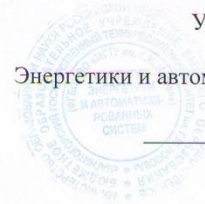


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)

УТВЕРЖДАЮ:
директор института
Энергетики и автоматизированных систем



С.И. Лукьянов
28 сентября 2016г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетическая электроника

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль/ специализация) программы
«Промышленная электроника»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Заочная

Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра электроники и микроэлектроники
Курс - 4


Магнитогорск
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.015 г. N 218.

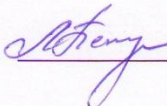
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроники и микроэлектроники" 31 августа 2016 г., (протокол № 1).

Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Энергетики и автоматизированных систем 28 сентября 2016 г. (протокол № 1).

Председатель  С.И. Лукьянов





Рабочая программа разработана: *Петушковым М.Ю.*, доктором технических наук, профессором кафедры ЭиМЭ

 М.Ю. Петушков

Рецензент:
Начальник отдела инновационных разработок ЗАО «Консом-СКС», канд. техн. наук

 Т.А.Н. Панов /

Лист регистрации изменений и дополнения

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	07.09.2017 г. протокол №1	
2.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2018 г. протокол №1	
3.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	05.09.2019 г. протокол №1	
4.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.2020 г. пртокол №1	

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины " Энергетическая электроника" является изучение свойств и характеристик различных видов преобразователей электрической энергии большой мощности, а также теоретически обоснованных общих методов практического выбора, расчета и управления тиристорных преобразователей, используемых в различных областях современного автоматизированного производства, особенности эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей.

В результате изучения курса студенты должны усвоить принципы работы современных преобразовательных установок, уметь рассчитывать элементы силовой части преобразователей постоянного тока и преобразователей с непосредственной связью, освоить различные способы регулирования выходного напряжения реального преобразователя с помощью систем импульсно-фазового управления. Получить представление о современных системах и перспективах развития принципов и технической реализации преобразовательной техники на промышленных предприятиях.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Энергетическая электроника» входит в базовую вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения курсов «Физические основы электроники», «Теоретические основы электроники», «Электрические машины», «Схемотехника», «Основы преобразовательной техники».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении курса «Основы электропривода» и подготовки к ГИА.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы преобразовательной техники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2	способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
Знать	Осознавать степень своей инженерной компетенции. Принимать на себя персональную ответственность за соответствие своего инженерного решения предъявляемым к нему требованиям
Уметь:	Разрабатывать модели для анализа комплексных инженерных задач, разработки и проверки инженерных решений на основе глубоких теоретических и практических знаний
Владеть:	способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды

4 Структура и содержание дисциплины (модуля) (для заочной формы обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3зач. единицы 108 часов:

Контактная работа – 17,3

ВКНР – 1,3

– аудиторная работа – 16 часов;

– самостоятельная работа – 86,8 часов;

– контроль зачет – 3,9 часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная Контактная работа (в акад. часах)				Предагтестационная консультация (в часах) ¹	Контроль (в часах) ¹	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.				
1.Основные сведения. Особенности мощных преобразователей электрической энергии большой мощности.	4	1	1		14			Устный опрос	ПК-2 , зув
2.Реверсивные преобразователи постоянного тока.	4	1	1/1И		14			Устный опрос	ПК-2 , зув
3.Преобразователи частоты с непосредственной связью.	4	1	1/1И		14			Устный опрос	ПК-2 , зув
4.Принцип импульсно-фазового управления.	4	1	1/1И		14			Устный опрос	ПК-2 , зув
5.Вентильный преобразователь как элемент системы автоматического управления	4	2	2/1И		14			Устный опрос	ПК-2 , зув
6.Особенности эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей электрической энергии	4	2	2		14,8			Устный опрос	ПК-2 , зув
ИТОГО		8	8/4И		86,8		3,9	Устный опрос, Зачет, с оценкой	ПК-2 , зув

5 Образовательные и информационные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала.
- организация дискуссий по теме «Выбор программного обеспечения»;

В ходе проведения всех занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и контрольной работы.

В рамках интерактивного обучения применяются *it-методы* (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине, в том числе и эор кафедры); *совместная работа в малых группах* (2-3 студента)

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение лабораторных работ. Темы:

1. Основные сведения. Особенности мощных преобразователей электрической энергии большой мощности.
2. Реверсивные преобразователи постоянного тока.
3. Преобразователи частоты с непосредственной связью.
4. Принцип импульсно-фазового управления.
5. Вентильный преобразователь как элемент системы автоматического управления
6. Особенности эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей электрической энергии

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирование		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные принципы построения преобразователей напряжения; – структуру преобразователей и принципы их работы; – методы автоматизированного проектирования преобразователей. 	<p>Перечень вопросов на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Однофазный АИН. 2. Трехфазный АИН. 3. Однофазный АИТ. 4. Трехфазный АИТ. 5. Последовательный АИР 6. Параллельный АИР. 7. Однофазный преобразователь переменного тока. 8. Трехфазный преобразователь переменного тока. 9. Принцип построения трансформаторных импульсных преобразователей.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Прямоходовой трансформаторный импульсный преобразователь.</p> <p>11. Обратногоходовой трансформаторный импульсный преобразователь.</p> <p>12. Двухтактные трансформаторные импульсные преобразователи.</p> <p>13. Понижающий ИППН.</p> <p>14. Повышающий ИППН.</p> <p>15. Инвертирующий ИППН.</p> <p>16. Электронный корректор коэффициента мощности</p> <p>17. Преобразователи частоты с непосредственной связью 1</p> <p>8. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока</p> <p>19. Особенности IGBT и MOSFET.</p> <p>20. Переходные процессы при включении IGBT без учета электромагнитных процессов</p> <p>21. Переходные процессы при включении IGBT с учетом электромагнитных процессов</p> <p>22. Драйверы IGBT и MOSFET.</p>
Уметь:	<p>1. Определять параметры, характеризующие работу на двигательную нагрузку, преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока и трехфазным мостовым автономным инвертором напряжения.</p> <p>2. Применять датчики электрических и механических параметров электропривода .</p> <p>3. Исследовать регуляторы СУЭП в статическом и динамическом режимах</p> <p>4. Исследовать реверсивные вентильные преобразователи с совместным и отдельным управлением</p> <p>5. Исследовать тиристорные регуляторы переменного напря-</p>	<p>1. Пояснить назначение реверсивных вентильных преобразователей, принцип, по которому строятся схемы их силовых цепей, функциональные возможности, которыми они обладают.</p> <p>2. Что означает “согласованное управление” вентильными комплектами? Каким образом оно осуществляется? С какой целью?</p> <p>3. Что означает “совместное управление” вентильными комплектами? Каким образом оно осуществляется?</p> <p>4. Нарисовать внешние и регулировочные характеристики реверсивного преобразователя с совместным управлением. Пояс-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>жения</p> <p>6. Исследовать автоматическую систему управления исполнительным электродвигателем на базе программируемого контроллера Siemens</p>	<p>нить их ход.</p> <p>5. Нарисовать эквивалентную схему замещения силовых цепей реверсивного вентильного преобразователя с совместным управлением. Пояснить алгоритм вычисления параметров ее элементов.</p> <p>6. Показать на временных диаграммах алгоритм функционирования системы управления реверсивным вентильным преобразователем с совместным управлением вентильными комплектами по трехфазной мостовой схеме.</p> <p>7. Нарисовать временные диаграммы ЭДС вентильных комплектов, внутренней и уравнительной ЭДС реверсивного преобразователя с совместным управлением при угле регулирования $\alpha = 75$ эл. град.</p> <p>8. Показать на временных диаграммах процесс изменения токов вентильных комплектов и нагрузки в реверсивном преобразователе с совместным управлением при реверсе сигнала управления.</p>
<p>Владеть:</p>	<p>– анализом схем вентильных преобразователей методами анализ электромагнитных процессов с помощью временных диаграмм выбром метод анализа и расчета методами нахождения спектров преобразованного напряжения и тока для основных силовых схем, рассматриваемых в курсе методами вычислений действующих и средних значений напряжений (токов) для элементов схем вентильных преобразователей формулировать требования к</p>	<p>1. Пояснить, какие достоинства и недостатки сопутствуют переходу от совместного управления вентильными комплектами к разделному?</p> <p>2. Нарисовать эквивалентную схему замещения силовых цепей реверсивного вентильного преобразователя при разделном управлении.</p> <p>3. Показать на временных диаграммах алгоритм функционирования системы управления реверсивным вентильным преобразователем с разделным управлением вентильными комплектами по трехфазной мостовой схеме.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	источникам питания базовых схем методами проектирования вентильных преобразователей справочной литературой	<p>4. Нарисовать внешние и регулировочные характеристики реверсивного преобразователя с отдельным управлением. Пояснить их ход.</p> <p>5. Нарисовать временные диаграммы ЭДС вентильных комплектов и внутренней ЭДС реверсивного преобразователя с отдельным управлением при угле регулирования $\alpha = 45$ эл. град.</p> <p>6. Показать на временных диаграммах процесс изменения токов вентильных комплектов и нагрузки в реверсивном преобразователе с отдельным управлением при реверсе сигнала управления.</p> <p>7. Пояснить, каким образом в реверсивном вентильном преобразователе отрабатывается сигнал задания на изменение скорости вращения машины постоянного тока, работающей в двигательном режиме?</p>

7. Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне поиска, воспроизведения, переработки и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки по выбору оптимального метода решения типовых задач, навыки решения проблем и задач повышенной сложности, вынесения критических суждений по поводу полученных результатов решения;

на оценку **«хорошо»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне поиска, воспроизведения, переработки и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения типовых проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки решения простых задач, применяя изученные алгоритмы;

на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/106890/#1> (дата обращения: 1.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Розанов Ю.К., Силовая электроника : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Ряб-чицкий, А.А. Кваснюк - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01023-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (дата обращения: 1.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Силовая электроника: учебное пособие / А.В. Родыгин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-3289-1. Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232891> (дата обращения: 1.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Анализ работы однополупериодного управляемого выпрямителя. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
2. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Исследование статических характеристик тиристорных преобразователей. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
3. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Устройства фазового управления тиристорами. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
4. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Особенности фазового регулирования переменного напряжения. Метод. указания к лаб. раб. по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
5. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Исследование тиристорного преобразователя в переходном процессе. Метод. указания к лаб. раб. по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов специальности 210100. Петушков М.Ю., Валяева А.М., Завьялов Е.А. Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 42с. – текст: непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Силовая электроника. <http://www.power-e.ru/>
2. Силовая преобразовательная техника . <http://www.mega-press.ru/item.132455.html>

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 Д-1421-15 от 13.07.2015	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 13.07.2016
7 Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
ADSim812	Свободно распространяемое	бессрочно
C Ассемблер	Свободно распространяемое	бессрочно
Keil uVision.	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

3.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	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/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-технического обеспечения включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Для чтения лекций: помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций. Лекционная аудитория ауд. 458	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для	Лабораторные стенды с комплектом лабора-

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
<p>проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Лаборатория преобразовательной техники и программированных технических средств №360</p>	<p>торных работ -Преобразовательная техника ПТ-2. -Автономные преобразователи.</p>
<p>Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд.373</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области преобразовательной техники Multisim 11.1(EWB 5.12)</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.</p>