

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Інститут енергетики і систем керування

Кафедра електричних машин та апаратів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньо-наукової програми
спеціальності: 141. Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

_____ /Стахів П. Г./
/підпис/ /ініціали та прізвище /
«__» _____ 2016 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 2.2.1 СИНТЕЗ СУЧАСНИХ КЕРОВАНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

/код і назва навчальної дисципліни/

третій (освітньо-науковий) рівень

_____ /рівень вищої освіти/

галузь знань: 14 Електрична інженерія.

спеціальність: 141. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

вид дисципліни _____ обов'язкова _____

(обов'язкова / за вибором)

мова викладання _____ українська _____

Львів – 2016 рік

Робоча програма з навчальної дисципліни "Синтез сучасних керованих електромеханічних перетворювачів" для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

Розробники:

Завідувач кафедри ЕМА, д.т.н., проф. _____ /Ткачук В.І./

Доцент кафедри ЕМА, к.т.н., доц. _____ /Біляковський І.Є./

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри електричних машин та апаратів

Протокол від «__»_____2016 року № ____

Завідувач кафедри електричних машин та апаратів _____ /Ткачук В.І./

1. Структура навчальної дисципліни

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів/год.	5	5
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:	46	46
• лекційні заняття, год.	30	30
• семінарські заняття, год.	-	-
• практичні заняття, год.	-	-
• лабораторні заняття, год.	16	16
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	105	105
• вивчення теоретичного курсу	54	54
• підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	26	26
• підготовка до лабораторних занять	25	25
Екзамен	1	1
Залік	-	-

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі: денної форми навчання – 30 %; заочної форми навчання – 30 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є сформувати у молодих науковців системні теоретичні знання та практичні уміння і навички теоретичного і експериментального дослідження електромеханотронних перетворювачів - нового напрямку електротехніки, який базується на суміщенні електромеханічних перетворювачів з електронними компонентами, проведення наукової, дослідницько-інноваційної діяльності, а також впровадження отриманих результатів.

2.2. Завдання навчальної дисципліни

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен бути здатним продемонструвати такі **результати навчання**:

знати:

- основи теорії безконтактних електромеханічних перетворювачів, які працюють сумісно з електронними перетворювачами;
- фізичні процеси в електромеханічних та електронних перетворювачах;
- призначення, принцип дії та конструкцію окремих типів електромеханотронних перетворювачів.
- енергетичні і інформаційні процеси в електромеханічних пристроях суміщених з електронними компонентами;
- нові напрямки розвитку електротехніки і інженерної діяльності, технічними пристроями, які називаються електромеханотронними перетворювачами;

володіти:

- здатністю продемонструвати знання сучасного стану справ, тенденції розвитку, найбільш важливі розробки та новітні технології в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- розробкою технологій, які відповідають сучасним вимогам електронізації електричних машин.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів компетентностей:

загальних:

- здатність до критичного аналізу, оцінки та синтезу нових ідей;
- здатність здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;
- уміння ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою та громадськістю з актуальних питань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- креативність, здатність до системного мислення;
- здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідальність за навчання інших;
- розуміння необхідності навчання протягом життя та трансферу набутих знань;
- систематичні знання сучасних методів проведення досліджень в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки і в суміжних галузях;
- ініціювання оригінальних дослідницько-інноваційних комплексних проектів, лідерство та здатність як автономної так і командної роботи під час реалізації проектів.

фахових:

- знання про сучасні тенденції розвитку і найбільш важливі нові наукові досягнення в області електротехніки та електромеханіки, а також суміжних;
- систематичні знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів, та вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу електроенергетичних, електротехнічних або електромеханічних систем;
- здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати фізичні та математичні експерименти при проведенні наукових досліджень;
- здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні досліджень;
- здатність розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислювати наявні чи створювати нові знання;
- здатність аргументувати вибір методу розв'язування спеціалізованої задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.
- здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні та математичні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень;
- здатність самостійно проектувати системи та їх елементи з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі **програмні результати навчання:**

- здатність продемонструвати систематичні знання сучасних методів проведення досліджень в області електротехніки;
- здатність продемонструвати поглиблені знання у вибраній області наукових досліджень;
- здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;

- застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем, характерних обраній області наукових досліджень;
- досліджувати і моделювати явища та процеси в складних динамічних електромеханічних системах;
- застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв'язання теоретичних та прикладних задач обраної області наукових досліджень;
- поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію розв'язання науково-прикладних задач з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів;
- ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди;
- самостійно виконувати експериментальні дослідження та застосовувати дослідницькі навички.

2.3. Перелік попередніх та супутніх і наступних навчальних дисциплін

№ з/п	Попередні навчальні дисципліни	Супутні і наступні навчальні дисципліни
1.	Аналітичні та чисельні методи досліджень	FEM-аналіз в задачах електромеханіки
2.		

3. Анотація навчальної дисципліни

В дисципліні викладено основи нового науково-технічного напрямку електротехніки, який передбачає максимальне використання можливостей і досягнень мікроелектроніки для здійснення усіх видів перетворення електричної енергії в електросистемах із метою суттєвого зменшення маси й об'єму пристроїв і систем, зменшення теплових утрат, збільшення ресурсу роботи, зменшення експлуатаційних витрат.

Потреба в електросистемах нового типу виникла тому, що існуючі системи даного призначення побудовані на основі загальновідомих пристроїв, які стали традиційними і перестали задовольняти безперервно зростаючим вимогам за масою, об'ємом, витратам енергії, металомісткістю та іншими показниками.

Розвиток напівпровідникової електроніки й прогрес у створенні пристроїв мікроелектроніки уможливають удосконалення відомих і створення нових електромеханічних перетворювачів енергії за рахунок підвищення продуктивності і якості роботи технологічного обладнання, покращання характеристик та показників автоматизованого електропривода, джерел електроенергії й електроенергетичних систем із ними.

Дисципліна враховує особливості підготовки здобувачів, що відповідає спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

4. Опис навчальної дисципліни

4.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назви тем	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Сучасна електромеханіка. Спеціальні електромеханічні перетворювачі. Електронні пристрої електромеханотроніки. Сучасна електроніка. Енергетичні електронні пристрої: силові транзисторні ключі, керовані перемикачі на тиристорах.	2	2

2.	Силові комутатори. Конструктивні схеми електромеханічних перетворювачів вентильних двигунів. Давачі положення ротора: основні вимоги, класифікація. Основні типи ДПР, які використовуються у вентильних двигунах.	2	2
3.	Регулювання частоти обертання: структурні схеми та принципи. Давачі частоти обертання. Основні типи давачів частоти обертання. Неперервне, імпульсне та релейне керування. Дискретно-фазовий та широтно-фазовий способи регулювання частоти обертання ВД.	2	2
4.	Вентильні двигуни постійного струму зі збудженням від постійних магнітів. Класифікація схем обмоток і структур комутаторів. Особливості роботи й основні характеристики вентильного двигуна із зосередженими обмотками якоря.	2	2
5.	Вентильні реактивні двигуни. Теоретична база електромеханічного перетворення енергії в ЕМП індукторного типу. Обчислення електромагнітного моменту в ЕМП з пасивним ротором. Оцінка ефективності вентильного реактивного двигуна за створюваним електромагнітним моментом.	2	2
6.	Методика проектування явнополюсних вентильних реактивних двигунів з буферами енергії. Пошук геометрії зубцевої зони псевдо-U-подібного статора. Обчислення магнітної провідності повітряного проміжку з двобічною зубчатістю. Розрахунок перехідних процесів комутації струму секції та напруги на буферному конденсаторі.	2	2
7.	Математична модель вентильного реактивного двигуна для статичних характеристик. Виведення основних розмірів. Врахування зміни насичення сталі магнітопроводу.	2	2
8.	Автоматизована система проектування вентильних реактивних двигунів з буферами енергії. Структура системи. Підсистема проектування. Підсистема перевіркового розрахунку.	2	2
9.	Математичне моделювання електромеханічних процесів у вентильних реактивних двигунах з буферами енергії. Апроксимація магнітних характеристик магнітопроводу ЕМП ВРД. Математичні моделі окремих елементів	2	2
10.	Спосіб представлення дискретності схеми сполучень секції вентильного двигуна. Застосування методу інвертування диференціальних рівнянь під час моделювання електромеханічних процесів у ВД.	2	2
11.	Математичні моделі вентильних реактивних двигунів з послідовними буферами енергії в кожній секції. Принципова електрична схема двигуна. Його математична модель. Приклад розрахунку динамічних та квазіусталених режимів роботи двигуна.	2	2
12.	Математичні моделі вентильних реактивних двигунів з послідовними буферами енергії. Математична модель вентильного реактивного двигуна з послідовним буфером й окремими підживлювальними ключами, з послідовним буфером й спільним підживлювальним ключем.	2	2
13.	Математичні моделі вентильних реактивних двигунів з паралельним буфером енергії. Структура схеми сполучення секцій. Математична модель вентильного реактивного двигуна з	2	2

	паралельним буфером енергії й окремими підживлювальними ключами та з спільним колом форсування.		
14.	Автоматизована система досліджень ВРД з послідовними й паралельними ємнісними буферами енергії. Структура та характеристика системи. Технологія постановки математичного експерименту. Ілюстрація роботи системи.	2	2
15.	Характеристики та властивості вентильних реактивних двигунів з буферами енергії. Дослідження пульсацій електромагнітного моменту ВРД з буферами енергії. Дослідження використання активної частини та коефіцієнта віддачі.	2	2
Усього годин		30	30

4.2. Лабораторні заняття

№ з/п	Назви тем	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Дослідження робочих характеристик вентильного реактивного двигуна з послідовним ємнісним нагромаджувачем засобами комп'ютерного симулювання.	4	4
2.	Експериментальні дослідження характеристик вентильного реактивного двигуна з послідовним ємнісним нагромаджувачем.	4	4
3.	Дослідження електромеханічних процесів у вентильному реактивному двигуні засобами комп'ютерного симулювання.	4	4
4.	Експериментальні дослідження характеристик вентильного двигуна зі збудженням від постійних магнітів.	4	4
Усього годин		16	16

4.3. Самостійна робота

№ з/п	Найменування робіт	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Вивчення теоретичного курсу	54	54
2.	Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	26	26
3.	Підготовка до лабораторних занять	25	25
Усього годин		105	105

5. Методи діагностики знань

Оцінювання знань забезпечується поточним контролем та семестровим контролем. Поточний контроль – підготовка, виконання та захист лабораторних робіт. Екзаменаційний контроль здійснюється в період сесії в письмово-усній формі.

Поточний контроль на лабораторних заняттях проводиться з метою виявлення готовності студента до занять у таких формах:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- фронтальна перевірка виконання попередньої лабораторної роботи;
- оцінка активності студента у процесі занять, внесених пропозицій, оригінальних рішень, уточнень і визначень, доповнень попередніх відповідей і т. ін.

6. Критерії оцінювання результатів навчання студентів

Розподіл балів у 100-бальній шкалі						
Поточний контроль						
Лабораторні заняття	Практичні (семінарські) заняття	РГР	КР	Разом балів (ПК)	Контрольний захід (ЗК)	Разом за дисципліну (ПК+ЗК)
1	2	3	4	5	6	7
32	-	-	-	32	68	100

7. Навчально-методичне забезпечення

1. Ткачук Василь. Електромеханотроніка: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. - 440 с.
2. Ткачук Василь. Електромеханотроніка: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2001. - 404 с.
3. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Конспект лекцій. - Львів. Рукопис, 2000. - 220 с.
4. Дискретні давачі положення ротора вентильних двигунів. Дослідження вихідних характеристик та схем формування вихідних сигналів. Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт з предмета „Механотроніка”. Укл. Ткачук В.І., Осідач Ю.В. – Львів: Видавництво Державного університету „Львівська політехніка”. 2000, - 20 с.
5. Вентильні реактивні двигуни постійного струму. Дослідження характеристик. Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт з предмета „Механотроніка”. Укл. Ткачук В.І., Осідач Ю.В. – Львів: Вид-во Держ. університету „Львівська політехніка”. 2000, - 20 с.
6. Вентильні двигуни постійного струму. Дослідження характеристик. Методичні вказівки до циклу лабораторних робіт з предмета „Електромеханотроніка”. Укл. Ткачук В.І., Осідач Ю.В. – Львів: Вид-во Державного університету „Львівська політехніка”. 2000, - 10 с.
7. Дослідження послідовного широтно-імпульсного регулятора напруги і обмеження струму. Методичні вказівки до лабораторної роботи. Укл. Ткачук В.І. Рукопис.

8. Рекомендована література

Базова

1. Коськин Ю.П. Введение в электромеханотронику. Санкт-Петербург. Энергоатомиздат, 1991. -192 с.
2. Овчинников И.Е., Лебедев Н.И. Бесконтактные двигатели постоянного тока. - Л.: Наука, 1979. - 270 .
3. Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины. М.: Высш. шк., 1990. - 416 с.
4. Управляемые бесконтактные двигатели постоянного тока. / Н.П.Адволоткин, В.Т.Гращенко, Н.И.Лебедев и др. - Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 160 с.
5. Ледовский А.Н. Электрические машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 168 с.
6. Свечарник Д.В. Электрические машины непосредственного привода. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 208 с.
7. Вентильные электродвигатели малой мощности для промышленных роботов. / В.Д.Косулин, Г.Б.Михайлов, В.В.Омельченко, В.В.Путников. - Л.: Энергоатомиздат, 1988, - 184 с.
8. Зиннер Л.Я., Скороспешкин А.И. Вентильные двигатели постоянного тока и переменного тока. - М.:Энергоиздат, 1981. - 136 с.

Допоміжна

1. Теорія та синтез вентильних двигунів постійного струму: монографія / В.І.Ткачук, І.Є.Біляковський, О.В.Макарчук, Л.В.Каша, О.В.Грещук. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 288 с.
2. Копылов И.П., Фрумин В.Л. Электромеханическое преобразование энергии в вентильных двигателях. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 168 с.

3. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 234 с.
4. Дубенский А.А. Бесконтактные двигатели постоянного тока. - М.: Энергия, 1967. - 145 с.
5. Кенио Т., Нагамори С. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 184 с.
6. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 168 с.
7. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. / Под ред. М.Г.Чиликина. - М.: Энергия, 1971. - 624 с.
8. Сабинин Ю.А., Кулешов В.И., Шмырева М.М. Автономные дискретные электроприводы с силовыми шаговыми двигателями. - Л.: Энергия, 1980. - 160 с.
9. Конюхов Н.Е., Медников Ф.М., Нечаевский М.Л. Электромагнитные датчики механических величин. - М.: Машиностроение, 1987. - 256 с.

9. Інформаційні ресурси

Сайт vns.lp.edu.ua – віртуальне навчальне середовище Львівської політехніки (Інститут енергетики і систем керування – Електромеханіка)

10. Узгодження з іншими навчальними дисциплінами

№ з/п	Назва навчальної дисципліни, щодо якої проводиться узгодження	Прізвище та ініціали викладача	Підпис
1.	FEM-аналіз в задачах електромеханіки	Макарчук О. В.	
2.			
3.			

11. Зміни та доповнення до робочої програми навчальної дисципліни

№ з/п	Зміст внесених змін (доповнень)	Дата і № протоколу засідання кафедри	Примітки
1			
2			
3			