



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

26.01.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СОВРЕМЕННАЯ СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Научная специальность
2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

19.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Согласовано:


Зав. кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий

 Г.П. Корнилов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЭиМЭ, д-р техн. наук  М.Ю. Петушков

Рецензент:

Заведующий кафедрой «Электротехника»  «Московский политехнический университет», д-р техн. наук А.А. Радионов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Современная силовая электроника» являются: получение аспирантами основных научно-практических, общесистемных знаний в области современной силовой электроники и преобразователей электрической энергии.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Современная силовая электроника входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Диспетчерское и противоаварийное управление в системах электроэнергетики и электроснабжения

Современный автоматизированный электропривод

Современная силовая электроника

Электромагнитная совместимость в мощных электротехнических комплексах

Автоматизация технологических процессов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Спецдисциплина

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР

Информационная безопасность в электроэнергетике

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

Педагогическая практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Современные микропроцессорные устройства в электроэнергетике и электротехнике» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-3	Способен широко использовать методы математического и ИТ-моделирования при разработке и эксплуатации электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем в нормальных и аварийных режимах
КНС-4	Способен разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Элементы силовой электроники								
1.1 Введение	4	4				Задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
1.2 Полупроводниковые приборы силовой электроники		4			3	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
1.3 Методы и средства защиты силовых элементов.		4			3	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
1.4 Выбор силовых полупроводниковых приборов для управления электрооборудованием		4			3	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
1.5 Выбор и расчет схем защит силовых полупроводниковых приборов		4			8	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
Итого по разделу		20			17			
2. Системы управления преобразователями								
2.1 Основные схемы драйверов для управления тиристорами и транзисторами.	4	6			4	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
2.2 Основные схемы и параметры ключей на базе тириستоров и транзисторов		6			3	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
2.3 Электромагнитные и коммутационные процессы при работе силовых элементов на различные виды нагрузок		4			3	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4

2.4 Формирования управляющих импульсов для силовых модулей (драйверы).	Устройства		6		3	задания для самостоятельной работы	проверка заданий по итогам самостоятельной работы	КНС-3, КНС-4
Итого по разделу			22		13			
Итого по дисциплине			42		30		зачет	

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся
Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
а) Основная литература:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9440-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450590> (дата обращения: 29.09.2022).

б) Дополнительная литература:

1. Овчаренко Н.И., Автоматика энергосистем : учебник для вузов / Овчаренко Н.И. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01117-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html> (дата обращения: 27.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Зорин, В. А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин [Электронный ресурс] : монография / В. А. Зорин, Н. И. Баурова. - Москва : МАДИ, 2011. - 173 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/462082> (дата обращения: 29.09.2022). - Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/36998> (дата обращения: 29.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA v.6(Белорецк)	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	http://materials.springer.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Компьютерный класс: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Теоретические вопросы к промежуточной аттестации

1. Способы цифро- аналогового и аналого-цифрового преобразований.
2. Преобразователи, основанные на последовательном счете, поразрядном уравнивании и считывании.
3. Модулированные сигналы и их дискретные частотные спектры.
4. Использование операционных усилителей в схемах масштабирования, суммирования, интегрирования и дифференцирования электрических сигналов.
5. Внешняя характеристика выпрямителя при различном числе одновременно работающих вентилях.
6. Несимметричный (полу управляемый) выпрямитель, его регулировочная характеристика.
7. Преобразователи временных интервалов: аналоговый сигнал – интервал, аналоговый сигнал – частота, интервал – код, частота – код.
8. Основы проектирования цифровых узлов и устройств.
9. Преобразование Лапласа и операторные изображения сигналов.
10. Установившиеся и переходные процессы в линейных цепях.
11. Периодически изменяющиеся токи и напряжения, разложение сигнала на гармонические составляющие.
12. Параметры и характеристики периодического тока.
13. Устойчивость усилителя с обратной связью.
14. Частотные и импульсные характеристики усилителей.
15. Режим прерывистого тока. Трехфазный мостовой выпрямитель.
16. Непериодические токи и напряжения.
17. Операционные усилители.
18. Активные фильтры на основе операционных усилителей и RC-цепей.
19. Генераторы гармонических колебаний с RC- и LC-цепями.
20. 10. Взаимодействие выпрямителя с источником переменного тока.
21. 11. Первичные токи многофазных выпрямителей. Коэффициент мощности источника переменного тока при управляемом и неуправляемом режимах работы выпрямителя.
22. Коммутационные логические устройства.
23. Дешифраторы, мультиплексоры, арифметические логические устройства –
24. принцип их действия и особенности использования.
25. Что понимается под дискретным мгновенным значением входного сигнала?
26. Каким образом вычисляется косинусная ортогональная составляющая?
27. С какой целью вводится алгоритмическая коррекция выдачи первого численного значения амплитуды?
28. Принцип действия программного измерительного преобразования сопротивления.
29. Что называется комплексной частотной характеристикой?
30. Что собой представляют амплитудо-фазная и амплитудо-частотная характеристики?
31. Что называется δ -функцией?
32. У какого вида сигналов выполняется квантование по уровню?
33. В чем отличие между r -преобразованием и z -преобразованием Фурье?
34. Назовите основные элементы функциональной схемы микропроцессора.
35. В чем состоит назначение адресной шины микропроцессора?
36. Для чего нужен регистр команд? Регистр операндов?
37. Каково назначение регистров стека?

Практические задания

1. Постройте выходные напряжения однофазного АИН при реализации ШИМ-2 по синусоидальному закону при $A=18$ $K_m=0,5$ при

- а) однополярной ШИМ с модуляцией среза;
- б) двухполярной ШИМ с двухсторонней модуляцией.

При построении нарисуйте сигналы на входе и выходе модулятора.

Напишите в MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра выходного напряжения АИН.

2. В чем отличие ШИМ-1 от ШИМ-2? Выполните задачу 1 для АИН с ШИМ-1. Сравните полученные спектры выходного напряжения.

3. Напишите программу для вычисления тока на выходе ключевого блока при работе АИН на выходной фильтр, параметры которого определены. Однополярная ШИМ по срезу, $A=40$, коэффициент модуляции 0,6. Найдите спектр выходного тока.

4. Постройте временные диаграммы выходного напряжения и ключевых переключающих функций однофазного мостового инвертора с ШИР при $A=4$, $K_m = 0,8$. Напишите в базе MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра выходного напряжения АИН.

5. Постройте временные диаграммы фазного и линейного выходных напряжений и ключевых переключающих функций трехфазного мостового инвертора с ШИР при $A=12$, $K_m = 0,8$. Напишите в базе MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра фазного и линейного выходных напряжений АИН.

Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания

Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)

1. Как реализуются нулевые паузы в выходном напряжении в мостовом однофазном инверторе при работе на активно-индуктивную нагрузку? По какому контуру протекает ток во время нулевых пауз?

2. Какие преимущества в гармоническом составе выходного напряжения предоставляет многоимпульсный ШИР? Объясните с помощью метода переключающих функций, каким образом достигаются эти преимущества.

3. Объясните, как при известной форме выходного напряжения в однофазных и трехфазных мостовых схемах АИН найти временные диаграммы и спектры выходного тока и тока, потребляемого от источника питания.

4. Почему максимальное значение амплитуды основной гармоники выходного напряжения АИН с ШИМ по синусоидальному закону меньше, чем то же значение при реализации ШИР?

5. Какие преимущества в гармоническом составе выходного напряжения предоставляет многоимпульсный ШИР? Объясните с помощью метода переключающих функций, каким образом достигаются эти преимущества.

6. Почему в мостовом однофазном инверторе напряжения отношение максимального выходного напряжения к напряжению источника питания вдвое больше, чем в полумостовой схеме?

7. Какие условия накладывает на алгоритм переключения работа на активно-индуктивную нагрузку?

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
КНС-2 – способность к использованию и внедрению результатов научно-исследовательской деятельности в условиях промышленных электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем		
Знать	<ul style="list-style-type: none">– основные понятия и определения;– основные методы исследований, используемых в научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники;– основные методы исследования и правила научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники.	Теоретические вопросы, тесты <ol style="list-style-type: none">1. Способы цифро- аналогового и аналого-цифрового преобразований.2. Преобразователи, основанные на последовательном счете, поразрядном уравнивании и считывании.3. Модулированные сигналы и их дискретные частотные спектры.4. Использование операционных усилителей в схемах масштабирования, суммирования, интегрирования и дифференцирования электрических сигналов.5. Внешняя характеристика выпрямителя при различном числе одновременно работающих вентилях.6. Несимметричный (полу управляемый) выпрямитель, его регулировочная характеристика.7. Преобразователи временных интервалов: аналоговый сигнал – интервал, аналоговый сигнал – частота, интервал – код, частота – код.8. Основы проектирования цифровых узлов и устройств.9. Преобразование Лапласа и операторные изображения сигналов.10. Установившиеся и переходные процессы в линейных цепях.
Уметь	<ul style="list-style-type: none">– объяснять типичные модели производственных процессов и задач;– обсуждать способы эффективного решения задач обоснованного применения устройств силовой электроники;– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной	Практические задания <ol style="list-style-type: none">1. Постройте выходные напряжения однофазного АИН при реализации ШИМ-2 по синусоидальному закону при $A=18$ Км=0,5 при<ol style="list-style-type: none">а) однополярной ШИМ с модуляцией среза;б) двухполярной ШИМ с двухсторонней модуляцией.При построении нарисуйте сигналы на входе и выходе модулятора.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	области знания.	<p>Напишите в MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра выходного напряжения АИН.</p> <p>2. В чем отличие ШИМ-1 от ШИМ-2? Выполните задачу 1 для АИН с ШИМ-1. Сравните полученные спектры выходного напряжения.</p>
Владеть	<p>– основными методами решения задач в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода;</p> <p>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</p> <p>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</p> <p>Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)</p> <p>1. Как реализуются нулевые паузы в выходном напряжении в мостовом однофазном инверторе при работе на активно-индуктивную нагрузку? По какому контуру протекает ток во время нулевых пауз?</p> <p>2. Какие преимущества в гармоническом составе выходного напряжения предоставляет многоимпульсный ШИР? Объясните с помощью метода переключающих функций, каким образом достигаются эти преимущества.</p>
<p>ПК-3 – способность широкого использования методов математического и ИТ-моделирования при разработке и эксплуатации электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем в нормальных и аварийных режимах работы</p>		
Знать	<p>– основные понятия и определения;</p> <p>– определения процессов силовой электроники при управлении от микропроцессорных систем во всех режимах работы.</p>	<p>Теоретические вопросы</p> <p>1. Периодически изменяющиеся токи и напряжения, разложение сигнала на гармонические составляющие.</p> <p>2. Параметры и характеристики периодического тока.</p> <p>3. Устойчивость усилителя с обратной связью.</p> <p>4. Частотные и импульсные характеристики усилителей.</p> <p>5. Режим прерывистого тока. Трехфазный мостовой выпрямитель.</p> <p>6. Непериодические токи и напряжения.</p> <p>7. Операционные усилители.</p> <p>8. Активные фильтры на основе операционных усилителей и RC-цепей.</p> <p>9. Генераторы гармонических колебаний с RC- и LC-цепями.</p> <p>10. Взаимодействие выпрямителя с источником переменного тока.</p> <p>11. Первичные токи многофазных выпрямителей. Коэффициент мощности источника переменного тока при управляемом и неуправляемом режимах работы выпрямителя.</p> <p>12. Коммутационные логические устройства.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		13. Дешифраторы, мультиплексоры, арифметические логические устройства – принцип их действия и особенности использования.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – объяснять типичные модели производственных процессов и задач требующих обоснованного применения силовой электроники; – обсуждать способы эффективного решения задач обоснованного применения силовой электроники; – корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания. 	<p>Примерное практическое задание Напишите программу для вычисления тока на выходе ключевого блока при работе АИН на выходной фильтр, параметры которого определены. Однополярная ШИМ по срезу, $A=40$, коэффициент модуляции 0,6. Найдите спектр выходного тока.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; – способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. 	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Объясните, как при известной форме выходного напряжения в однофазных и трехфазных мостовых схемах АИН найти временные диаграммы и спектры выходного тока и тока, потребляемого от источника питания. 2. Почему максимальное значение амплитуды основной гармоники выходного напряжения АИН с ШИМ по синусоидальному закону меньше, чем то же значение при реализации ШИР? 3. Какие преимущества в гармоническом составе выходного напряжения предоставляет многоимпульсный ШИР? Объясните с помощью метода переключающих функций, каким образом достигаются эти преимущества.
ПК-4 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия; – основные методы исследований, используемых в научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники; основные методы исследования и правила научно-исследовательской деятельности в 	<p>Теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимается под дискретным мгновенным значением входного сигнала? 2. Каким образом вычисляется косинусная ортогональная составляющая? 3. С какой целью вводится алгоритмическая коррекция выдачи первого численного значения амплитуды? 4. Принцип действия программного измерительного преобразования сопротивления.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	области электроэнергетики и электротехники.	5. Что называется комплексной частотной характеристикой? 6. Что собой представляют амплитудно-фазная и амплитудно-частотная характеристики? 7. Что называется δ -функцией? 8. У какого вида сигналов выполняется квантование по уровню? 9. В чем отличие между р-преобразованием и z-преобразованием Фурье? 10. Назовите основные элементы функциональной схемы микропроцессора. 11. В чем состоит назначение адресной шины микропроцессора? 12. Для чего нужен регистр команд? Регистр операндов? 13. Каково назначение регистров стека?
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – обсуждать способы эффективного решения; – объяснять типичные модели электротехнических задач; – применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне. 	<p>Практические задания</p> <p>1. Постройте временные диаграммы выходного напряжения и ключевых переключающих функций однофазного мостового инвертора с ШИР при $A=4$, $K_m = 0,8$. Напишите в базисе MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра выходного напряжения АИН.</p> <p>2. Постройте временные диаграммы фазного и линейного выходных напряжений и ключевых переключающих функций трехфазного мостового инвертора с ШИР при $A=12$, $K_m = 0,8$. Напишите в базисе MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра фазного и линейного выходных напряжений АИН.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – основными методами решения задач в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода; – способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; – способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. 	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</p> <p>Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)</p> <p>1. Почему в мостовом однофазном инверторе напряжения отношение максимального выходного напряжения к напряжению источника питания вдвое больше, чем в полумостовой схеме?</p> <p>2. Какие условия накладывает на алгоритм переключения работа на активно-индуктивную нагрузку?</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современная силовая электроника» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по теоретическим вопросам, изучаемым на протяжении учебного семестра.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

КНС-2 – способность к использованию и внедрению результатов научно-исследовательской деятельности в условиях промышленных электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем		
	–	<p>Теоретические вопросы, тесты</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Способы цифро- аналогового и аналого-цифрового преобразований. 2. Преобразователи, основанные на последовательном счете, поразрядном уравнивании и считывании. 3. Модулированные сигналы и их дискретные частотные спектры. 4. Использование операционных усилителей в схемах масштабирования, суммирования, интегрирования и дифференцирования электрических сигналов. 5. Внешняя характеристика выпрямителя при различном числе одновременно работающих вентилей. 6. Несимметричный (полу управляемый) выпрямитель, его регулировочная характеристика. 7. Преобразователи временных интервалов: аналоговый сигнал – интервал, аналоговый сигнал – частота, интервал – код, частота – код. 8. Основы проектирования цифровых узлов и устройств. 9. Преобразование Лапласа и операторные изображения сигналов. 10. Установившиеся и переходные процессы в линейных цепях.
	–	<p>Практические задания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постройте выходные напряжения однофазного АИН при реализации ШИМ-2 по синусоидальному закону при $A=18$ Км=0,5 при <ol style="list-style-type: none"> а) однополярной ШИМ с модуляцией среза; б) двухполярной ШИМ с двухсторонней модуляцией. При построении нарисуйте сигналы на входе и выходе модулятора. Напишите в MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра выходного напряжения АИН. 2. В чем отличие ШИМ-1 от ШИМ-2? Выполните задачу 1 для АИН с ШИМ-1. Сравните полученные спектры выходного напряжения.

-		<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)</p> <p>1. Как реализуются нулевые паузы в выходном напряжении в мостовом однофазном инверторе при работе на активно-индуктивную нагрузку? По какому контуру протекает ток во время нулевых пауз?</p> <p>2. Какие преимущества в гармоническом составе выходного напряжения предоставляет многоимпульсный ШИР? Объясните с помощью метода переключающих функций, каким образом достигаются эти преимущества.</p>
<p>КНС-3 – способность широкого использования методов математического и IT-моделирования при разработке и эксплуатации электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем в нормальных и аварийных режимах работы</p>		
-		<p>Теоретические вопросы</p> <p>1. Периодически изменяющиеся токи и напряжения, разложение сигнала на гармонические составляющие.</p> <p>2. Параметры и характеристики периодического тока.</p> <p>3. Устойчивость усилителя с обратной связью.</p> <p>4. Частотные и импульсные характеристики усилителей.</p> <p>5. Режим прерывистого тока. Трехфазный мостовой выпрямитель.</p> <p>6. Непериодические токи и напряжения.</p> <p>7. Операционные усилители.</p> <p>8. Активные фильтры на основе операционных усилителей и RC-цепей.</p> <p>9. Генераторы гармонических колебаний с RC- и LC-цепями.</p> <p>10. Взаимодействие выпрямителя с источником переменного тока.</p> <p>11. Первичные токи многофазных выпрямителей. Коэффициент мощности источника переменного тока при управляемом и неуправляемом режимах работы выпрямителя.</p> <p>12. Коммутационные логические устройства.</p> <p>13. Дешифраторы, мультиплексоры, арифметические логические устройства – принцип их действия и особенности использования.</p>
-		<p>Примерное практическое задание Напишите программу для вычисления тока на выходе ключевого блока при работе АИН на выходной фильтр, параметры которого определены. Однополярная ШИМ по срезу, $A=40$, коэффициент модуляции 0,6. Найдите спектр выходного тока.</p>
-		<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)</p> <p>1. Объясните, как при известной форме выходного напряжения в однофазных и</p>

		<p>трехфазных мостовых схемах АИН найти временные диаграммы и спектры выходного тока и тока, потребляемого от источника питания.</p> <p>2. Почему максимальное значение амплитуды основной гармоники выходного напряжения АИН с ШИМ по синусоидальному закону меньше, чем то же значение при реализации ШИР?</p> <p>3. Какие преимущества в гармоническом составе выходного напряжения предоставляет многоимпульсный ШИР? Объясните с помощью метода переключающих функций, каким образом достигаются эти преимущества.</p>
<p>КНС-4 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода</p>		
		<p>Теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимается под дискретным мгновенным значением входного сигнала? 2. Каким образом вычисляется косинусная ортогональная составляющая? 3. С какой целью вводится алгоритмическая коррекция выдачи первого численного значения амплитуды? 4. Принцип действия программного измерительного преобразования сопротивления. 5. Что называется комплексной частотной характеристикой? 6. Что собой представляют амплитудо-фазная и амплитудо-частотная характеристики? 7. Что называется δ-функцией? 8. У какого вида сигналов выполняется квантование по уровню? 9. В чем отличие между p-преобразованием и z-преобразованием Фурье? 10. Назовите основные элементы функциональной схемы микропроцессора. 11. В чем состоит назначение адресной шины микропроцессора? 12. Для чего нужен регистр команд? Регистроперандов? 13. Каково назначение регистров стека?
-		<p>Практические задания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постройте временные диаграммы выходного напряжения и ключевых переключающих функций однофазного мостового инвертора с ШИР при $A=4$, $K_m = 0,8$. Напишите в базисе MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра выходного напряжения АИН. 2. Постройте временные диаграммы фазного и линейного выходных напряжений и ключевых переключающих функций трехфазного мостового инвертора с ШИР при $A=12$, $K_m = 0,8$. Напишите в базисе MathCad программу для построения временных диаграмм и расчета спектра фазного и линейного выходных напряжений АИН.

-	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</p> <p>Ответьте на представленные вопросы и обоснуйте свой ответ (решением, выводом закономерностей)</p> <p>1. Почему в мостовом однофазном инверторе напряжения отношение максимального выходного напряжения к напряжению источника питания вдвое больше, чем в полумостовой схеме?</p> <p>2. Какие условия накладывает на алгоритм переключения работа на активно-индуктивную нагрузку?</p>
---	---

Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современная силовая электроника» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по теоретическим вопросам, изучаемым на протяжении учебного семестра.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**незачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.