


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**Національний авіаційний університет**

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету
речей

УЗГОДЖЕНО

Декан ФАЕТ


_____ І. Мачалін
«26» 10 2020 р.ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи

_____ 2020 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни****«Силова електроніка»**

Галузь знань: 17 «Електроніка і телекомунікації»
 Спеціальність: 171 «Електроніка»
 Освітньо-професійна програма: «Електронні системи»

Форма навчання	Сем.	Усього (годин/кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР. З.	Л.З	СРС	К.р	Форма сем. контролю
Денна:	4	180/6,0	32	32	16	100	-	Екзамен 4с
Заочна	4,5	180/6,0	8	8	2	162	Зк-5с	Екзамен 5с

Індекс: НБ-2-171-1/19-1.13
 НБ-2-171 -13/19-1.13

СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020



Робочу програму навчальної дисципліни «Силова електроніка» розроблено на основі освітньої програми та навчальних планів №НБ-2-171-1/19 та №НБ-2-171-1з/19 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка», освітньо-професійною програмою «Електронні системи» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:

доцент кафедри електроніки, робототехніки
і технологій моніторингу та інтернету речей

Р. Задорожній

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 171 «Електроніка» (освітньо-професійні програми «Електронні системи») – кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей, протокол № 16 від «18» 10 2020 р.

Завідувач кафедри

В. Шутко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 3 від «26» 10 2020 р.

Голова НМРР

О. Голубничий

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



ЗМІСТ

	сторінка
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1 Заплановані результати	4
1.2. Програма навчальної дисципліни	5
2. Зміст навчальної дисципліни	7
2.1. Структура навчальної дисципліни (тематичний план)	7
2.2. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)	8
2.3. Підготовка до екзамену	8
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	8
3.1. Методи навчання	8
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	8
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	8
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	9

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Силова електроніка»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор. 4 з 10	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Силова електроніка» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених розпорядженнями № 071/роз. від 10.07.2019 р., № 088/роз. від 16.10.2019 р. та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Заплановані результати.

Місце даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: дана навчальна дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та умінь, що формують профіль фахівця з електроніки в області електронних систем, приладів та пристроїв.

Метою викладання дисципліни є здобуття студентами теоретичних знань по фізичним принципам функціонування сучасної силовой електроніки, по її елементній базі, принципу дії, складу, схемо технічної та апаратної реалізація типових вузлів силовой перетворювальної техніки та пристроїв, які традиційно застосовуються в системах силовой електроніки. Також метою викладання дисципліни є виробка навиків: - вибору (згідно з вирішуваною задачею) відповідної елементної бази та схемотехнічних рішень, які забезпечують режими безпечної експлуатації напівпровідникових приладів; - розробки функціональних і принципів схем силових електронних пристроїв; - визначення параметрів, статичних або динамічних характеристик окремих елементів та силових електронних пристроїв шляхом математичного моделювання за допомогою спеціалізованих пакетів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є

- оволодіння сучасними методами та технологіями побудови пристроїв електроживлення електронних систем;
- вивчення схемних рішень основних функціональних вузлів пристроїв електроживлення електронних систем;
- оволодіння методами розрахунку окремих функціональних вузлів пристроїв електроживлення електронних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути наступні **компетентності**:


1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.

4. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на ефективність та результати інженерної діяльності в галузі електроніки.

5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернетресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Силова електроніка»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор. 5 з 10	

6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

10. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

Навчальна дисципліна «Силова електроніка»

базується на таких дисциплінах, як: «Вища математика», «Фізика», «Основи напівпровідникових матеріалів та приладів», «Теорія електричних кіл», «Основи цифрових систем», «Основи аналогової електроніки»;

пов'язана з такою дисципліною, як «Основи математичного моделювання процесів в електронних пристроях»;

є базою таких дисциплін як: «Мікрохвильова техніка», «Електронні системи», «Основи конструювання електронних пристроїв» та інших.

1.2. Програма навчальної дисципліни.

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

–навчального модуля №1 «Перетворювачі енергії на напівкерованих напівпровідникових ключах»;

–навчального модуля №2 «Перетворювачі енергії на повністю керованих напівпровідникових ключах»,

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.


Модуль 1. «Перетворювачі енергії на напівкерованих напівпровідникових ключах».

Тема 1. Вступ.

Мета і завдання дисципліни. Проблеми перетворення електричної енергії. Силова електроніка в перетворювальних системах. Класифікація та розподіл сигової електроніки. Основні фізичні принципи та процеси, конструкції і технології сучасної сигової електроніки.

Тема 2. Елементна база перетворювачів постійного і змінного струму.

Елементна база сучасної перетворювальної техніки. Класифікація напівпровідникових перетворювачів постійного і змінного струму. Класифікація силових діодів. Вольт-амперні характеристики діодів. Класифікація тиристорів. Вольт-амперні характеристики тиристорів. Увімкнення силових напівпровідникових приладів.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Силова електроніка»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор. 6 з 10	

Класифікація транзисторів. Вольт-амперні характеристики транзисторів. Робота транзистора в ключовому режимі. Ідеальні і типові характеристики перемикаючих пристроїв силової електроніки. Ідеальні і типові характеристики елементної бази силової електроніки. Режими роботи силових напівпровідникових приладів (максимально допустимі напруги, максимально допустимий струм навантаження, потужність втрат, тепловий опір). Аналітичні вирази для визначення режимів роботи силових напівпровідникових приладів. Матеріали силової електроніки.

Тема 3. Однофазні схем випрямлення.

Робота однонапівперіодної схеми випрямлення. Робота двонапівперіодної схеми випрямлення однофазного струму. Робота однофазної мостової схеми випрямлення. Режими роботи випрямлячів з активним та активноіндуктивним навантаженням. Процеси у схемах з заданим кутом керування. Робота однофазних схем випрямлення з проти-ЕРС.

Тема 4. Трифазні схем випрямлення.

Трифазна схема випрямлення із середньою точкою. Трифазна нульова схема. Трифазна мостова схема випрямлення. Режими роботи випрямлячів з активним та активноіндуктивним навантаженням. Процеси у схемах з заданим кутом керування. Робота трифазних схем випрямлення з проти-ЕРС.

Тема 5. Реверсивні випрямлячі.

Інверторний режим роботи керованих випрямлячів. Однокомплектні реверсивні випрямлячі. Двокомплектні реверсивні випрямлячі. Реверсивні двонапівперіодні перетворювачі з живленням від однофазної мережі. Схеми тиристорних реверсивних трифазних нульових перетворювачів. Сумісне та роздільне керування реверсивними випрямлячами. Призначення інверторів. Однофазні ведені мережею інвертори. Трифазні ведені мережею інвертори*. Характеристики та енергетичні показники інверторів. Аварійні режими роботи інверторів.

Модуль 2. «Перетворювачі енергії на повністю керованих напівпровідникових ключах».

Тема 1. Імпульсні перетворювачі постійної напруги.

Імпульсний спосіб регулювання в колах постійного струму. Електромагнітні процеси при імпульсному регулюванні. Режим повернення енергії в джерело живлення. Багатоквadrантний режим імпульсного перетворювача. Імпульсні джерела живлення постійної напруги. Енергетичні характеристики імпульсних джерел живлення. Широтно-імпульсні перетворювачі. Оноплечові ШПП. Мостовий ШПП. Енергетичні характеристики ШПП. Вибір елементів силової схеми напівпровідникових перетворювачів з ШПП.

Тема 2. Автономні інвертори.

Призначення та види автономних інверторів. Класифікація автономних інверторів. Принципи роботи інвертора на повністю керованих ключах. Автономні інвертори напруги. Однофазний мостовий інвертор напруги. Трифазний мостовий інвертор напруги. Особливості формування вихідної напруги трифазних інверторів напруги. Схеми трифазних автономних інверторів напруги. Автономні інвертори струму. Однофазний мостовий інвертор струму. Трифазний мостовий інвертор струму.

Тема 3. Перетворювачі змінного струму.

Призначення і класифікація перетворювачів змінного струму. Тиристорні регулятори напруги. Однофазні регулятори напруги. Трифазні тиристорні регулятори напруги. Перетворювачі частоти. Безпосередні перетворювачі частоти. Перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму.

Тема 4. Особливості застосування пристроїв та систем силової електроніки.



Електромагнітна сумісність пристроїв силової електроніка. Фільтри. Структурна схема активного силового фільтра. Особливості експлуатації пристроїв та систем силової електроніки.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Структура навчальної дисципліни.

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)									
		Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Практ. заняття	Лабор. заняття	СРС	Усього	Лекції	Практ. заняття	Лабор. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Модуль 1. «Перетворювачі енергії на напівкерованих напівпровідникових ключах»											
1.1	Вступ.	4 семестр					4 семестр				
		4	2	-	-	2	12	-	-	-	12
1.2	Елементна база перетворювачів постійного і змінного струму	14	2	2	2	8	19	2	2	-	15
1.3	Однофазні схем випрямлення	22	2 2	2 2	2	12	19	2	2	-	15
1.4	Трифазні схем випрямлення	14	2	2	2	8	20	-	-	-	20
1.5	Реверсивні випрямлячі	22	2 2	2 2	2	12	20	-	-	-	20
1.6	Модульна контрольна робота №1	6	-	2	-	4	-	-	-	-	-
Усього за модулем №1		82	14	14	8	46	90	4	4	-	82
Модуль 2. «Перетворювачі енергії на повністю керованих напівпровідникових ключах»											
2.1	Імпульсні перетворювачі постійної напруги	4 семестр					5 семестр				
		26	2 2 2	2 2	2	14	26	2	2	2	20
2.2	Автономні інвертори	22	2 2	2 2	2	12	16	2	2	-	12
2.3	Перетворювачі змінного струму	22	2 2	2 2	2	12	20	-	-	-	20
2.4	Особливості застосування пристроїв та систем силової електроніки	22	2 2	2 2	2	12	20	-	-	-	20
2.5	Контрольна (домашня) робота.	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
2.6	Модульна контрольна робота №2	6	-	2	-	4	-	-	-	-	-
Усього за модулем №2		98	18	18	8	54	90	4	4	2	80
Усього за навчальною дисципліною		180	32	32	16	100	180	8	8	2	162



2.2. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)

Контрольна (домашня) робота з дисципліни виконується у відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента при вивченні дисципліни.

Теми рефератів та завдання для виконання практичної частини контрольної (домашньої) роботи здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій, розроблених провідними викладачами кафедри.

Час, потрібний для виконання контрольної складає 8 годин самостійної роботи.

2.3. Підготовка до екзамену.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладу;
- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття рекомендується проводити з використанням мультимедійного обладнання. Лабораторні заняття необхідно проводити малими групами для більш повного сприйняття і засвоєння практичного матеріалу.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Кириленко О.В., Жуйков В.Я., Денисюк С.П., Рибіна О.Б. Системи силової електроніки та методи їх аналізу. - К.: "Текст", 2006. - 488 с

3.2.2. Перетворювальна техніка. Підручник. Ч. 2 / Ю.П. Гончаров, О.В. Будьонний, В.Г. Морозов, М.В. Панасенко, В.Я. Ромашко, В.С. Руденко. За ред. В.С. Руденка. – Харків: Фоліо, 2000. – 360 с

3.2.3. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Квасюк А.А. Силовая электроника: Учебник для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с

Допоміжна література


3.2.4. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному / Б. Ю. Семенов. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 416 с.

3.2.5. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники: ученик / Г. С. Зиновьев. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с.

3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1 <http://kafelec.nau.edu.ua/materialu12-ukr.html>

3.3.2 Енергетична електроніка. Жуйков В.Я., Рогаль В.В., Будьонний О.В., Пілінський В.В. Київ, 2008. Електронний підручник. <http://fel.kpi.ua/lib/pidruchniki>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Силова електроніка»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2020
		стор. 9 з 10	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
	Модуль №1	
Виконання та захист лабораторних робіт	36×4 = 12	-
Виконання завдань на практичних заняттях	8б (сумарна)	10б×1=10
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	13 балів	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	10	-
Усього за модулем №1	30	10
	Модуль №2	
Виконання та захист лабораторних робіт	36×4 = 12	10б×1=10
Виконання завдань на практичних заняттях	8б (сумарна)	10б×2=20
Виконання та захист контрольної роботи	-	20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	16 балів	-
Виконання модульної контрольної роботи №2	10	-
Усього за модулем №2	30	50
Семестровий екзамен	40	40
Усього за дисципліною	100	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				