

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

СИЛАБУС

з дисципліни (вибіркова)

«ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ І СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ»

III рівень вищої освіти (ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ)

Галузь знань **14 – Електрична інженерія**
Спеціальність **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**
Спеціалізація – **Електромеханічні системи автоматизації та електропривод**
Викладач: **д.т.н., професор Грабко В. В.**
Мова викладання: **українська**

Семестр – **4**
Кредитів ЕКТС – **4**
Лекцій – **24 год.**
Практичних – **16 год.**
Лабораторних – **не передбачено**
Курсовий проект – **не передбачено**
Самостійна робота – **80 год.**
Вид контролю: **диференційований залік**

Схвалено на засіданні кафедри ЕМСАПТ,
протокол № 14 від 11.05.2020 р.

Затверджено на засіданні методичної ради ВНТУ,
протокол №12 від 18.06.2020 р.

2020 рік

Передумови для вивчення – Освітній компонент базується на знаннях, отриманих під час вивчення циклу дисциплін магістерської підготовки. Опанування дисципліни передбачає вивчення нормативної бази та наукової літератури, оволодіння компетентностями дослідника у галузі електротехнічних комплексів і систем перетворення енергії відновлювальних джерел.

Мета вивчення дисципліни полягає у формуванні загального розуміння організації електротехнічних комплексів та систем, вивчення найважливіших принципів, підходів та методів моделювання предметної області; основ підходів та організації всього різноманіття електротехнічних комплексів і систем, ознайомлення із найважливішими сучасними електротехнічними комплексами і системами та перспективами їх розвитку і застосування в задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Компетентності:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, формування системного наукового світогляду.

K05. Здатність виявляти та вирішувати науково-практичні проблеми, ставити та розв'язувати задачі дослідницького характеру, приймати обґрунтовані рішення та самостійно працювати над їх практичною реалізацією.

ФК1. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.

ФК2. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК5. Здатність застосовувати відповідні математичні методи, комп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для розв'язання завдань в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК7. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки з використанням комп'ютерного моделювання.

ФК8. Здатність розробляти програмне та апаратне забезпечення комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем.

ФК9. Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованого розроблення або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК11. Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем.

ФК14. Здатність демонструвати обізнаність з питань надійності та ефективності функціонування електроенергетичних та електротехнічних систем з відновлюваними джерелами енергії, що зумовлені необхідністю забезпечення сталого розвитку.

Програмні результати навчання:

ПР05. Уміти прогнозувати тенденції розвитку в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР06. Уміти аналізувати інженерні продукти, процеси та системи за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

ПР07. Уміти виконувати постановку, формулювання і розв'язання завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

ПР08. Уміти проектувати та розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.

ПР10. Володіти сучасними методами та розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

ПР18. Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

Тематика

Змістовий модуль 1. Елементи електротехнічних комплексів.

Тема 1. Електромагнітні перетворювачі. Трансформатори, їх види і режими роботи. Реактори для кіл змінного та випрямленого струму.

Тема 2. Електричні машини, їх види та режими роботи. Асинхронні двигуни. Електромагнітний момент, витрати енергії, коефіцієнт корисної дії. Робочі та пускові характеристики. Синхронні двигуни. Електромагнітний обертальний момент. Робочі та пускові характеристики. Двигуни постійного струму. Електромагнітний момент. Робочі характеристики двигунів постійного струму паралельного, послідовного та змішаного збудження.

Тема 3. Напівпровідникові перетворювачі. Некеровані випрямлячі змінного струму. Керовані вентильні випрямлячі однофазного та трифазного струму.

- Тема 4.** Інвертори напруги та струму. Резонансні інвертори. Тиристорні та транзисторні перетворювачі частоти змінного струму.
- Тема 5.** Напівпровідникові регулятори напруги. Стабілізатори напруги та струму. Системи керування напівпровідниковими перетворювачами.
- Тема 6.** Широтно-імпульсні перетворювачі. Системи імпульсно-фазового керування.
- Тема 7.** Активні фільтри. Фільтро-компенсуючі пристрої.
- Тема 8.** Електромеханічні пристрої автоматизованих електроприводів. Давачі та задавачі координат електроприводу.
- Тема 9.** Акумулятори і накопичувачі енергії для електроживлення (електрохімічні, електричні, електромеханічні): будова принцип роботи та основні показники.
- Тема 10.** Комутуючі елементи та їх характеристики. Роз'єднувачі і високовольтні вимикачі. Комутатори імпульсних джерел струму.

Змістовий модуль 2. Електромеханічні системи.

- Тема 11.** Системи типу "керований перетворювач-двигун" в електроприводах постійного та змінного струму і особливості регулювання моменту (струму) та швидкості в системах: "керований перетворювач - двигун постійного струму", "генератор-двигун", перетворювач частоти – асинхронний (синхронний) двигун, "тиристорний регулятор напруги - асинхронний двигун".
- Тема 12.** Системи підпорядкованого керування координат електромеханічних систем. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи. Принципи керування, (частотно-струмовий, скалярний та векторний).
- Тема 13.** Способи та схеми векторного керування асинхронним та синхронним електроприводом. Бездавачеві системи електроприводу змінного струму.
- Тема 14.** Регулювання положення. Автоматичне відпрацювання заданих переміщень. Слідкуючий електропривод. Ковзний режим слідкуючого електроприводу з релейним регулятором.
- Тема 15.** Динамічні режими роботи електроприводів. Динаміка електромеханічних систем із жорстким та пружним кінематичним зв'язком. Усталені режими роботи електроприводу.
- Тема 16.** Методи синтезу лінійних, нелінійних та дискретних систем автоматичного керування із заданими показниками якості динаміки та статички.
- Тема 17.** Адаптивні та робастні системи автоматичного керування. Застосування принципів адаптивного та робастного керування в електромеханічних системах.
- Тема 18.** Інтелектуальні системи керування на основі принципів нечіткої логіки та штучних нейронних мереж. Архітектура штучних нейронних мереж, структура фаззи- та нейро-фаззи регуляторів. Синтез нейро- та фаззи-регуляторів.
- Тема 19.** Мікропроцесорне керування електромеханічними системами. Мікроконтролери. Сигнальні процесори.

Тема 20. Оптимізація технологічних режимів об'єктів керування, енерго- та ресурсозбереження засобами електроприводу.

Теми практичних занять

Тема 1. Особливості дослідження електричних машин
Тема 2. Особливості дослідження інверторів напруги та струму
Тема 3. Особливості дослідження систем імпульсно-фазового керування
Тема 4. Аналіз побудови та налаштування активних фільтрів
Тема 5. Аналіз побудови сенсорів електротехнічних комплексів
Тема 6. Дослідження роботи комутуючих елементів
Тема 7. Дослідження роботи систем підпорядкованого керування координат електромеханічних систем
Тема 8. Дослідження роботи систем векторного керування асинхронним та синхронним електроприводом
Тема 9. Дослідження інтелектуальних систем керування на основі принципів нечіткої логіки
Тема 10. Дослідження інтелектуальних систем керування на основі штучних нейронних мереж

Теми для самостійної роботи

Тема 1. Нетрадиційні електромеханічні системи. Вітрогенераторні системи з постійною та змінною швидкостями турбіни. Структури систем оптимального керування вітрогенераторними установками. П'єзо-електричні перетворювачі та їх застосування в електромеханічних системах.
Тема 2. Електромеханічні системи з акумуляторами та накопичувачами енергії. Енергетична ефективність процесів заряджання і розряджання.
Тема 3. Електромеханотронні перетворювачі з погляду функціональної електромеханіки, енергетична та інформаційна підсистеми електромеханотронних перетворювачів. Пристрої перетворення, діагностування, захисту електромеханотронних перетворювачів, їхні основні функції, складові та технічні засоби.
Тема 4. Налагоджувальні стимуляційні системи потужних електромеханічних та електротехнічних систем та їх елементів. Системи діагностики електроприводів.
Тема 5. Характеристика джерел енергії, типи та основні параметри первинних перетворювачів електричної енергії для автономних систем живлення стаціонарних та рухомих об'єктів. Типи електричних генераторів та структури систем автоматичного керування електрогенераторними установками з теплоенергетичним, вітровим та

водяним рушієм. Електрохімічні генератори на паливних комірках.

Тема 6. Цифрові та аналогові системи автоматизації електротехнічних та електротехнологічних комплексів. Типові структури аналогових та цифрових систем керування. Аналогові та дискретні задавачі та виконавчі механізми. Дискретизація аналогових сигналів. Перетворення аналогових та цифрових сигналів. Аналогова та цифрова фільтрація. Аналогові та цифрові ПІД-регулятори, їх моделі та реалізація. Логічні контролери.

Тематика курсового проектування

Курсового проекту не передбачено

Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачена контрольна робота (для здобувачів заочної форми навчання). Крім того, за рішенням кафедри здобувачі готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

Контроль

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного заняття, тестування, колоквіумів та контрольних робіт, диференційованого заліку. Залік може проводитись у вигляді усного опитування та/або тестів.

Оцінювання результатів навчання

Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль 1	Модуль 2
1. Індивідуальні завдання	10	10
2. Контрольні роботи	15	15
3. Активність під час занять	5	5
4. Колоквіум	20	20
Всього	50	50

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.

Базові інформаційні ресурси

1. Теорія електроприводу. За ред. М.Г. Поповича. - Київ: "Вища школа", 1993. - 495 с.
2. Ключев В. И. Теория электропривода. - М: Энергоатомиздат, 2001. - 697 с.
3. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. - Київ, "Либідь", 2005. - 697 с.
4. Зеленов А. Б. Теория электропривода, ч. 1, 2 Алчевск, 2005, ч 1 - 394 с, ч.2 - 512 с.
5. Костинюк Л.Д, Мороз В. І., Паранчук Я.С. Моделювання електроприводів - Львів НУ "Львівська політехніка", 2004. - 404 с.
6. Попович М.Г., Ковальчук О.Б. Теорія автоматичного керування.- Київ "Либідь", 1997.-504 с.
7. Ткачук В. І. Електромеханотроніка. Підручник - Львів НУ "Львівська політехніка", 2006. - 440 с
8. Автоматизация типовых технологических процессов и установок: Учебник для вузов / А.М Коротин, Н.К. Петров, С.Н. Радимов, Н.К. Шапарев. - 2-ое изд, перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1988. - 432 с.
9. Башарин А. В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. - Л.
10. Ильинский Н.Ф., Рожанковский Ю.В, Горнов А. О. Энергосбережение в электроприводе. М.: Энергоатомиздат, 1989.
11. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. Учебник для вузов. М.: Энергия, 1980 - 360 с.
12. Слежановский О.В. и др. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильным преобразователем. М.: Энергоатомиздат, 1983. - 256 с.
13. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под. ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского –М.: Энергоатомиздат, 1983.
14. Півняк Г.Г., Волков О.В. Сучасні частотно-регулювальні електроприводи із широтно-імпульсною модуляцією. Монографія. –Дніпропетровськ. – НГУ, 2006. – 470 с.
15. Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления. / Под. ред. Егупова Н.Д. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744 с.
16. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети/ Винница "Универсум-Винница", 1999. – 320 с.
17. Методы современной теории автоматического управления. Учебник в 5-ти томах. // Под. ред. Егупова Н.Д. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
18. Борисов Б.П., Ватин Г.Я., Лоскутов А.Б., Шидловский А.К. Повышение эффективности использования электроэнергии в системах электротехнологии. - Киев: Наук, думка, 1990. - 240с.
19. Вербовок П.Ф., Заболотный А.П., Сьянов А.М. Асинхронные двигатели для тиристорного электропривода. - К.: Наук.думка, 1994. - 244с.

20. Микропроцессорные системы автоматического управления. / Под редакцией В.А Бесекерского. - Л.: Машиностроение, 1988.
21. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко Н.М. Основы преобразовательной техники: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1980. - 424с.
22. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ. М-: Энергоатомиздат, 1990. - 416с.
23. Системи керування електроприводами: Навч. посібник / А.П.Голуб та ін. - К.: НМК ВО, 1992. - 352 с.
24. Мокін Б.І., Мокін В.Б. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів. Частина 1. Ідентифікація електромеханічних процесів в лінійних детермінованих системах з зосередженими параметрами: Навчальний посібник. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 1998. – 153 с.
25. Зимин Е.Н., Яковлев В. И. Автоматическое управление электроприводами. - М.: Высшая школа, 1979. - 318 с.

Додаткові інформаційні ресурси

1. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина I. Машини постійного струму: навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, І. В. Грабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 86 с.
2. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина III. Асинхронні машини: навчальний посібник / М. П. Розводюк, С. М. Левицький, М. О. Казак. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 197 с.
3. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори: навчальний посібник / М. П. Розводюк, С. М. Левицький. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 219 с.
4. Виглеб Г. Датчики. Пер. с нем. / Г. Виглеб. – М.: Мир, 1989. – 196 с.
5. Титце У. Полупроводниковая схемотехника. Справочник / У. Титце, К. Шенк. – М.: Мир, 1983. – 512 с.
6. Хоровиц П. Искусство схемотехники: В 2-х томах. Пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Мир, 1983. – Т.1. 598 с.

Електронні ресурси

1. Електротехнологічні установки та системи. Курс лекцій <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37602>
2. Силові електронні пристрої в системах керування: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/14467>
3. Сучасні електромехатронні комплекси і системи: навчальний посібник <http://eprints.kname.edu.ua/52800/>