Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут, автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної, методичної та виховної роботи
_____О.А.Лагоднюк
"___"_____ 2019р.

04-03-118

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
PROGRAM OF THE DISCIPLINE
«Силова напівпровідникова техніка»
Semiconductor power technics

Сспеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

speciality 141 «Electrical power engineering, electrotechnics and electromechanics»

Рівне – 2019

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Робоча програма навчальної дисципліни «Силова напівпровідникова техніка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне: НУВГП, 2019. – 16 с.

Розробник: І. С. Аврука, старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від "30" серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри _____ д.т.н., проф. Древецький В.В.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Керівник групи забезпечення _____ д.т.н., проф. Василець С.В.

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ АКОТ

Протокол від "30" серпня 2019 року № 1

Голова науково-методичної ради з якості ННІ АКОТ _____ Тадеєв П.О.

©І.С. Аврука, 2019 р.
©НУВГП, 2019 р.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ВСТУП

Робоча програма дисципліни “ Силова напівпровідникова техніка” спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» відноситься до циклу дисциплін загально-професійної підготовки бакалавра та складена відповідно до освітньої програми спеціальності 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.

Предметом вивчення дисципліни „Силова напівпровідникова техніка” є сучасні прилади і пристрої силової електроніки в енергетичних системах і комплексах. Отримані в результаті теоретичні знання і практичні навички використовуються при виконанні дипломної роботи бакалавра та дають змогу фахівцям у галузі електроенергетики ефективно вирішувати професійні завдання різної складності.

Вивчення даної дисципліни опирається на знання отримані із попередніх курсів**: ”**Електричні системи та мережі**”,** **”**Промислова електроніка”, “Перехідні процеси в електроенергетиці ”.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Анотація

Програмою передбачено вивчення характеристик силових напівпровідникових приладів, високоефективних пристроїв перетворення електричної енергії, принципів використання силової електроніки в сучасних системах електропостачання.

Ключові слова: силові напівпровідникові прилади, перетворювачі електричної енергії, компенсатори миттєвої потужності, силові активні фільтри.

Abstract

The program provides for the study of the characteristics of power semiconductor devices, high-efficiency devices for the conversion of electrical energy, principles of the use of power electronics in modern power supply systems.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Keywords: power semiconductor devices, converters of electric energy, instantaneous power compensators, power active filters

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів, відповідних ECTS: 4</td><td rowspan="11">Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: Бакалавр</td><td colspan="2">Обов'язкова нормативна</td></tr>
<tr><td>Модулів: 2</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів: 4</td><td>4 (за скороченим терміном)</td><td>4 (за скороченим терміном)</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин:120</td><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Тижневих годин:
2 години – лекція
2 години – практична робота
2 години – лабораторна робота
4 години – самостійна робота студентів</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції:</td></tr>
<tr><td>24 год.</td><td>2 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні:</td></tr>
<tr><td>16 год</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні:</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота:</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td>112</td></tr>
<tr><td colspan="2">ІНДЗ:</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Вид контролю:
7 семестр – залік</td><td>Вид контролю:
7 семестр – залік</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості аудиторних годин до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –33 % до 73 %;

для заочної форми навчання – 7 % до 93 %.

Національний університет водного господарства та природокористування

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – є формування у студентів сучасного рівня знань, уміння і навичок використання сучасної елементної бази та пристроїв силової напівпровідникової техніки.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

знати: елементну базу силової електроніки; будову та принцип дії статичних перетворювачів електричної енергії, методи підвищення економічності і якості електропостачання засобами силової електронної техніки;

вміти: застосовувати набуті знання для аналізу роботи і експлуатації сучасних силових електронних пристроїв, обгрунтовувати вибір нових засобів силової електронної техніки для впровадження в енергетичні системи і комплекси;

мати навички*:* вибору силових елементів за функціональними вимогами, аналізу структури електронних схем, моделювання систем силової електроніки, налаштування мікропроцесорних силових електронних перетворювачів, виявлення недоліків в електронних пристроях та електричних системах.

Національний університет водного господарства та природокористування

Роль у підготовці майбутніх фахівців. Отримані в даному курсі знання використовуються при розробленні та експлуатації електронних пристроїв, виборі силових елементів за функціональними вимогами до пристроїв, впровадженні систем силового живлення та вирішення задач прикладного характеру в сучасних енергетичних системах і комплексах.

Вимоги до навчальної підготовки студентів. Для успішного опанування даної дисципліни студентам необхідні знання з електротехніки, системного аналізу, промислової електроніки та перехідних процесів в енергетичних системах.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ І. Активні елементи силової електроніки

Змістовий модуль 1. Силові напівпровідникові прилади

Тема 1. Силова електроніка в енергетиці. Концепції розвитку. Силова електроніка в перетворювальних системах. Силові електронні пристрої в інтелектуальних системах електропостачання.

Тема 2. Діоди і тиристори. Випрямні діоди. Світлодіоди. Супресори. Частково керовані тиристори. Повністю керовані тиристори.

Тема 3. Силові транзистори. Структура і характеристики транзисторів. Ключі на польових транзисторах (MOSFET-транзисторах) та біполярних транзисторах з ізольованим затвором (IGBT- транзисторах).

Змістовий модуль 2. Схеми керування силовими напівпровідниковими приладами

Тема 4. Схеми керування тиристорами. Вертикальний принцип фазово-імпульсного керування. Регулювання напруги змінного струму. Цифрові системи керування тиристорами.

Тема 5. Схеми керування транзисторами. Види широтно-імпульсної модуляції. Регулювання напруги постійного струму. Драйвери польових транзисторів та біполярних транзисторів з ізольованим затвором.

Тема 6. Накопичувачі енергії і напівпровідникові модулі. Супер-конденсатори. Супер-акумулятори. Твердотільні реле. Регулятори потужності.

МОДУЛЬ ІІ. Перетворювальні системи силової електроніки

Змістовий модуль 3. Напівпровідникові перетворювачі електричної енергії

Тема 7. Керовані випрямлячі. Однофазні керовані випрямлячі. Багатофазні керовані випрямлячі.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Тема 8. **Статичні інвертори.** Автономні інвертори. Однофазні інвертори. Трифазні інвертори.

Тема 9. **Мережеві інвертори.** Принципи роботи мережевих інверторів. Однофазні мережеві інвертори. Трифазні мережеві інвертори.

Тема 10. **Системи керування електропривода.** Перетворювачі частоти електропривода. Векторні перетворювачі частоти. Пристрої плавного пуску.

Змістовий модуль 4. Електронні пристрої електричних мереж

Тема 11. Статичні компенсуючі пристрої. Компенсатори миттєвої реактивної потужності. Компенсатори пульсацій активної потужності.

Тема 12. **Активні силові фільтри.** Електромагнітна сумісність пристроїв. Структурна схема активного силового фільтра. Конденсатори електричних мереж.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема	Кількість годин, відведених на:									
	Денна форма					Заочна форма				
	Лекції	Практичні заняття	Самостійну роботу	ІНДЗ	Всього	Лекції	Практичні заняття	Самостійну роботу	ІНДЗ	Всього
МОДУЛЬ І. Активні елементи силової електроніки										
Змістовий модуль 1. Силові напівпровідникові прилади										
Тема 1. Силова електроніка в енергетиці	2		6		5	0.16		9		1
Тема 2. Діоди і тиристори	2		6		8	0.16		9		1
Тема 3. Силові транзистори	2	2	6		10	0.16	0.5	9		1
Змістовий модуль 2. Схеми керування силовими напівпровідниковими приладами										
Тема 4. Схема керування тиристорами	2	2	6		10	0.16	0.5	9		1
Тема 5. Схеми керування транзисторами	2	2	7		11	0.16	0.5	9		1

Національний університет водного господарства та природокористування

Тема 6. Накопичувачі енергії і напівпровідникові модулі	2		7		9	0.16		9		
МОДУЛЬ ІІ. Перетворювальні системи силової електроніки										
Змістовий модуль 3. Напівпровідникові перетворювачі електричної енергії										
Тема 7. Керовані випрямлячі	2	2	7		11	0.16	0.5	9		1
Тема 8. Статичні інвертори	2	2	7		11	0.16	1	9		1
Тема 9. Мережеві інвертори	2	2	7		11	0.16	1	10		1
Тема 10. Системи керування електроприводa	2	2	7		11	0.16	1	10		1
Змістовий модуль 4. Електронні пристрої електричних мереж										
Тема 11. Статичні компенсуючі пристрої	2	2	7		11	0.2	1	10		1
Тема 12. Активні силові фільтри	2		7		9	0.2		10		
Всього	24	16	80		120	2	6	112		120

Національний університет водного господарства та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	*Тема*	*Кількість годин*	
		Денна ф.	Заочна ф.
1	Розрахунок ключів на біполярних транзисторах.	2	1.2
2	Розрахунок ключів на польових транзисторах.	2	1.2
3	Аналіз систем з фазово-імпульсним керуванням.	2	1.2
4	Аналіз систем з широтно-імпульсним керуванням.	2	1.2
5	Розрахунок керованого випрямляча.	2	1.2
6	Розрахунок інвертора.	2	
7	Розрахунок компенсатора реактивної потужності.	2	
8	Моделювання трифазного інвертора веденого електричною мережею.	2	
Всього		16	6

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	*Тема*	*Кількість годин*	
		Денна ф.	Заочна ф.
1	Характеристики силових елементів перетворювачів.	8	11
2	Методи моделювання пристроїв силової електроніки.	8	11
3	Імпульсні блоки живлення.	8	11
4	Згладжуючі фільтри.	8	11
5	Активні випрямлячі.	8	11
6	Багаторівневі інвертори.	8	11
7	Силові електронні модулі.	8	11
8	Аналізатори параметрів електричних мереж.	8	11
9	Електромагнітна сумісність силових пристроїв.	8	12
10	Силова електроніка в інтелектуальних системах електропостачання Smart Grid	8	12
Всього		80	112

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При викладанні навчальної дисципліни використовуються інформаційно-ілюстративний та проблемний методи навчання.

Лекції проводяться із використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією за допомогою цифрового проектора лекційного матеріалу (рисунків, схем, таблиць тощо).

Практичні заняття проводяться з метою закріплення знань, отриманих на лекціях, шляхом розрахунків електронних пристроїв та отримання практичних навиків.

8. Форми і методи контролю

3. Контроль за засвоєнням знань на практичних заняттях забезпечується перевіркою виконання домашніх завдань, активністю на заняттях.
4. Оцінка модульних контрольних робіт.
6. Підсумковий контроль проводиться у вигляді заліку.

Національний університет водного господарства та природокористування

9. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЩО ВИСТАВЛЯЮТЬСЯ СТУДЕНТАМ

8-ий семестр

Сума балів = 100.

- 100 – поточна робота;

Розподіл балів:

а) відвідування лекцій: 12 балів
1 бал за лекцію;
б) модульні контрольні роботи: 40 балів
1-й модуль 20 балів,
2-й модуль 20 балів;
в) практичні заняття : 48 балів

кожне практичне заняття оцінюються по 6 балів:

- 2 бали – контроль підготовки до заняття, знання теоретичного матеріалу (тестування);
- 2 бали – домашнє завдання;
- 2 бали – робота на занятті;

За участь у науково-дослідній роботі – 4 заохочувальних балів, які додаються до загальної суми, якщо вона менша 100.

Національний університет
та природокористування

Таблиця оцінювання за темами

Поточний контроль, практичні заняття, відвідування лекцій												Сума
Модуль I						Модуль II						100
ЗМ1			ЗМ2			ЗМ3			ЗМ4			
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	12	
8	8	9	8	8	9	8	8	9	9	8	8	
25			25			25			25			

Шкала оцінювання студентів заочної форми навчання

Модуль I	Модуль II	Усього
0-50	0-50	0-100

Шкали оцінювання
(залік)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Результат оцінювання (національна шкала)
90 – 100	зараховано
82 – 89	
74 – 81	
60 – 73	
60 – 63	
35 – 59	не зараховано з можливістю
0 – 34	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Національний університет водного господарства та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я.,ін. Основи технічної електроніки: у 2-х кн. Кн.2. Схемотехніка: Підручник. - Київ: Вища школа, 2007. – 510 с.

2. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: Навч. посібник/За ред. А.Г. Соскова. - 2-ге вид., випр.-Київ: Каравела, 2004. – 432 с.

3.Денисюк С.П. І.П. Радиш, В.М. Кабацій, Д.Г. Дерев'янко . Основи електротехніки та електропостачання. Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2012.-216 с.

4.Гончаренко, Б.М., Коновалов К.В Електроніка та мікросхемотехніка: навч. посіб. – Київ: НУХТ, 2006. – 565 с.

Допоміжна література

5. Іващук В.В. Силова електроніка [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» денної та заочної форм навчаня

6. Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом/ А.А. Бас, В.П. Миловзоров, А.К. Мусолин, Москва: Радио и связь, 2007 – 160 с.

7. Гоблик Н.М., Гоблик В.В. MATLAB в інженерних розрахунках. Навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей. . –Львів; НУ"Львівська політехніка", 2010. -132 с.

8. Зиновьев Г.С. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники (электроэнергетический аспект). – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 90 с.

9. Правила користування електричною енергією (ПКЕЕ), затверджені постановою Національної комісії з електроенергетики України (НКРЕ) від 31 липня 1996 року № 28 в редакції постанови НКРЕ від 22.08 2002 року № 928 с.

10. Б.О.Баховець. Автоматизований електропривод. Навчальний посібник. Рівне НУВГП, 2009. –96 с.

11. Б.О.Баховець, М.І.Клепач Електроніка і мікросхемотехніка. Лабораторні роботи: Навчальний посібник. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999 р. – 169 с.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Інформаційні ресурси

1. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.libr.rv.ua/
2. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka
   http://nuwm.edu.ua/MySql/page_lib.php
3. Офіційний сайт фірми Mathworks / [Електронний ресурс].– Режим доступу : http://www.mathworks.com/help/control/ref/pid.html
4. Е.И. Сокол, Г.Г.Жемеров, Д.В.Тугай, СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ «SMART GRID» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://eprints.kname.edu.ua/36225/1/05.pdf

Національний університет
водного господарства
та природокористування