

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Електротехнічний факультет

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і  
транспорті

**СИЛАБУС**

вивчення дисципліни

**«Моделювання енергоефективних систем керування тяговими  
комплексами»**

для другого (магістерського) рівня освіти

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія

Спеціальність: 141- Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна(наукова) програма: Електромеханічні та електротехнічні  
комплекси і системи транспортних засобів

Мова викладання: українська

Викладач дисципліни Сьомочкин Альберт Борисович - доцент кафедри  
автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті,  
кандидат технічних наук.

E-mail: a.syomochkyn@knu.edu.ua

Контактний телефон: (+38) (056) 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і  
транспорті знаходиться у головному корпусі КНУ (Кривий Ріг, вул. Віталія  
Матусевича 11), ауд. 303.

Завідувач випускової кафедри: Сінчук Олег Миколайович - завідувач  
кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та  
транспорті, доктор технічних наук, професор.

Зміст погоджено з гарантом ОПП  / Федотов В.О. /

(підпис)

« 31 » 08 2020 р.

## АНОТАЦІЯ

Вивчення дисципліни МЕЕСКТК дозволяє детально досліджувати та виявляти властивості перехідних та енергетичних процесів в сучасних системах приводу. В результаті вивчення курсу студент опановує навичками елементів дослідницької роботи з визначення енергетично оптимальних режимів роботи систем керування тяговими комплексами.

**Метою** вивчення дисципліни «МЕЕСКТК» є вивчення методів енергозбереження та розробка та дослідження за допомогою математичних моделей способів їх застосування в системах керування тяговими комплексами

**Завдання** вивчення дисципліни полягають в придбанні теоретичних та практичних навичок, які дають змогу визначати виробничі питання стосовно енергоефективних систем керування тяговими комплексами.

**Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти:**

- здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановці мети і вибору шляхів її досягнення;
- здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні та математичні експерименти для розв'язання інженерних завдань;
- здатність критично аналізувати основні показники функціонування системи та оцінювати використані технічні рішення та обладнання;
- здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач;

У результаті вивчення навчальної дисципліни «МЕЕСКТК» студент повинен

**знати:**

структури моделей та динамічні властивості сучасних систем регульованих електроприводів; енергетично вигідні способи та системи керування тяговими комплексами.

**вміти:**

моделювати різні енергоефективні системи тягового електроприводу, визначати шляхи зниження енергоспоживання в регульованих електроприводах при роботі в сталих і перехідних режимах  
визначати ефективність введення енергозберігаючих засобів за допомогою моделювання.

**Зміст дисципліни:** Основні поняття моделювання. Моделювання на аналогових обчислювальних машинах. Моделювання на цифрових обчислювальних машинах. Математичне моделювання машин постійного струму. Моделювання ТП-Д з цифровим підлеглим керуванням. Моделювання ТП-Д з модальним керуванням. Моделювання асинхронно-вентильного каскаду (АВК). Моделювання вентильно-індукторного двигуна

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна	Заочна
1	2	3	4
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	Вибіркова дисципліна	
Модулів – 1	Спеціальність : <u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	
Загальна кількість годин – 90		<b>Семестр</b>	
		2-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3	Ступінь вищої освіти <u>магістр</u>	<b>Лекції</b>	
		18 год.	
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		18 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
		-	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		54 год.	
		<b>Індивідуальне завдання</b>	
		-	-
<b>Вид контролю</b>			
залік			

### Примітка.

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

для денної форми навчання – 36/54      - 67%;

## 2. Місце дисципліни в структурі освітньо-професійної програми

Дисципліна «Моделювання енергоефективних систем керування тяговими комплексами» включена в вибіркочу частину освітньо-професійної програми «Електромеханічні та електротехнічні комплекси і системи транспортних засобів» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка другого рівня (магістр) вищої освіти.

Основні положення дисципліни повинні бути використані в подальшому при проходженні науково-дослідної практики, при виконанні магістерської випускової роботи та при складанні державного іспиту по захисту магістрів.

## 3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньої-наукової програми

Курс має за мету теоретичну підготовку магістрів по моделюванню енергоефективних систем керування тяговими комплексами.

*Метою* вивчення дисципліни «**Моделювання енергоефективних систем керування тяговими комплексами**» є вивчення методів енергозбереження та розробка та дослідження за допомогою математичних моделей способів їх застосування в системах керування тяговими комплексами.

До *завдань* вивчення дисципліни входить придбання теоретичних та практичних навичок, які дають змогу визначати виробничі питання стосовно енергоефективних систем керування тяговими комплексами.

У результаті вивчення дисципліни «Моделювання енергоефективних систем керування тяговими комплексами» студент повинен:

*Знати:*

- Моделювання сучасних систем регульованих електроприводів та їх енергетичні показники;
- енергетично вигідні способи та системи керування тяговими комплексами.

*Вміти:*

- визначати шляхи зниження енергоспоживання в регульованих електроприводах при роботі в сталих і перехідних режимах
- визначати та моделювати енергетично вигідний режим роботи установок при належному технологічному процесі;
- вирішувати завдання підвищення енергоефективності;

- визначати ефективність введення енергозберігаючих засобів за допомогою моделювання.

Види занять з дисципліни: лекції, практичні роботи, самостійна робота.

### **Дисципліна спрямована на формування інтегральної компетентності**

**ІК.** Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі професійної діяльності з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

#### **загальних компетентностей:**

**К06.** Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

**К10.** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

#### **спеціальних (фахових) компетентностей:**

**К11.** Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач.

**К13.** Здатність планувати, організовувати та проводити дослідження.

**К16.** Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів.

#### **та програмних результатів навчання:**

**РН02.** Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

**РН03.** Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

**РН05.** Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

**РН19.** Виконувати дослідження для вирішення науково-дослідницьких та промислових завдань для електромеханічних та електротехнічних комплексів і систем транспортних засобів з використанням сучасної апаратури та методів дослідження.

#### **Пререквізити:**

Матеріал дисципліни базується на знаннях, отриманих при вивченні курсів: «Перетворювачі електричної енергії транспортних засобів», «Системи керування тяговими електроприводами» «Системи накопичення електричної енергії», «Гібридні структури електромеханічних тягових систем».

### **Постреквізити:**

Знання з дисципліни «Моделювання енергоефективних систем керування тяговими комплексами» є базовими для проходження в подальшому науково-дослідної практики, виконання магістерської випускової роботи та складання державного іспиту.

## **4. Тематичний план дисципліни**

### **Змістовий модуль 1 “Моделювання енергоефективних систем**

**регулювання ТК-1“ (45 годин/1,5 кредита)**

*Тема 1. Основні поняття моделювання [1]*

*Тема 2. Моделювання на аналогових обчислювальних машинах [1, 2]*

*Тема 3. Моделювання на цифрових обчислювальних машинах [1, 2]*

*Тема 4. Математичне моделювання машин постійного струму [1]*

### **Змістовий модуль 2 “ Моделювання енергоефективних систем**

**регулювання ТК-2“ (45 годин/1,5 кредита)**

*Тема 5. Моделювання ТП-Д з цифровим підлеглим керуванням [1, 3, 4, 5]*

*Тема 6. Моделювання ТП-Д з модальним керуванням [1, 6]*

*Тема 7. Моделювання асинхронно-вентильного каскаду (АВК) [1, 3, 5]*

*Тема 8. Моделювання вентильно-індукторного двигуна [7]*

## **5. Структура курсу**

Тижні	Теми занять	Год.	Теми СРС, терміни виконання
1	Основні поняття моделювання	2	Розрахунок параметрів АД за даними каталогу – 1 тиждень
2	Моделювання на аналогових обчислювальних машинах	2	Лінеаризована модель АД. Моделювання АД у 3-фазній системі координат – 2 тиждень
3	Моделювання на цифрових обчислювальних машинах	2	Метод зображуючих векторів – 3 тиждень
4	Математичне моделювання машин постійного струму	3	Рівняння АД в ортогональній системі координат – 4 тиждень
5	Моделювання ТП-Д з цифровим підлеглим керуванням	2	Система відносних одиниць АД – 5 тиждень
6	Моделювання ТП-Д з модальним керуванням	2	Математична модель АД в осях “ $\alpha, \beta, 0$ ” – 6 тиждень
7	Моделювання асинхронно-вентильного каскаду (АВК)	2	Лінеаризована модель синхронного двигуна – 7 тиждень
8	Моделювання вентильно-індукторного двигуна	3	Моделювання тиристорних перетворювачів методом перемикаючих функцій. Моделювання тиристорних

			перетворювачів методом змінних опорів. – 8-9 тиждень
	Разом	18	

## **6. Навчальна база (лабораторії, аудиторії)**

Для проведення лекційних і практичних занять використовується приміщення аудиторії навчального корпусу університету, які придатні для розміщення всього складу групи. Практичні завдання виконуються на комп'ютерах.

## **7. Освітні технології**

Реалізація компетентного підходу передбачає широке використання в навчальному процесі здобувачів вищої освіти другого рівня (магістр) традиційних освітніх технологій в поєднанні з активними та інтерактивними формами проведення занять. Питома вага занять, що проводяться в інтерактивних формах, складає не менше 80% аудиторних занять.

В рамках вивчення даної дисципліни використовуються:

- мультимедійні освітні технології: інтерактивні лекції (презентації) з використанням програми MS PowerPoint в поєднанні з анімацією і звуковим супроводом; перегляд відеороликів за окремими пунктами тем занять, використання електронних посібників;
- діалогові технології: організація групових дискусій, використання «мозкового штурму».

## **8. Політика і процедури академічної поведінки та етики, особливості проведення занять для осіб з обмеженими можливостями здоров'я й особи з дітьми**

При вивченні дисципліни «Моделювання енергоефективних систем керування тяговими комплексами» прошу дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття.
2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності прошу попередити та опрацювати матеріал самостійно.
3. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.
4. Брати активну участь в навчальному процесі.

5. Бути терпимими, відкритими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів.

6. Притримуватися правил академічної етики

**Особливості проведення занять для осіб з обмеженими можливостями здоров'я:**

У викладанні дисципліни можуть бути використані наступні адаптивні технології:

- інтернет-технології та дистанційне навчання - для здобувачів з порушеннями опорно-рухового апарату;
- диференційоване навчання, використання допоміжних пристроїв та технології тьюторського супроводу - для людей з вадами зору та слуху.

Підбір та розробку навчальних матеріалів можна надавати в різних формах: для здобувачів з вадами слуху інформацію можна представляти візуально, з порушенням зору - аудіально. Для осіб з вадами зору зображення дрібних об'єктів можна представляти у формі презентацій. Спілкування викладачів зі здобувачами можна здійснювати за допомогою дистанційних технологій (мережі Інтернет, електронної пошти). Вибір місць виконання практичних завдань здійснюється з урахуванням обмежених можливостей здоров'я того, хто навчається.

## 9. Розподіл балів та політика нарахування оцінок

Підсумковий (семестровий) контроль здійснюється за результатами роботи студента з дисципліни та оцінюються балами згідно таблиці розподілу балів. Розподіл балів між змістовими модулями та їх складовими зведені до таблиць.

Поточне оцінювання																Сум а балів			
Лекції																			
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2											
Відвідування лекцій, поточний контроль								МК 1	Відвідування лекцій, поточний контроль								МК 2		
Т 1		Т 2		Т 3		Т 4			Т 5	Т1 0		Т1 2		Т1 4		Т1 6			
2		2		2		2		2	17		2		2		2		2	17	52
Відвідування практичних занять								КР1	Відвідування практичних занять								КР2		
	П 1		П 2		П 3		П 4		П 5		П 6		П 7		П 8			П 9	
	2		2		2		2	15	2		2		2		2		2	15	48
Семестрове оцінювання																			
Залік																0			
Максимальна загальна сума балів:																100			



практичних занять; МК1,МК2 – модульні контрольні роботи; КР1,КР2 – контрольні роботи.

Більш детально розподіл балів за кожну складову навчального процесу йде наступним чином: за виконання кредитно-модульної роботи:

Складові оцінювання	Розподіл балів	
	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2
Якість оформлення модульної контрольної	до 3	до 3
Повнота розкриття питань КМР	до 4	до 4
Вірна послідовність викладання матеріалу	до 3	до 3
Повне відображення усіх схем та рисунків, та формул	до 4	до 4
Культура мови	до 3	до 3
<b>Разом</b>	до 17	до 17

За виконання практичної контрольної роботи:

Складові оцінювання	Розподіл балів	
	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2
Якість оформлення контрольної	до 5	до 5
Правильність вирішення КР	до 5	до 5
Культура мови	до 5	до 5
<b>Разом</b>	до 15	до 15

При поточному контролі на лекціях максимальна кількість балів – 2 бали.  
Розподіл балів на лекції:

Вид робіт	Бали
Присутність на лекційному занятті	1
Якість засвоєння матеріалу (визначається при опитуванні)	1
<b>Разом</b>	2

Розподіл максимальної кількості балів при захисті практичних робіт наведена у таблиці (на одну практичну роботу):

Вид робіт	Денна форма
Якість виконання звіту з практичної роботи	1
Якість підготовки та захисту звіту з практичної роботи	1
<b>Всього:</b>	2

У результаті освоєння дисципліни здобувач опановує такі компетентності:

Компетентності	Дескриптори - основні ознаки освоєння (показники досягнення результату)	Форми й методи навчання, що сприяють формуванню та розвитку компетенції
Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.	Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень	1. Словесні методи 2. Практичні методи 4. Робота з навчально-методичною літературою і інформаційними ресурсами 5. Самостійна робота 6. Усне опитування 7. Контрольні роботи 8. Тестування 9. Підсумковий контроль 10. Залік
Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач.	Спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур	1. Словесні методи 2. Практичні методи 4. Робота з навчально-методичною літературою і інформаційними ресурсами 5. Самостійна робота 6. Усне опитування 7. Контрольні роботи 8. Тестування 9. Підсумковий контроль 10. Залік
Здатність планувати, організовувати та проводити дослідження	Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	1. Словесні методи 2. Практичні методи 4. Робота з навчально-методичною літературою і інформаційними ресурсами 5. Самостійна робота 6. Усне опитування 7. Контрольні роботи 8. Тестування 9. Підсумковий контроль 10. Залік

## 10. Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр

Основними формами контролю якості навчання є поточний і підсумковий контроль. Семестровий курс дисципліни розбито на 2 змістових модулі. Кожен модуль має ряд поточних контрольних заходів і закінчується підсумковим модульним контролем, обов'язковим для студента.

За кожен вид поточного і модульного контролю студент отримує бали, які підсумуються в межах модуля і виступатимуть надалі складовою загальної бальної оцінки за всі модулі дисципліни. Одержання студентом необхідної прохідної бальної оцінки за кожний з двох змістових модулів є обов'язковою

умовою зарахування йому вивчення дисципліни. Підвищення рейтингового балу (та оцінки за національною шкалою) в кінці семестру студентом за рахунок додаткового опитування за матеріалом дисципліни або якимсь іншим способом не припускається. Залік як форма семестрового контролю виступає як підведення підсумків виконаної студентом за семестр навчальної роботи.

*Поточний контроль* здійснюється під час проведення практичних занять і має за мету перевірку якості засвоєння матеріалу студентами та зарахування змістових модулів навчальної дисципліни.

*Модульний контроль* здійснюється в кінці змістових модулів. Його здійснює викладач лекційних занять. При оцінюванні модулів враховується поточний контроль якості засвоєння.

Підсумкова оцінка з модулів виставляється в кінці 18-го тижня навчання та складається з суми оцінок за кожний складовий змістовий модуль.

До складання заліку студенти допускаються за умов виконання та захисту усіх практичних робіт згідно з робочим планом курсу. Мінімальний поріг зарахування студентів заліку з дисципліни є отримання не менше 50% від максимально можливого значення кількості балів за всіма складовими змістових модулів. Кінцева оцінка з кожного залікового модуля виставляється у відповідності зі шкалою оцінювання: національна (п'ятибальна оцінка)/оцінка за ECTS/сумарна кількість балів.

Семестровий контроль реалізується через визначення кількості набраних балів з дисципліни за семестр та визначення оцінки якості засвоєння дисципліни згідно шкали оцінок (наказ ректора від 26.04.2010 №125).

#### Шкала оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Національна шкала успішності	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	100-бальна система оцінювання
відмінно	<i>A</i>	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначними помилками	90-100
добре	<i>B</i>	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	80-89
	<i>C</i>	ДОБРЕ – в цілому правильна робота з певною кількістю грубих помилок	71-79
задовільно	<i>D</i>	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	61-70
	<i>E</i>	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні потреби	50-60
незадовільно	<i>FX</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – із можливістю повторного складання	30-49

	<i>F</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – з обов'язковим повторним вивченням модуля	0-29
--	----------	----------------------------------------------------------	------

Якщо студент на момент закінчення останнього проведення контрольного заходу з відповідної дисципліни не набрав необхідної кількості балів, він, за згодою деканату, може здійснити додаткові спроби з їх складання. Кількість додаткових спроб обмежується двома.

Викладач має можливість додати студентові до 10 балів до оцінки за модуль за:

- участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
- підготовку та публікацію тез доповіді або статті за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету).

## **11. Зразок екзаменаційного білету**

Не передбачено навчальним планом

## **12. Типові контрольні завдання, що необхідні для оцінки знань, умінь, навичок в процесі освоєння ОНП**

### **Змістовий модуль №1**

1. Суть моделювання.
2. Поняття моделювання.
3. Методи моделювання.
4. Класифікація моделей.
5. Моделі мікро рівня.
6. Моделі макро рівня.
7. Моделі мета рівня.
8. Компонентні рівняння.
9. Топологічні рівняння.
10. Вимоги, що пред'являються до математичних моделей.
11. Адекватність. Універсальність. Економічність.
12. Форми подання динамічних об'єктів.
13. Загальна методика рішення задач на АОМ.
14. Принципи аналогового моделювання.
15. Одновходовий підсилювач з активним опором в ланці зворотного зв'язку.
16. Багатовходовий підсилювач з активним опором в ланці зворотного зв'язку.
17. Підсилювач з конденсатором в ланці зворотного зв'язку.
18. Підсилювач з конденсатором у вхідному ланцюзі.
19. Аперіодична ланка.

20. Попередній аналіз рішення задачі та способи приведення рівнянь до виду, зручному для вирішення на АОМ.

21. Точність та погрішність отриманих на АОМ рішень.

22. Чисельні методи рішення диференційних рівнянь на ЦОМ.

23. Типовий алгоритм та структура програми для рішення СДУ.

24. Нормування систем диференційних рівнянь. Рекомендації з вибору кроку інтегрування

25. Загальні положення і припущення.

26. Математичне моделювання ДПС.

27. Моделювання ДПС при регулюванні магнітного потоку.

28. Моделювання ГПС.

29. Моделювання системи Г-Д.

## **Змістовий модуль №2**

1. Структурна схема системи підлеглого керування.

2. Математичний опис П-регулятора та ІІ-регулятора.

3. Принципова схема ІІ-регулятора.

4. Регулятор з урахуванням насичення.

5. Приклад моделювання електроприводу постійного струму

6. Суть модального керування.

7. Характеристичне рівняння системи автоматичного керування ЕП.

8. Стандартні характеристичні поліноми.

9. Переваги модального керування.

10. Алгоритм синтезу модальних регуляторів.

11. Приклад моделювання системи ТП-Д з модальним регулюванням.

12. Принципова схема та принцип роботи АВК.

13. Структурна схема АВК.

14. Електромеханічний машинно-вентильний каскад.

15. Асинхронно-вентильний каскад.

16. Загальні співвідношення.

17. Поліпшення енергетичних показників в асинхронно-вентильному каскаді.

18. Переваги та недоліки асинхронно-вентильного каскада.

19. Структурна схема вентильно-індукторного двигуна.

20. Особливості конструкції індукторної машини.

21. Алгоритми комутації фаз вентильно-індукторного двигуна.

22. Рівняння комутаційної функції ВІД.

23. Рівняння вентильного комутатора

24. Рівняння фазних струмів.

25. Криві фазного струму індукторної машини.

26. Галузі застосування ВІД.

27. Переваги та недоліки ВІД.

## **13. Літературні джерела**

№ п/п	Назва підручника (посібника), автор, видавництво, рік видання	Кількість примірників в бібліотеці ЗВО/кафедри
<b>Базова</b>		
1.	Моделирование электромеханических систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.	
3.	Ажогин, Виталий Васильевич. Моделирование на цифровых, аналоговых и гибридных ЭВМ [Текст] : учебное пособие / В. В. Ажогин, М. З. Згуровский ; общ. ред. В. И. Костюк. - Киев : Вища шк., 1983. - 279 с. : ил.	
4.	Чиликин М, Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. — 6-изд, доп. И перераб. —М.: Энергоиздат, 1981. — 576 с. Моделирование на цифровых, аналоговых и гибридных ЭВМ. Ажогин В.В., Згуровский М.З. Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. 280 с.	
6.	Моделирование цифрового электропривода постоянного тока в Simulink Асп. Козачек Г.В. Кафедра электропривода и автоматики. Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)	
8.	Автоматизированный электропривод промышленных установок. Онищенко Г.Б., Аксенов М.И., Грехов В.П., Зарицкий М.Н., Куприков А.В., Нитиевская А.И. Под общей редакцией Г. Б. Онищенко. М.: РАСНХ, 2001. – 520 с.	
10.	В.В. Григорьев, Н.В. Журавлёва, Г.В. Лукьянова, К.А. Сергеев Синтез систем автоматического управления методом модального управления. — С-Пб: СПбГУ ИТМО, 2007. — 108 с. ил.	
12.	Вентильные индукторно-реактивные двигатели / Ю.А. Голландцев. – СПб.: ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 2003. – 148 с.	
<b>Допоміжна</b>		
14.	Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. - Л.:Энергия, 1980. - 256с.	
16.	Бернас С., Цек З. Математические модели элементов электроэнергетических систем: Пер. с польск.- М.: Энергоиздат, 1982.-312с.	
18.	Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах: Учеб. для электроэнергет. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 536 с.	
20.	Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: Учебное пособие. СПб.: КОРОНА принт, 2001. 320 с., ил.	
22.	Михайлов В.С. Теория управления. К.: Вища шк. Головное изд-во, 1988. – 312 с.	

## 14. Зміни та доповнення