

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра _____

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор (перший проректор)

В.Прушківський

“_____” _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИЕлементи електромеханічних систем автоматизації і електроприводів

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Електротехнічний факультет

(назва інституту, факультету)

мова навчання українськаЗапоріжжя – 20_18_ рік

Робоча програма Елементи електромеханічних систем автоматизації і електроприводів (ЕЕМСА та ЕП)

(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка,

освітня програма (спеціалізація) Електромеханічні системи автоматизації та електропривод.

(назва спеціалізації)

„21” серпня, 2018 року- 14 с.

Розробники: Бондаренко Валерій Іванович, зав. кафедри ЕПА, канд. техн. наук, доцент

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

Електропривод і автоматизація промислових установок (ЕПА)

Протокол від “12” вересня 2018 року № 2

Завідувач кафедри

ЕПА

_____ (Бондаренко В.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“14” вересня 2018 року

Схвалено науково-методичною комісією електротехнічного факультету

Протокол від. “20” вересня 2018 року № 2

“_____” _____ 20__ року Голова _____ (Антонов М.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

“_____” _____ 20__ року Керівник групи _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

ЕТФ, 2018 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>14 – Електрична інженерія</u> (шифр і назва)	обов'язкова (<u>вибіркова</u>)	
Модулів – 1	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка (Електромеханічні системи автоматизації та електропривод)</u> (код і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		3-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин -		6-й	6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – самостійної роботи студента -	Освітній ступінь: бакалавр	Лекції	
		42 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		78 год.	110 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		Вид контролю: екзамен	

Примітка.

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

для денної форми навчання - 35% / 65%;

для заочної форми навчання - 8,4% / 91,6%.

1. Мета навчальної дисципліни

Мета дисципліни: формування у студентів фахових знань з елементів електромеханічних систем автоматизації та електроприводів і відповідних професійних компетенцій.

Завдання: вивчення студентами схем, властивостей, функцій елементів електромеханічних систем автоматизації і електроприводів; статичних й динамічних характеристик з цих елементів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати.

Загальні компетентності: здатність розв'язувати складні задачі з подання електромеханічної системи або електропривода окремими блоками (елементами), які, незалежно від їх складності, показують зв'язок між вхідними і вихідними характеристиками (координатами) цих блоків (елементів), що передбачає застосування відповідних законів і методів електричних, магнітних і механічних процесів.

Фахові компетентності:

- здатність сучасного науково-технічного мислення при осмисленні сучасних реалій науки, техніки і технологій у галузі електромеханіки та напрямків їх розвитку;
- здатність оцінювання ефективності електромеханічних систем автоматизації;
- здатність генерувати нові ідеї та технічні рішення в структурі електромеханічних систем автоматизації і електроприводів.

Очікувані програмні результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- структуру ЕМС та ЕП;
- подавати цю структуру у вигляді окремих блоків (елементів);
- зв'язок елементів ЕМС та ЕП з ланками теорії автоматичного керування;
- координати елементів ЕМС та ЕП та передавальні коефіцієнти їх;
- передавальні функції та характеристики керування;

вміти:

- здійснювати перехід від елементів ЕМС та ЕП до ланок САК;
- представляти реальну систему ЕЕМСА та ЕПА у вигляді розрахункових або заступних схем та моделей;
- розраховувати і досліджувати ці схеми та моделі;
- здійснювати зворотний перехід від розрахункових схем і моделей до реальних пристроїв.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Основні визначення. ГПС і ЕМП як керовані перетворювачі напруги.

Тема 1. ЕЕМС та ЕП: основні поняття і визначення. Компенсований ГПС.

Визначення поняття "Елементи електромеханічних систем автоматизації та електропривода". Спрощена електрична принципова схема. Основні елементи схеми, де здійснюється перетворення вхідних величин. Електрична структурна схема ЕМСЕП. Визначення понять "Елемент", "Силовий елемент", "Елемент керування". Взаємозв'язок понять "ЕЕМС і ЕП" і "Ланка САК". Перехід від елемента ЕМС і ЕП до ланки САК.

Силові елементи ЕЕМС і ЕП, їх особливості, призначення і класифікація. Елементи керування ЕЕМС і ЕП, їх особливості, призначення і класифікація.

ГПС як керований перетворювач напруги. ГПС незалежного збудження. Вимоги до ГПС як джерела живлення двигунів. ГПС загальнопромислових і спеціальних серій. Загальні властивості і показники ГПС. Схема ГПС для загального випадку збудження. Основні координати і характеристики ГПС.

Компенсований ГПС, його характеристика намагнічування. Ідеальний (ідеалізований) ГПС. Характеристики керування ідеального і реально компенсованого ГПС.

Тема 2. Некомпенсований ГПС та ЕМП поперечного поля.

Характеристики керування некомпенсованого ГПС. Динамічні й статичні характеристики керування. Фізичні процеси, що протікають під набіжною й збіжною частинами головного полюса некомпенсованого ГПС. Зовнішні характеристики некомпенсованого ГПС. Побудова характеристик ГПС графоаналітичним і графічним методами.

ГПС у режимі джерела струму. Зовнішні характеристики ГПС у режимі джерела струму, графічні методи побудови цих характеристик.

Передавальні коефіцієнти ГПС. Передавальні коефіцієнти ГПС відносно МРС, напруги збудження і струму збудження. Розрахунок і графічне зображення цих коефіцієнтів.

Електромашинний підсилювач поперечного поля як двокаскадний ГПС. Особливості будови і параметри ЕМП. Схема ЕМП, електромагнітні процеси ЕМП, що протікають по повздовжній і по поперечній осям. Вислідна МРС.

Характеристики керування ЕМП, характеристики 1-го і 2-го каскадів. Основні координати. Передавальні коефіцієнти ЕМП і його каскадів, графічне зображення.

Змістовний модуль 2. Статичні та електромеханічні перетворювачі як ЕЕМС та ЕП. Дискретні перетворювачі як силові елементи та елементи керування.

Тема 1. Силові перетворювачі змінної напруги у постійну та постійної – у постійну як ЕЕМС та ЕП.

Електромашинні перетворювачі змінної напруги у регульовну постійну. Системи Г-Д. Статичні перетворювачі змінної напруги у регульовну постійну. Схемотехнічні рішення з некерованим випрямлячем і регулятором у колі змінної напруги та схемотехнічні рішення з керованим випрямлячем. Основні координати. Вплив на величину вихідної координати величини напруги живлення та схемного рішення силового кола перетворювача. Перетворювачі для реверсивних і неререверсивних електроприводів постійного струму. Зустрічно-паралельне та перехресне вмикання мостів реверсивних перетворювачів. Зовнішня характеристика.

Силові перетворювачі з регулятором у колі змінної напруги і некерованим випрямлячем. Основні координати. Схемне рішення з регульовною обмоткою узгоджувального трансформатора, контактним (або безконтактним) перемикачем та некерованим випрямлячем. Робочі й заборонені варіанти сполучень увімкнених контактів перемикача. Можливість ступінчатого або плавного регулювання вихідної координати.

Статичні перетворювачі з керованим (регульовним) випрямлячем. Структурна схема перетворювача. Основні координати. Система імпульсно-фазового керування вихідної координати перетворювача.

Перетворювачі постійної напруги у регульовну постійну. Двомашинні (система Г-Д) й одномашинні електромеханічні перетворювачі. Основні координати. Способи регулювання вихідної координати двомашинних перетворювачів. Особливості вихідної координати одномашинного перетворювача.

Статичні (імпульсні) перетворювачі постійної напруги у регульовну постійну. Основні координати. Функціональна електрична схема. Принципи модуляції і демодуляції. Методи регулювання величини вихідної координати перетворювача за рахунок змінювання параметрів модуляції. Електрична схема послідовного імпульсного перетворювача. Фізичні процеси, що забезпечують незмінність вихідної координати перетворювача при заданому навантаженні, графіки, які відповідають цим процесам.

Перетворювачі постійної напруги у регульовну змінну. Електромашинні перетворювачі. Основні координати. Двомашинні перетворювачі (системи Г-Д) та одномашинні перетворювачі. Способи регулювання вихідної координати двомашинних перетворювачів при інвертуванні напруги. Особливості вихідної координати одномашинного перетворювача.

Тема 2. Перетворювачі змінної напруги у постійну та змінної – у змінну.

Статичні перетворювачі постійної напруги у регульовну змінну. Основні координати. Перетворювачі на базі реверсивних імпульсних перетворювачів. Перетворювач з одофазним мостовим інвертором. Величина і амплітуда основної гармоніки вихідної координати перетворювача. Способи покращення форми вихідної координати. Циркуляція реактивної енергії при активно-індуктивному навантаженні.

Перетворювачі змінної напруги у змінну. Перетворювачі величини вихідної напруги при незмінній частоті. Основні координати. Тиристорний регулятор напруги, принципи регулювання вихідної координати.

Перетворювачі змінної напруги при регульовній частоті електромашинного типу. Основні координати. Система Г-Д. Двомашинний комбінований перетворювач у системі статичний перетворювач - двигун постійного струму - синхронний генератор (СП-ДПС-СГ). Методи регулювання амплітуди і частоти вихідної координати. Чотиримашинний перетворювач у системі АД-ГПС-ДПС-СГ. Особливості роботи такого агрегата як силового елемента ЕЕМС і ЕП. Регулювання амплітуди і частоти вихідної координати. Зовнішня характеристика електромашинного перетворювача.

Статичні перетворювачі частоти. Однофазний перетворювач з безпосереднім зв'язком. Основні координати. Особливості регулювання вихідної координати перетворювача за амплітудою і частотою. Діапазон регулювання вихідної координати. Трифазні перетворювачі частоти з безпосереднім зв'язком.

Статичні перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму. Основні координати. Електрична структурна схема трифазного перетворювача. Способи регулювання вихідної координати. Особливості роботи таких перетворювачів на навантаження з різними класами виконавчих механізмів.

Тема 3. Дискретні перетворювачі як силові елементи та елементи керування.

Особливості крокових двигунів (КД) та галузі застосування їх в дискретному електроприводі різного призначення. Будова та принцип дії КД. Особливості роботи електронного комутатора КД. Основні параметри і координати КД, частота приємності.

Особливості живлення обмоток керування КД. Число стійких положень ротора при поодинокій, парній, груповій симетричній та груповій несиметричній комутаціях. Потенціальне й імпульсне керування. Однополярна та двополярна (різнополярна) комутації.

Статичний синхронізувальний момент та статична стійкість КД. Залежність синхронізувального моменту від кута розузгодження (кута вильоту ротора). Співвідношення між максимальним синхронізувальним моментом, моментом опору і кроком КД.

Режими роботи КД. Статичний режим. Кутова характеристика. Квазістатичний режим. Стартостопне керування. Усталений режим.

Перехідні режими. Пуск, регулювання вихідних координат, гальмування та реверс КД. Частота приємності у різних режимах роботи КД. Умови створення пускового моменту в одно-, дво- та багатофазних КД.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		лк	пр	ла б	ін д	с.р .		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовний модуль 1. Основні визначення. ГПС і ЕМП як керовані перетворювачі напруги.												
Тема 1. ЕЕМС та ЕП: основні поняття і визначення. Компенсований ГПС.	14	5	-	-	-	9	14	2	-	-	-	12
Тема 2. Некомпенсований ГПС та ЕМП поперечного поля.	27	10	-	-	-	17	27	1	-	-	-	26
<i>Разом за змістовним модулем 1</i>	41	15	-	-	-	26	41	3	-	-	-	38
Змістовний модуль 2. Статичні та електромеханічні перетворювачі як ЕЕМС та ЕП. Дискретні перетворювачі як силові елементи та елементи керування.												
Тема 1. Силові перетворювачі змінної напруги у постійну та постійної – у постійну як ЕЕМС та ЕП.	27	9	-	-	-	18	27	3	-	-	-	24

Тема 2. Перетворювачі змінної напруги у постійну та змінної – у змінну.	24	9	-	-	-	15	24	1	-	-	-	23
Тема 3. Дискретні перетворювачі як силові елементи та елементи керування.	23	9	-	-	-	14	23	3	-	-	-	20
<i>Разом за змістовним модулем 2</i>	74	27	-	-	-	47	74	7	-	-	-	67
Змістовний модуль 3. Самостійна робота поза змістових модулів 1 і 2												
Тема 1. Виконавчі мікродривуни систем автоматики.	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	3
Тема 2. Елементи керування. Давачі.	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2
Разом	120	42	-	-	-	78	120	10	-	-	-	110

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальними планами спеціалізації ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальними планами спеціалізації ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД.

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені навчальними планами спеціалізації ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД.

8. Самостійна робота

Тривалість самостійної роботи складається з часу, що витрачається на опанування матеріалу аудиторних занять та вивчення додаткового позалекційного матеріалу змістовного модуля 3 самостійної роботи.

Для заочної форми навчання в межах бюджету часу самостійної роботи для опитування лекційним курсом можуть передбачатися домашні завдання (обсяг самостійної роботи 4 години) у відповідності до наведених нижче тем.

Теми завдань	Кількість годин
1 Побудова графоаналітичними способами характеристик керування компенсованого і некомпенсованого ГПС.	2
2 Розрахунок аналітичним способом і способом графічного диференціювання та побудова передавальних коефіцієнтів ГПС.	2
Усього:	4

Завдання складається з теоретичного запитання, практичного запитання і задачі. При виконанні завдання слід користуватися джерелами названими у розділах 11, 12, 13 програми, у першу чергу, методичними вказівками [1].

Наведений нижче розпис самостійної роботи студента складений у відповідності до структури навчальної програми (розділ 4).

Номера тем	Назва теми	Кількість годин	
		Д	З
1	2	3	4
1	ЕЕМС та ЕП: основні поняття і визначення. Компенсований ГПС.	9	12
2	Некомпенсований ГПС та ЕМП поперечного поля.	17	28
3	Силові перетворювачі змінної напруги у постійну та постійної – у постійну як ЕЕМС та ЕП.	18	24

1	2	3	4
4	Перетворювачі змінної напруги у постійну та змінної – у змінну.	15	23
5	Дискретні перетворювачі як силові елементи та елементи керування.	12	20
6	Виконавчі мікродвигуни систем автоматики.	3	3
7	Елементи керування. Давачі.	2	2
Усього		78	110

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні заняття не передбачені навчальними планами спеціалізації ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД.

10. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються такі методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки); використання стаціонарного і пересувного мультимедійних комплексів;
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – мисленнєвого або практичного розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення й розв’язання проблемної ситуації.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Знати. Основний зміст усіх розділів робочої програми щодо сучасного технічного стану основних складових електромеханічних систем автоматизації та електроприводів, їх параметрів і характеристик.

Вміти. Визначити основні напрями організації та відповідальності за технічний стан і ефективність функціонування елементів електромеханічних систем та електроприводів.

Розуміти. Відповідальність за якісне експлуатування, мати уявлення про нормативні засади, сутність та вимоги вітчизняних та міжнародних стандартів у сфері ЕМС та ЕП.

12. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: письмове і усне опитування на лекціях, захист завдання з СРС, аудиторна контрольна робота, аудиторне тестування, проведення двох підсумкових проміжних контролів за семестр.

Для студентів заочної форми навчання: захист домашніх завдань (у випадку його застосування), опитування і роз'яснювання на поточних консультаціях і консультаціях перед завершальними випробуваннями.

13. Критерії оцінювання

Оцінювання академічних успіхів засвоєння студентом матеріалу з дисципліни ЕЕМС і ЕП здійснюється за 100-бальною шкалою. розподіл балів дивись у наведеній нижче таблиці.

Бали

Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		Σ
T1	T2	T1	T2	T3	T1	T2	100
1	3	28	32	30	2	4	

У наступній таблиці наведене оцінювання знань студента за національною шкалою та за шкалою ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
1	2	3

1	2	3
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

Дисципліна ЕЕМС та ЕП у достатній мірі забезпечена навчально-методичним і довідковим матеріалом, основною і додатковою літературою, які у достатній кількості є у фондах університетської бібліотеки та на кафедрі ЕПА.

1. Методичні вказівки з дисципліни Елементи електромеханічних систем автоматизації та електропривода [для студ. вищ. навч. закл.]. Для студентів заочної форми навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка спеціалізації «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод». – Запоріжжя, ЗНТУ, 2018. – 32 с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Справочник по автоматизированному электроприводу/ [под ред. З.А.Елисеева, А.В. Шинянского]. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
2. Справочник по преобразовательной технике / [под ред. И.М. Чиженко]. – К.: Техніка, 1978. – 446 с.
3. Попович, М.Г. Електромеханічні системи керування та електроприводи: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.]/ М.Г. Попович, О.Ю.Лозинський, В.Б.Клепиков. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
4. Калінов, А.П. Елементи автоматизованого електропривода: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.]/ А.П.Калінов, В.О.Мельников. – Кременчуг: ВВКНУ ім. М.Остроградського, 2012. – 262 с.
5. Терехов, В.М. Элементы автоматизированного электропривода: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ В.М. Терехов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 222 с.

6. Бондаренко, В.І. Науково-технічне слово в електроенергетиці, електротехніці, електромеханіці [довідник-словник]/В.І.Бондаренко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 424 с.

Допоміжна

1. Попович, М.І. Елементи автоматизованого електропривода: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.]/ М.І. Попович. – К.: НМКВО, 1990. – 260 с.
2. Бондаренко, В.І. основи електропривода: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.]/ В.І.Бондаренко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. – 314 с.
3. Бондаренко, В.І. Основи електричного привода: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.]/ В.І. Бондаренко, Ю.О. Крисан. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 404 с.
4. Будов, О.Ф. Електроперетворювальні пристрої радіоелектронних засобів. / О.Ф. Будов. – К.: НМК ВО, 1992. – 132 с.
5. Васюра, А.С. Елементи та пристрої систем управління і автоматики: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.]/ А.С. Васюра. – Вінниця.: ВДТУ, 1999. – 176 с.
6. Волков, Н.И. Электромашинные устройства автоматики: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ Н.И. Волков, В.П. Миловзоров. – М.: Высшая школа, 1986. – 334 с.
7. Капунцов, С.Д. Элементы автоматизированного электропривода. Силовые элементы: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ С.Д. Капунцов. – М.: МЗИ, 1982. – 90 с.
8. Копылов, И.П. Электрические машины: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ И.П. Копылов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 430 с.
9. Подлеский, Н.И. Элементы систем автоматического управления и контроля: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ Н.И. Подлеский, В.Г. Рубанов. – К.: Вища школа, 1991. – 464 с.
10. Подлипинский, В.С. Электромагнитные и электромашинные устройства автоматики: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ В.С. Подлипинский, В.Н.Петренко. – К.: Вища школа, 1987. – 592 с.
11. Арменский, Е.В. Электрические машины: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ Е.В. Арменский, Г.В. Фалк. – М.: Высшая школа, 1985. – 231 с.
12. Титков, В.К. Элементы систем управления автоматизированного электропривода: [учеб. студ. высш. учеб. завед.]/ В.К. Титков, Н.К. Хамков. – Л.: ЛПИ, 1983. – 75 с.

16. Інформаційні ресурси

1. e-library.zntu.edu.ua/login?search_kw=7259.