатів; набуття досвіду експериментальних досліджень динамічних режимів електромеханічних систем.

Завдання дисципліни визначаються вимогами освітньо – професійної програми підготовки магістрів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки і включають придбання таких загальних (ЗК) та фахових (ФК) *компетентностей*:

ЗК 9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК 1. Здатність застосовувати методи створення та аналізу моделей, що дозволяють прогнозувати властивості і поведінку об'єктів професійної діяльності.

ФК 2. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК 3. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Вивчення дисципліни передбачає *програмні результати навчання* (ПРН), що полягають у здатності:

ПРН 7. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН 8. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН 9. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Тема 1. Спеціальні питання моделювання нелінійних електромеханічних систем [1, 5, 9].

Сутність математичного моделювання. Основні нелінійності електромеханічних систем. Основні нелінійності систем керування. Нелінійність типу "обмеження". Неаналітичні й аналітичні нелінійності. Моделювання систем підпорядкованого регулювання. Моделювання пропорційно-інтегральних регуляторів з врахуванням нелінійностей типу «насичення».

Питання на самостійне опрацювання

Модель системи підпорядкованого регулювання з урахуванням насичення інтеграторів, порівняння типових перехідних процесів лінійної та нелінійної моделей системи підпорядкованого регулювання швидкості. Спеціальні питання розв'язання систем диференціальних рівнянь на цифровій обчислювальній машині: рекомендації з вибору кроку інтегрування.

Практичні заняття - 6.1

Тема 2. Моделювання систем розривного керування електроприводами [2, 6, 9, 10].

Розривні нелінійності електромеханічних систем і їхніх систем керування. Поняття ковзного режиму та основні терміни й визначення. Математична модель електроприводу постійного струму з релейним регулятором струму. Власливості релейних систем оптимального керування електроприводами у ковзних режимах та специфіка їх дослідження. Синтез релейних систем регулювання швидкості методом N-і перемикачів.

Питання на самостійне опрацювання

Математична модель електроприводу постійного струму з релейними регуляторами струму та швидкості. Визначення граничного прискорення системи оптимального керування електроприводом. Моделювання перехідних процесів релейної системи оптимального керування електроприводом.

Практичні заняття - 6.2

Тема 3. Математичний опис та моделювання позиційних електроприводів [1, 2, 4, 11, 12].

Вимоги до позиційних електроприводів. Диференційні рівняння моделі позиційної електромеханічної системи. Моделювання регуляторів позиційного електроприводу з безперервними законами управління. Синтез пропорційного регулятора положення. Типові перехідні процеси регулювання кутового положення робочого органу електропривода у безперервній системі з внутрішніми контурами швидкості та струму. Позиційні електроприводи з релейними регуляторами швидкості та струму. Типові процеси позиціонування системи з розривними РШ та РС.

Питання на самостійне опрацювання

Математична модель релейної системи керування позиційним електроприводом. Оптимізація за швидкодією релейної системи підпорядкованого регулювання положення методом N-і перемикачів. Моделювання перехідних процесів позиційного електропривода.

Практичні заняття - 6.3

Тема 4. Спеціальні питання цифрового та аналогового моделювання [1, 3, 7].

Розробка математичної моделі об'єкта. Одержання рішень математичної моделі. Форми представлення динамічних об'єктів. Складання структурних схем моделей. Чисельні методи рішення систем диференційних рівнянь на цифровій обчислювальній машині. Типовий алгоритм і структура програми для рішення систем диференційних рівнянь. Нормування систем диференційних рівнянь. Загальна методика розв'язання завдань на аналоговій обчислювальній машині. Принципи аналогового моделювання. Одновходовий підсилювач із активним опором у колі зворотного зв'язку. Підсилювач із конденсатором у колі зворотного зв'язку. Аперіодична ланка. Попередній аналіз завдання й , способи приведення рівнянь до виду, зручного для розв'язання на аналоговій обчислювальній машині.

Питання на самостійне опрацювання

Складання структурної схеми моделі. Вибір масштабів і розрахунок передатних коефіцієнтів і початкових умов. Точність і погрішність отриманих рішень. Аналогова модель двигуна постійного струму.

Практичні заняття – 6.4

Тема 5. Математичний опис і моделювання динаміки систем оптимального керування положенням за різних варіантів їх структурної реалізації [2, 4, 12, 13].

Обчислення сигналів гнучких зворотних зв'язків у структурі релейної системи оптимального за швидкодією регулювання положення. Позиціонування систем з контуром прискорення при релейному та пропорційному регуляторах положення. Математичний опис релейної системи керування положенням робочого органа електропривода із пружним передатним пристроєм.

Питання на самостійне опрацювання

Синтез параметрів регулятора положення оптимальної за швидкодією релейної системи керування електроприводом із пружним зв'язком методом N-і перемикачів при фіксованих рівнях обмежень. Перехідні процеси системи оптимального керування положенням електропривода із пружним зв'язком.

Практичні заняття - 6.5

Тема 6. Математичне моделювання асинхронних машин у різних системах координат [1, 2, 5].

Модель у нерухомій ортогональній системі координат. Система відносних одиниць асинхронного двигуна. Розрахунок параметрів асинхронного двигуна за каталожними даними. Типові перехідні процеси прямого пуску асинхронного двигуна. Лінеаризована модель асинхронного двигуна. Модель АД в обертовій ортогональній системі координат.

Питання на самостійне опрацювання

Модель асинхронного двигуна в системі координат, орієнтованій за вектором потокозчеплення статора. Модель асинхронного двигуна в системі координат, орієнтованій за вектором потокозчеплення ротора.

Практичні заняття - 6.6

Тема 7. Математичне моделювання релейних систем векторного полеорієнтованого керування асинхронними електроприводами [2, 3, 8].

Принцип векторного полеорієнтованого керування АД. Структурна реалізація релейних систем векторного полеорієнтованого керування АД: моделі перетворювачів координат „2 в 2”; векторного аналізатора, ідентифікатора координат асинхронного двигуна; функціональні схеми релейно-векторних систем. Декомпозиція й лінеаризація математичних моделей АД.

Питання на самостійне опрацювання

Алгоритми керування релейних систем векторного полеорієнтованого управління, моделі регуляторів. Синтез систем оптимального керування асинх-

ронними електроприводами методом N-і перемикачів. Моделювання перехідних процесів релейної СВПК АД.

Практичні заняття - 6.7

Тема 8. Моделювання елементів та систем автоматизованого електропривода [1, 5, 6, 13].

Методи моделювання тиристорних перетворювачів. Моделювання ТП за середнім значенням випрямленої ЕРС. Моделювання з урахуванням односпрямованості вентильного кола. Моделювання за миттєвим значенням випрямленої ЕРС. Моделювання сил тертя ковзання та кочення.

Питання на самостійне опрацювання

Моделювання зазору в механічній передачі. Математична модель конвеєра й визначення її параметрів. Система АВК. Система ПЧ-АД на базі АІС. Система ТРН-АД.

Практичні заняття - 6.8

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин													
	очна форма							заочна форма						
	разом	у тому числі						разом	у тому числі					
		лекцій	практ.	лабор.	індив.	сам.р.	сам.п.		лекцій	практ.	лабор.	індив.	сам.р.	сам.п.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Модуль 1. Змістовий модуль 1														
Тема 1. Спеціальні питання моделювання нелінійних електро-механічних систем	15	2	4			6,5	2,5	15					15	
Тема 2. Моделювання систем розривного керування електроприводами	15	2	4			6,5	2,5	15	2	4			6,5	2,5
Тема 3. Математичний опис та моделювання позиційних електроприводів	15	2	4			6,5	2,5	15					15	
Тема 4. Спеціальні питання цифрового та аналогового моделювання	15	2	4			6,5	2,5	15					15	
Тема 5. Математичний опис і моделювання динаміки систем оптимального керування положенням за різних варіантів їх структурної реалізації	15	2	4			6,5	2,5	15					15	
Тема 6. Математичне моделювання асинхронних машин у різних системах координат	15	2	4			6,5	2,5	15					15	
Тема 7. Математичне моделювання релейних систем векторного полеорієнтованого керування асинхронними електроприводами	15	2	4			6,5	2,5	15	2	4			6,5	2,5
Тема 8. Моделювання елементів та систем автоматизованого електропривода	15	2	4			6,5	2,5	15					15	
Усього	120	16	32			52	20	120	4	8			103	5

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		очна	заоч
1	Моделювання системи підпорядкованого керування електроприводом постійного струму з урахуванням обмежень	4	
2	Моделювання системи стабілізації швидкості електропривода постійного струму з релейними регуляторами	4	4
3	Моделювання позиційного електроприводу з пропорційним регулятором положення	4	
4	Моделювання особливостей динамічних режимів позиційного електроприводу	4	
5	Дослідження спеціальних режимів позиційного електроприводу	4	
6	Дослідження динаміки нерегульованого асинхронного електропривода в різних системах координат	4	
7	Моделювання системи векторного полеорієнтованого керування асинхронним електроприводом	4	4
8	Дослідження перехідних процесів релейної СВПК, замкнутої за ідентифікованими координатами АД	4	
РАЗОМ		32	8

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин	
		очна форма навчання	заочна форма навчання
1	Проробка лекційного матеріалу (0,25 год./ 1 год. лекцій)	4	1
2	Підготовка до практичних занять (0,5 год./ 1 год. занять)	16	4
3	Самостійне вивчення питань, які не викладалися на лекційних заняттях (3-4 год./ 1 год. в лекційному викладі)	52	93
4	Виконання домашньої контрольної роботи		10
	Разом	72	108

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання освітньо-професійною програмою та навчальним планом спеціальності не передбачені.

10. Методи навчання

1. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: пояснювально-ілюстративний, проблемний, дослідницький.
2. За характером викладення навчального матеріалу: словесні та наочні.
3. За організаційним характером навчання методи: стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності, контролю та самоконтролю у навчанні.

Лекції, практичні заняття, самостійна робота з навчальною та довідковою літературою, самостійне виконання тестів, виконання контрольної роботи (для заочної форми), консультації.

11. Методи контролю

Поточний контроль реалізується у формі опитування на практичних заняттях та шляхом захисту звітів про виконання практичних робіт за індивідуальними варіантами.

Контроль самостійної роботи проводиться: з лекційного матеріалу - шляхом опитування на лекційних заняттях; з практичних занять – шляхом перевірки готовності до виконання практичного заняття.

Семестровий контроль проводиться в письмовій формі за контрольними завданнями. Здобувач вважається допущеним до підсумкової атестації з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання всіх практичних завдань, передбачених робочою програмою дисципліни. Для заочної форми навчання до умов допуску належить також виконання контрольної роботи.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1. Поточне тестування та самостійна робота (100 балів)								Підсум- ковий тест (екзамен)	
Змістовий модуль 1 (100 балів)								Су- ма	100
Лекційні заняття (теоретичний матеріал) 52 бали								100	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
6	6	8	6	6	6	8	6		
Практичні заняття (48 балів)									
Пр 1	Пр 2	Пр 3	Пр 4	Пр 5	Пр 6	Пр 7	Пр 8		
6	6	6	6	6	6	6	6		

T1, T2...T7 – теми змістових модулів;

Пр 1, Пр 2,... – теми практичних занять

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Шкала оцінювання з кожного виду роботи

Оцінювання знань та умінь здобувачів вищої освіти за окремими складовими навчальної дисципліни здійснюється за наступними критеріями.

Критерії оцінювання результатів засвоєння теоретичної частини (результатів лекційних занять). Поточне оцінювання здійснюється за результатами письмових відповідей на питання (у формі виконання «закритих» тестів з вибором одного варіанту або самостійне словесне формулювання відповідей). За темами Т3, Т7 здобувач відповідає на 4 питання, за темами Т1, Т2, Т4, Т5, Т6, Т8 здобувач відповідає на 3 питання.

За кожну вірну відповідь нараховується 2 бали, невірна відповідь оцінюється у 0 балів.

Критерії оцінювання результатів практичних занять.

У разі повного, часткового, неповного, невірного виконання завдання або у разі відсутності виконаного завдання надається кількість балів у відповідності з таблицею:

За бальною шкалою	Виконання завдань
6	Повне за обсягом розв'язання, вірні відповіді на два усних питання щодо змісту задачі.
5	Повне за обсягом розв'язання, вірна відповідь на одне з двох усних питань.
4	Повне за обсягом розв'язання (допускаються незначні неточності). Без відповідей на питання.
3	Повне за обсягом розв'язання, але з неточностями та помилками.
2	Розв'язання задач невірне і неповне, викладені лише окремі елементи розв'язання
0	Розв'язання задач відсутнє

Критерії оцінювання результатів підсумкової атестації.

Залікові бали нараховуються як сума балів за теоретичну і практичну складові за результатами поточного оцінювання. Підсумкова атестація проводиться за бажанням здобувача освіти з метою підвищення оцінки. Бали нараховуються за результатами виконання «закритого» тесту з 20 питань з теорії і практики з вибором однієї вірної відповіді (з 6-7 запропонованих варіантів). За кожну вірну відповідь нараховується 5 балів.

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 вибірових) 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 / заняття тощо).

Посилання на освітні ресурси, які може відвідати здобувач з метою здобуття додаткових soft skills та підсилення практичних компетентностей з навча-

льної дисципліни «Спеціальні питання математичного опису та моделювання динаміки складних систем»

1. Участь міжнародній науковій конференції Modern Electrical and Energy System (MEES) <https://mees.ieee.org.ua/>
2. Участь міжнародній науковій конференції KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) <https://khpiweek.ieee.org.ua/>
3. Участь у Всеукраїнській науково-методичній конференції «Проблеми математичного моделювання», ДДТУ, <https://www.dstu.dp.ua/uni/index.html#science>
4. Публікації в науковому журналі «Математичне моделювання», <http://matmod.dstu.dp.ua/>
5. Публікації в збірках наукових праць або наукових журналах, підбірка наукових видань за посиланнями <https://mon.gov.ua/nauka/nauka-2/atestatsiya-kadriv-vishchoi-kvalifikatsii/naukovi-fakhovi-vidannya> або <https://nfv.ukrintei.ua/>

14. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Спеціальні питання математичного опису та моделювання динаміки складних систем» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Укладач: Дерещ О.Л. – Кам'янське, ДДТУ, 2024 р. 99 с.

2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Спеціальні питання математичного опису та моделювання динаміки складних систем» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Укладач: Дерещ О.Л. – Кам'янське, ДДТУ, 2024 р. 47 с.

3. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Спеціальні питання математичного опису та моделювання динаміки складних систем» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» заочної форми навчання. Укладач: Дерещ О.Л. – Кам'янське, ДДТУ, 2024 р. 20 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Чорний О.П., Луговой А.В., Родькин Д.Й., Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.. Моделювання електромеханічних систем : підручник для ВНЗ. Кременчук : КДПІ, 2001. 410 с.

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

3. Лозинський А., Мороз В., Паранчук Я. Розв'язування задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB : навчальний посібник. – Львів : "Львівська політехніка", 2000 . 166 с.

4. Дерещ О. Л., Садовой О. В. Метод N-і перемикачів у задачах оптимізації за швидкодією : монографія. Кам'янське : ДДТУ, 2021. 252 с.

Допоміжна

5. Чуйко Г. П. Математичне моделювання систем і процесів : навчальний посібник. – Миколаїв : ЧДУ, 2015. 244 с.

6. Томашевський В. М. Моделювання систем. – К. : Видавнича група BHV, 2005. 352 с.

7. Стеценко І. В. Моделювання систем. – Черкаси: ЧДТУ, 2009. 399 с.

8. Махней О. В. Математичне моделювання. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. 372 с.

9. Derets O., Sadovoi O., Derets Y., Derets H. Criterion for Choosing the Integration Step Size for Simulation of Sliding Modes in Electric Drives. *2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, 2020. P.796–799. <https://doi.org/10.1109/TCSET49122.2020.235544>.

10. Дерещ О. Л., Садовой О. В., Дерещ Г. О. Дослідження динамічних режимів оптимізованої за швидкодією системи керування електроприводом в умовах зміни розрахункової амплітуди напруги. *Збірник наукових праць ДДТУ*. Кам'янське, 2021. №2(39). С.65–73. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.39.2021.8>

11. Дерещ О. Л., Дерещ Г. О., Садовой О. В. Дослідження систем третього порядку, синтезованих із використанням алгоритму забезпечення аперіодичного ковзного режиму. *Збірник наукових праць ДДТУ*. Кам'янське, 2022. №1(40). С.106–114. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.40.2022.13>

12. Дерещ О. Л., Садовой О. В., Дерещ Г. О. Оптимізація за швидкодією релейно-модальної системи керування позиційним електроприводом на основі дослідження математичної моделі. *Збірник наукових праць ДДТУ*. Кам'янське, 2020. №2(37). С.43–48. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.37.2020.8>

13. Дерещ О. Л., Садовой О. В., Нарушевич Є.Ю., Галькевич М.А., Куманьов Р.К. Дослідження динамічних режимів релейно-модальної системи керування електроприводом з пружним зв'язком. *Збірник наукових праць ДДТУ*. Кам'янське, 2022. №2(41). С.115–123. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.41.2022.13>

16. Інформаційні ресурси

Інформаційний портал ДДТУ – www.dstu.dp.ua

Інформаційний портал кафедри – <https://kaf-etem.mozello.site.com/>