

Вінницький національний технічний університет
Кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості
і на транспорті
Факультет електроенергетики та електромеханіки

СИЛАБУС
з вибіркової навчальної дисципліни
«Сучасні системи керування електромеханічними системами»
II (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань **14 – Електрична інженерія**

Спеціальність **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Спеціалізація – **Електромеханічні системи автоматизації та електропривод**

Викладач: **к.т.н., доцент Розводюк М. П.**

Мова викладання: **українська**

2019 рік

1. Опис навчальної дисципліни

	Денне	Заочне
Семестр	1	1
Кредитів	3	3
Всього годин	90	90
Лекцій, год	27	10
Лабораторних занять, год.	18	5
Практичних занять, год.	–	–
Курсовий проект	–	–
Контрольна робота	–	+
Самостійна робота, год	45	75
Вид контролю	Диф. залік	Диф. залік

2. Передумови для вивчення

Дисципліна «Сучасні системи керування електромеханічними системами» базується на знаннях та вміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія автоматичного керування», «Електричні машини», «Електричні апарати», «Теорія електропривода», «Силові перетворювачі автоматизованих електроприводів», «Аналогова та цифрова схемотехніка», «Системи керування електроприводами».

Матеріал, що вивчається, забезпечує основу для написання дипломного проекту.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни. Ознайомити студентів із найсучаснішими автоматизованими системами керування електроприводами, які використовуються в народному господарстві нашої країни і за кордоном, вивчити будову цих систем керування електроприводами, їх властивості і характеристики, способи регулювання координат; методи синтезу регуляторів; методи оптимізації роботи систем; методи аналізу статичних і динамічних процесів для різних виробничих механізмів.

Завдання вивчення дисципліни. Навчити студентів ідентифікувати автоматизовані системи керування електроприводами, знати їх принципи побудови, властивості й характеристики, способи регулювання координат, методи синтезу регуляторів, методи оптимізації роботи систем, методи аналізу статичних і динамічних процесів для різних виробничих механізмів.

Програмні результати вивчення дисципліни. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

– **знати** методи побудови та особливості розрахунків систем керування електроприводами; статичні і динамічні характеристики систем керування електроприводами постійного та змінного струму; способи регулювання координат електроприводу; особливості оптимізації контурів систем керування електроприводами за різними критеріями;

– **вміти** досліджувати, розраховувати, проектувати та налагоджувати розімкнені та замкнені контури систем керування електроприводами постійного і змінного струму; вибрати конкретну апаратуру для реалізації різних контурів регулювання для конкретного виконавчого механізму.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач освіти в результаті вивчення дисципліни. Здатність ідентифікувати системи керування електроприводами, знати їх принципи побудови, властивості й характеристики, способи регулювання координат, методи синтезу

регуляторів, методи оптимізації роботи систем, методи аналізу статичних і динамічних процесів для різних виробничих механізмів.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих проблем курсу, підготовка до колоквиумів, написання контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), підготовка до лабораторних занять, колоквиумів, тестування, диференційного заліку.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Системи векторного керування частотно-регульованого асинхронного електропривода

- Тема 1.** Поняття векторного керування (суть, способи отримання інформації про поточні значення і просторове положення векторів змінних АД, способи живлення АД, припущення при математичному описі електромагнітних процесів в АД, формування моменту АД, інтерпретація АД як еквівалентної МПС, технічна реалізація векторного керування АД, орієнтація системи координат x , y за потокозчепленням ротора, фізичний смисл векторного керування АД по аналогії з керуванням ДПС).
- Тема 2.** Структурна схема АД при керуванні за вектором потокозчеплення ротора (динамічні властивості АД з КЗР, електромагнітний момент АД, структурна схема АД при орієнтації системи координат x , y за потокозчепленням ротора).
- Тема 3.** Система керування з прямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора АД (функціональна схема системи керування швидкості АД з керуванням за потокозчепленням його ротора, структурна схема системи ПЧ-АД при орієнтації координат x , y за потокозчепленням ротора, оптимізація контурів).
- Тема 4.** Система керування з непрямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора АД (особливості застосування, функціональна схема системи керування з непрямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора АД).

Змістовий модуль 2. Системи керування ЕП на базі фаззі-контролерів

- Тема 5.** Загальні відомості про нечітку логіку (визначення нечіткої множини, функції належності нечіткої множини: кусково-лінійні, Z-подібні і S-подібні, П-подібні, основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями: логічне заперечення, логічна кон'юнкція, логічна диз'юнкція, операції над нечіткими множинами: рівність і домінування нечітких множин; операції перетину, об'єднання і різниці нечітких множин).
- Тема 6.** Основи побудови нечітких регуляторів (нечіткі оператори, трикутна норма (Т-норма), трикутна конорма (Т-конорма), основи проектування нечіткого регулятора, визначення лінгвістичних змінних, алгоритм нечіткого виведення, формування бази правил нечіткого виведення, фазифікація, агрегування як етап інференції, активізація (імплікація) як етап інференції, акумуляція як етап інференції, способи усунення нечіткості (дефазифікація), основні етапи проектування нечітких регуляторів, класичний регулятор (алгоритм Мамдані), регулятор Такагі-Сугено-Канга (алгоритм Сугено).
- Тема 7.** Застосування fuzzy-logic регуляторів (загальний підхід, приклади реалізації).

Змістовий модуль 3. Системи керування ЕП на базі нейронних мереж

- Тема 8.** Загальні відомості про нейронні мережі.
- Тема 9.** Особливості побудови нейронних мереж, їх навчання.

Тема 10. Нейронні регулятори (регулятор з прогнозуванням нейронної мережі, регулятор NARMA-L2 нейронної мережі, регулятор на основі еталонної моделі нейронної мережі).

5. Теми лабораторних занять

1. Дослідження векторної системи ПЧ-АД керування з прямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора АД.
2. Дослідження векторної системи ПЧ-АД керування з непрямою орієнтацією за вектором потокозчеплення ротора АД.
3. Дослідження СКЕП з фаззі-регулятором.
4. Дослідження СКЕП, побудованих на базі нейронних мереж.

6. Індивідуальні завдання

6.1. Контрольна робота

(для студентів заочної форми навчання)

Контрольна робота вводиться для закріплення теоретичних знань та набуття практичних навичок розрахунку систем керування електроприводів.

Контрольна робота складається з двох комплексних задач. Завдання сформульовано таким чином що охоплює весь матеріал, що вивчається в першій частині дисципліни.

Об'єктом розрахунків є система керування електроприводами змінного струму (задача №1) та фаззі-регулятора динамічної системи (задача №2), які використовуються для приведення в рух окремих елементів або всього виробничого механізму.

На контрольну роботу відводиться 15 годин СРС.

Об'єм роботи 15-20 сторінок з відповідними графічними ілюстраціями.

Задача №1 складається з таких основних розділів:

- *коротка характеристика електроприводу виробничого механізму і режимів його роботи;*
- *вибір комплектної апаратури СКЕП;*
- *розрахунок контурів регулювання СКЕП;*
- *розрахунок та побудова статичних характеристик СКЕП;*
- *розрахунок динамічних характеристик СКЕП.*

Графічний матеріал розміщується в основному тексті. Обов'язковими ілюстраціями є:

- *структурна схема СКЕП;*
- *графіки перехідних процесів.*

Задача № 2 містить такі основні розділи:

- *лінгвістичний опис задачі керування;*
- *вибір функцій належності;*
- *формулювання нечітких правил функціонування системи;*
- *розрахунок нечіткого регулятора за алгоритмом Мамдані;*
- *моделювання розрахованих процесів в середовищі MATLAB.*

7. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, лабораторні роботи.

8. Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час лабораторного заняття, тестування,

колоквіумів, одна контрольна робота (для студентів заочної форми навчання), диференційний залік.

9. Оцінювання результатів навчання

Вид роботи	Модуль	
	1	2
1. Виконання та захист лабораторних завдань / 1 завдання /	2×10	2×10
2. Колоквіуми / 1 колоквіум /	17	18
Всього	37	38
Диференційний залік	25	
Сума	100	

10. Політика курсу

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись таких положень Кодекс етики ВНТУ, Положення про академічну доброчесність студентів та науково-педагогічних працівників ВНТУ, Положення про рейтингову систему оцінювання досягнень студентів у ВНТУ та розуміють, що за їх порушення несуть особисту відповідальність.

11. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Базова

1. Грабко В. В. Системи керування електроприводами. Розрахунок системи підпорядкованого керування електроприводом постійного струму. Курсове та дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, В. В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 89 с.
2. Усольцев А. А. Векторное управление асинхронными двигателями / А. А. Усольцев. – С-П.: ГИТМО, 2002.
3. Рудаков В. В. Асинхронные электроприводы с векторным управлением / В. В. Рудаков, И. М. Столяров, В. А. Дартау. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. Отд-ние, 1987. – 136 с.
4. Терехов В. М. Системы управления электроприводов : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
5. Толочко О. І. Аналіз та синтез електромеханічних систем зі спостерігачами стану навчальний посібник / О. І. Толочко. – Донецьк: ООО «НОРД Комп'ютер», 2004. – 298 с.
6. Півняк Г. Г. Сучасні частотно-регульовані асинхронні електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією / Г. Г. Півняк, О. В. Волков. – Дніпропетровськ, НГУ, 2006. – 470 с.
7. Ротштейн А. П. Нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. Интеллектуальные технологии в идентификации / А. П. Ротштейн. – Винница, 1999.
8. Голуб А. П. Системи керування електроприводами : навч. посібник / А. П. Голуб, Б. І. Кузнецов, І. О. Опришко, В. П. Соляник. – К. : НМК ВО, 1992. – 352 с.
9. Попович М. Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи : навчальний посібник/ М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков та ін.; За ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.

10. Слежановский О. В. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями / О. В. Слежановский, Л. Х. Дацковский, И. С. Кузнецов и др. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 256 с.
11. Перельмутер В. М. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока / В. М. Перельмутер, В. А. Сидоренко. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
12. Дьяконов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.
13. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
14. Зеленев А. Б. Синтез та цифрове моделювання систем управління електроприводів постійного струму з вентильними перетворювачами : навчальний посібник / А. Б. Зеленев, І. С. Шевченко, Н. І. Андрєєва. – Алчевськ: ДГМІ, 2002. – 400 с.
15. Плахтина О. Г. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи / О. Г. Плахтина, С. С. Мазепа, А. С. Куцик. – Львів: Видавництво НУ"ЛП", 2002. – 228 с.
16. Півняк Г.Г., Тадеушевич Р., Ткачов В.В. та ін. Комп'ютерне моделювання та розрахунок перехідних процесів в автоматичних системах: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НГУ, 2003. – 338 с.

Допоміжна

1. Фишбейн В. Г. Расчет систем подчиненного регулирования вентильного электропривода постоянного тока / В. Г. Фишбейн. – М. : Энергия, 1972. – 136 с.
2. Казачковський М.М. Комплектні електроприводи : навчальний посібник / М. М. Казачковський. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2003. – 226 с.
3. Акимов Л. В. Динамика двухмассовых систем с нетрадиционными регуляторами скорости и наблюдателями состояния : монографія / Л. В. Акимов, В. И. Колотило, В. С. Марков. – Харьков : ХГПУ, 2000. – 93 с.
4. Рогачов О. І. Оптимальне керування в прикладах і задачах : навчальний посібник / О. І. Рогачов. – К. : ІСДО, 1995. – 272 с.
5. Перельмутер В. М. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока / В. М. Перельмутер, В. А. Сидоренко. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
6. Евзеров И.Х. Комплектные тиристорные электроприводы : справочник / И. Х. Евзеров, А. С. Горобец, Б. И. Мошкович и др.; Под ред. В. М. Перельмутера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.
7. Акимов Л. В. Электромеханические системы скорости и положения с наблюдателями состояния. Монография / В. И. Колотило/ – Харьков: ХГПУ, 1999. – 81 с.
8. Лозинський А. Розв'язування задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB : навчальний посібник / А. Лозинський, В. Мороз, Я. Паранчук. – Львів: Видавництво НУ"ЛП", 2000. – 166 с.

Інформаційні ресурси

1. В. В. Грабко, М. П. Розводюк, В. В. Грабко. Системи керування електроприводами. Розрахунок системи підпорядкованого керування електроприводом постійного струму. Курсове та дипломне проектування : електронний навчальний посібник [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://posibnyky.vntu.edu.ua> (дата звернення 07.10.2012). – Назва з екрана. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 37574 від 23.03.2011 року.