

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал)  
Факультет математики и естественных наук



подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Силовая электроника Б1.О.09.01

Направление подготовки: 44.03.04 - Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки: Автоматизация энергетических систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Латипов З.А.

**Рецензент(ы):** Сабирова Ф.М.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Сабирова Ф. М.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Латипов З.А. (Кафедра физики, Факультет математики и естественных наук), ZALatipov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен реализовывать программы профессионального обучения, среднего профессионального образования и(или) дополнительной профессиональной переподготовке по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам
ПК-7	Способен использовать современные профессионально-педагогические технологии, формы, средства и методы профессионального обучения и диагностики в процессе организации изучения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик
ПК-8	Способен выполнять деятельность и(или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные объекты, явления и процессы в устройствах силовой электроники; элементную базу силовой электроники; методы исследования устройств силовой электроники; типовые программные документы, ориентированные на решение научных и прикладных задач силовой электроники.

Должен уметь:

приобретать новые знания, используя современные информационные образовательные технологии; строить и использовать модели для описания процессов в приборах и устройствах силовой электроники; формулировать основные технико-экономические требования к изучаемым объектам силовой электроники.

Должен владеть:

научной терминологией.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность анализировать основных объектов, явлений и процессов в устройствах силовой электроники, методов исследования устройств силовой электроники, готовность применять теоретические знания и практический опыт в формировании профессиональных компетенций будущих рабочих и служащих.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.09.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям) (Автоматизация энергетических систем)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Силовые полупроводниковые преобразователи.	6	10	0	10	10
2.	Тема 2. Управляемые выпрямители	6	10	0	10	10
3.	Тема 3. Преобразователи тока, напряжения и частоты.	6	8	0	10	10
4.	Тема 4. Методы технической эксплуатации	6	8	0	6	6
	Итого		36	0	36	36

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Силовые полупроводниковые преобразователи.

Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Закон изменения тока. Среднее значение выпрямленного напряжения. Коэффициент использования вентиляей.

Однофазная двухполупериодная схема выпрямления с нулевым выводом. Режимы работы схемы с активной нагрузкой и активно-индуктивной нагрузкой. Среднее значение тока в вентилях при активно-индуктивной нагрузке. Коэффициент пульсации.

Однофазная мостовая схема выпрямления. Среднее и действующее значения токов. Режимы работы схемы. Внешние характеристики.

Трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом. Принципы работы схемы. Среднее значение выпрямленного напряжения. Среднее значение тока тиристоров

Трехфазная мостовая схема выпрямления.

###### Тема 2. Управляемые выпрямители

Однофазная мостовая схема выпрямления. Среднее и действующее значения токов. Режимы работы схемы. Внешние характеристики.

Трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом. Принципы работы схемы. Среднее значение выпрямленного напряжения. Среднее значение тока тиристоров/ Углы открывания, закрывания и интервалы проводимости.

Работа схемы при мгновенной коммутации. Импульсы управления. Коэффициент схемы преобразования.

Трехфазная мостовая схема выпрямления. Работа схемы при мгновенной коммутации. Импульсы управления. Коэффициент схемы преобразования.

Способы и устройства управления тиристорами. Общие сведения. Виды сигналов. Системы управления.

Принципы фазового регулирования. Горизонтальные и вертикальные методы управления. Цифровые системы фазового управления.

###### Тема 3. Преобразователи тока, напряжения и частоты.

Инверторы ведомые сетью. Управляемые выпрямители однофазного тока. Однофазные инверторы со средней точкой. Коммутация тока. Инверторы ведомые сетью.

Трехфазные инверторы. Трехфазные инверторы со средней точкой. Мостовой управляемый трехфазный выпрямитель.

Автономные инверторы тока. Автономный параллельный инвертор тока. Автономный инвертор тока с обратным выпрямителем. Автономный инвертор тока с индуктивно тиристорным компенсатором.

Автономный инвертор напряжения. Способы формирования и регулирования выходного напряжения однофазных автономных инверторов напряжения. Способы формирования и регулирования выходного напряжения Трехфазных автономных инверторов напряжения.

Автономные резонансные инверторы. Последовательный резонансный инвертор без обратных диодов. Автономный резонансный инвертор с обратными диодами. Автономный резонансный инвертор с удвоением частоты.

Преобразователи частоты. Непосредственные преобразователи частоты. Преобразователи частоты с непосредственной связью питающей сети и цепи нагрузки. Преобразователи частоты на базе автономных инверторов.

#### Тема 4. Методы технической эксплуатации

Предельные режимы работы силовых коммутационных элементов. Предельно допустимые параметры силовых диодов, транзисторов, тиристоров. Маркировка.

Энергетические характеристики управляемых выпрямителей. Коммутационные потери мощности. Прямые потери мощности. Минимизация потери в силовых коммуникационных элементах.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Белоус А. И., Ефименко С. А., Турцевич А. С. Полупроводниковая силовая электроника. - М.: Техносфера, 2013. - 216 с. - [http://www.bibliorossica.com/book.html?search\\_query&currBookId=16337&ln=ru](http://www.bibliorossica.com/book.html?search_query&currBookId=16337&ln=ru)

Журнал "Практическая силовая электроника" - <http://www.mmp-irbis.ru/content/journal1.php>

Силовая электроника - <http://silel.ru/>

#### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

##### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Устный опрос	ПК-7 , ПК-8 , ПК-1	1. Силовые полупроводниковые преобразователи. 2. Управляемые выпрямители 3. Преобразователи тока, напряжения и частоты. 4. Методы технической эксплуатации
2	Тестирование	ПК-1 , ПК-7	1. Силовые полупроводниковые преобразователи. 4. Методы технической эксплуатации
3	Реферат	ПК-7	3. Преобразователи тока, напряжения и частоты.
4	Лабораторные работы	ПК-1 , ПК-7 , ПК-8	1. Силовые полупроводниковые преобразователи. 2. Управляемые выпрямители 3. Преобразователи тока, напряжения и частоты.
	<b>Экзамен</b>		

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продemonстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продemonстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продemonстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продemonстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	4
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 6**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4

Тема 1. Силовые полупроводниковые преобразователи. Управляемые выпрямители.

Контрольные вопросы:

1. Из каких элементов состоит однофазная однополупериодная схема выпрямления?
2. Охарактеризуйте режимы работы схемы с активной нагрузкой и активно-индуктивной нагрузкой.
3. Перечислите принципы фазового регулирования.
4. Какие существуют методы управления тиристорами? Охарактеризуйте их

Тема 2. Преобразователи тока, напряжения и частоты. Методы технической экс-плуатации

Контрольные вопросы:

1. Какие различают инверторы в силовой электронике? Охарактеризуйте их.

2. Какие различают способы формирования и регулирования выходного напряжения однофазных автономных инверторов напряжения?
3. Охарактеризуйте способы формирования и регулирования выходного напряжения Трехфазных автономных инверторов напряжения.

## 2. Тестирование

Темы 1, 4

1. Резкое изменение режима работы диода называется:

А) пробоем  
Б) пробелом  
В) застоем  
Г) перерывом

2. Носителями какого заряда являются электроны?

А) отрицательного  
Б) положительного  
В) положительного и отрицательного  
Г) магнитного

3. В зависимости от чего дырочный переход бывает открытым или закрытым?

А) от направления электрического тока  
Б) наличия перегородки  
В) от напряжения  
Г) от сопротивления

4. Какими свойствами обладает р-п переход?

А) выпрямительными  
Б) электропроводными  
В) переходными  
Г) полупроводниковыми

5. Какая характеристика диода является основной?

А) вольтамперная  
Б) амплитудно-частотная  
В) выпрямительная  
Г) диодная

6. Какие виды проводимости бывают?

А) электронная и дырочная  
Б) электрическая и неэлектрическая  
В) дырочная и недырочная  
Г) магнитные и электронные

7. От чего зависит допустимый выпрямленный ток?

А) от температуры окружающей среды  
Б) от подаваемого напряжения  
В) от сопротивления на резисторе  
Г) свой вариант ответа

8. Резкое изменение режима работы диода называется:

А) пробоем  
Б) пробелом  
В) застоем  
Г) перерывом

9. При повышенной температуре возрастает прочность:

А) теплового пробоя  
Б) лавинного пробоя  
В) прямого пробоя  
Г) обратного пробоя

10. Полупроводниковый диод, предназначенный для стабилизации напряжения в источниках питания - это:

А) стабилитрон  
Б) транзистор  
В) усилитель  
Г) триод

11. Какие виды пробоя лежат в основе стабилитрона?

А) лавинный и туннельный  
Б) тепловой и лавинный  
В) лавинный и снеговой  
Г) туннельный и шахтовый



12. В результате чего возникает лавинный пробой?

- А) ударной ионизации
- Б) ударной волны
- В) ионизации излучения
- Г) полярной ионизации

13. Вещества, удельная электрическая проводимость которых меньше, чем у металлов и больше, чем у диэлектриков ? это:

- А) полупроводники
- Б) резисторы
- В) транзисторы
- Г) стабилитроны

14. Пробой, обусловленный прямым переходом электронов из валентной зоны в зону проводимости смежной области, происходящим без изменения энергии электрона:

- А) лавинный
- Б) электронный
- В) дырочный
- Г) тепловой

15. Явления, обусловленные взаимодействием свободных электронов с электромагнитным полем, называются:

- А) электронные
- Б) электрические
- В) электромагнитные
- Г) магнитные

### 3. Реферат

Тема 3

1. Система охлаждения промышленных предприятий
2. Системы охлаждения легковых автомобилей.
3. Системы охлаждения грузовых автомобилей отечественного производства.
4. Устройство управления затворами IGBT
3. Входной выпрямитель IGBT
4. Звено постоянного тока
5. Коммутационные перенапряжения и снабберы.

### 4. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3

Лабораторная работа ♦1

1 Исследование однофазного двухполупериодного, трехфазного средней точкой и трех-фазного мостового выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку

Вопросы к работе:

- 1) описать виды выпрямителей;
- 2) рассказать принцип действия мостового выпрямителя;
- 3) описать ход работы;
- 4) сделать выводы

Лабораторная работа ♦2

Определение регулировочных характеристик трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку

- 1) рассказать принцип действия трехфазного мостового управляемого выпрямителя;
- 2) описать ход работы;
- 3) сделать выводы

Лабораторная работа ♦3

Определение естественной внешней характеристики  $U_d = f(I_d)$  трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку

- 1) Описать способ получения естественной внешней характеристики  $U_d = f(I_d)$  трехфазного мостового управляемого выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку;
- 2) В чем заключается особенность получения характеристик?
- 3) сделать выводы по полученным результатам

Лабораторная работа ♦4

Определение естественной входной характеристики  $U_d = f(I_d)$  трехфазного мостового зависимого инвертора

- 1) Описать способ получения естественной входной характеристики  $U_d = f(I_d)$  трехфазного мостового зависимого инвертора;
- 2) В чем заключается особенность получения характеристик?
- 3) сделать выводы по полученным результатам

#### Лабораторная работа ♦5

Натурное моделирование работы на двигатель постоянного тока реверсивного преобразователя с управлением от компьютера

- 1) В чем особенность натурного моделирования работы на двигатель постоянного тока реверсивного преобразователя с управлением от компьютера?
- 2) Описать ход работы;
- 3) Сделать выводы.

#### Лабораторная работа ♦6

Натурное моделирование работы на активно-индуктивную нагрузку трехфазно-однофазного преобразователя частоты с непосредственной связью, выполненного по мостовой схеме

- 1) В чем особенность натурного моделирования работы на активно-индуктивную нагрузку трехфазно-однофазного преобразователя частоты с непосредственной связью, выполненного по мостовой схеме?
- 2) Описать ход работы;
- 3) Сделать выводы.

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Сопротивления.
2. Конденсаторы.
3. Катушки индуктивности. Трансформаторы.
4. Полупроводники. Диоды.
5. Стабилитроны.
6. Тиристоры. Симметричные тиристоры.
7. Светоизлучающие диоды.
8. Варикап.
9. Биполярные транзисторы.
10. Полевые транзисторы.
11. Выпрямители общие сведения
12. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой
13. Однофазная мостовая схема
14. Трехфазная схема со средней точкой
15. Трехфазная мостовая схема
16. Многомостовые схемы
17. Управляемые выпрямители
18. Коммутация токов в схемах выпрямления
19. Внешние характеристики выпрямителей
20. Коэффициент мощности и КПД выпрямителей
21. Сглаживающие фильтры.
22. Инверторы, ведомые сетью
23. Однофазный инвертор со средней точкой
24. Трехфазный мостовой инвертор
25. Основные характеристики и режимы работы инверторов, ведомых сетью
26. Автономные инверторы
27. Инверторы тока
28. Параллельно-последовательный инвертор тока.
29. Инвертор тока с "отсекающими" диодами.
30. Инверторы напряжения
31. Последовательное включение активно-индуктивной нагрузки.
32. Параллельное включение активно-индуктивной нагрузки.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

- 56 баллов и более - "зачтено".
- 55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

- 86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	2	10
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	3	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	4	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Онищенко Г.Б., Соснин О.М. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учеб. пособие / Г.Б. Онищенко, О.М. Соснин. М. : ИИНФРА-М, 2018. - 122 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=961668>
- Славинский А. К. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 448 с. URL: <http://www.znanium.com/bookread.php?book=365161>.
- Умрихин В.А. Физические основы электроники: Учебное пособие / В.В. Умрихин; Уником Сервис. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 304 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=316836>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: Т.1: Электроника / Бурков А.Т. - М.:УМЦ ЖДТ, 2015. - 480 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=528086>
- Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Т. 2: Электронная преобразовательная техника: Учебник / Бурков А.Т. - М.:УМЦ ЖДТ, 2015. - 307 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=947354>
- Зиновьев, Г.С. Силовая электроника : учебное пособие для бакалавров. - 5-е изд.испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 667с.- 6 экз.
- Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=420583>

5. Щука А.А. Электроника: Учебное пособие / Щука А.А. - СПб:БХВ-Петербург, 2008. - 751 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=350420>

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Библиотека учебной и научной литературы - <http://sbiblio.com/biblio>

Журнал "Практическая силовая электроника" - <http://www.mmp-irbis.ru/content/journal1.php>

Силовая электроника - <http://silel.ru/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
лабораторные работы	Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов по дидактической сути представляет собой комплекс условий обучения, организуемых преподавателем и направленных на самоподготовку учащихся. Учебная деятельность протекает без непосредственного участия преподавателя и заключается в проработке лекционного материала, подготовке к устному опросу и тестированию, к лабораторным занятиям; изучении учебной литературы из основного и дополнительного списка
устный опрос	Устный опрос как контроль знаний студентов осуществляется в виде фронтальной и индивидуальной проверки. При фронтальном опросе за короткое время проверяется состояние знаний студентов всей группы по определенному вопросу или группе вопросов. Эта форма проверки используется для: выяснения готовности группы к изучению нового материала; определения сформированности понятий; проверки домашних заданий; поэтапной или окончательной проверки учебного материала, только что разобранный на занятии;- при подготовке к выполнению практических и лабораторных работ.
тестирование	При разработке тестовых заданий использовались следующие формы заданий: - задания с выбором одного из 3-4 ответов; - задания с выбором несколько из 3-4 ответов. Вероятна не только контактная форма тестирования, но и такая форма текущего контроля, как компьютерное тестирование на дистанционном курсе по дисциплине или с помощью программы MyTest.
реферат	Рефераты целесообразны для повторения и обобщения учебного материала. Они не только позволяют систематизировать знания учащихся, проверить умение раскрыть тему, но играют особую роль в формировании мировоззрения. В процессе подготовки реферата учащийся мобилизует и актуализирует имеющиеся знания, приобретает самостоятельно новые, необходимые для раскрытия темы, сопоставляет их со своим жизненным опытом, четко выясняет свою жизненную позицию. При проверке этих работ обращает внимание на соответствие работы теме, полноту раскрытия темы, последовательность изложения, самостоятельность суждений.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Экзамен является формой итоговой оценки качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине в целом или по разделу дисциплины. По результатам экзамена студенту выставляется оценка "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" или "неудовлетворительно". Экзамен (зачет) может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению кафедры. Экзаменатор может проставить зачет без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали на практических занятиях.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Силовая электроника" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Силовая электроника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям)" и профилю подготовки Автоматизация энергетических систем .