

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

13 сентября 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

Направление подготовки:

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профили подготовки:

**13.03.02.1 Электромеханика**

**13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети**

**13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты**

**13.03.02.4 Электроснабжение**

Квалификация (степень):

**бакалавр**

Форма обучения:

**заочная**

Санкт-Петербург, 2018

Рабочая программа дисциплины «Силовая электроника» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профили подготовки:

13.03.02.1 Электромеханика

13.03.02.2 Электроэнергетические системы и сети

13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты

13.03.02.4 Электроснабжение

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик:**

О.Л. Соколов, к.т.н., доцент

**Рецензент:**

М.И. Божков к.т.н., доцент, специалист ООО «Городского центра экспертиз»

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и автомобильного транспорта «12» сентября 2018года, протокол №1

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	11
5.1. Темы контрольной работы.....	11
5.2. Темы курсовых работ.....	11
5.3. Перечень методических рекомендаций.....	11
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену .....	11
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	17
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	18
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ .....	18
Приложение.....	20

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Силовая электроника» является:

- формирование знаний о силовой электронике, как устройств, входящих в состав различных объектов электротехники и электроэнергетики; изучение задач экспериментального исследования, теории и техники эксперимента при проектировании, испытаниях и производстве блоков силовой электроники.

1.2. Изучение дисциплины «Силовая электроника» способствует решению следующей задачи профессиональной деятельности:  
ознакомление с методами экспериментального исследования, теорией и техникой устройств силовой электроники.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-2</b>	способностью обрабатывать результаты экспериментов
<b>ПК-4</b>	способностью проводить обоснование проектных решений;
<b>ПК-14</b>	способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования
<b>ПК-15</b>	способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** устройства силовой электроники, как блоки, входящие в состав различных объектов электротехники и электроэнергетики; физические явления в устройствах силовой электроники и основы теории силовой электроники; задачи экспериментального исследования; теорию и технику эксперимента при проектировании, испытаниях и производстве устройств силовой электроники.

**Уметь:** применять теорию и технику эксперимента при проектировании, испытаниях и производстве устройств силовой электроники.

**Владеть:** методами экспериментального исследования, теорией и техникой эксперимента.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Силовая электроника» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока Б.1..

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: математика; химия; начертательная геометрия и инженерная графика; физика; информатики; теоретической механики; физические основы электроники; электрическое и конструкционное материаловедение; теоретические основы электротехники; прикладная механика; метрология, стандартизация и сертификация, основы электромеханики, электрические машины, общая энергетика.

Изучение курса необходимо для освоения следующих дисциплин: изготовление электротехнических и электроэнергетических объектов; расчёт электротехнических и электроэнергетических объектов; основы электротехнологии.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики , написании выпускных квалификационных работ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			лекции	Практическое занятие	Лабораторная работа	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<b>Модуль 1. Электронные полупроводниковые приборы</b>	<b>18/0,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>14</b>			
2	Тема 1.1. Ферромагнитные элементы электронных устройств	9/0,25	1	2		6	Зад.1		
3	<b>Тема 1.2. Полупроводниковые приборы</b>	9/0,25	1			8			
	Итого	18/0,5	2	2		14			
4	<b>Модуль 2. Методы анализа электронных устройств</b>	<b>18/0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>		<b>14,5</b>			
5	Тема 2.1. Рабочие режимы транзистора	3/0,08	0,25			2,75			
6	Тема 2.2. Режимы работы усилительных каскадов	15/0,42	1,25	2		12,75	Зад. 2		
	Итого	18/0,5	1,5	2		14,75			
10	<b>Модуль 3. Преобразовательные устройства электропитания силовых установок</b>	<b>72/2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>65</b>			
	Тема 3.1. Преобразователи переменного и постоянного тока	24/0,66	0,5			23,5			
11	Тема 3.2. Неуправляемые однофазные и многофазные выпрямители	24/0,67	1			23			
12	Тема 3.3. Управляемые выпрямители	24/0,67	1,5	4		18,5	Зад.3		
	Итого	24/2	3	4		65			
13	<b>Модуль 4. Управляющие элементы силовой электроники</b>	<b>72/2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>		<b>68,5</b>			
14	Тема 5.1. Элементы цифровой техники	36/1	0,5			35,5			
25	Тема 5.2. Микропроцессоры и микропроцессорные системы в силовой электронике	36/1	1	2		33	Зад.4		
	Итого	72/2	1,5	2		68,5			
<b>Всего</b>		<b>180/5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>		<b>162</b>	<b>1</b>		<b>ЭКЗ</b>

### 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Модуль 1. Электронные полупроводниковые приборы (18 часов)

#### Тема 1.1. Ферромагнитные элементы электронных устройств (9 часов)

Физические основы электромагнетизма. Динамические процессы при перемагничивании ферромагнитных материалов. Связь между электрическими и магнитными величинами для сердечника с обмотками. Сопротивление

магнитному потоку. Магнитодвижущая сила и напряженность магнитного поля.

Дроссели. Сглаживающие дроссели. Дроссели переменного тока.

Трансформаторы. Потери в трансформаторах. Силовой трансформатор. Автотрансформатор. Импульсные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Измерительно-силовые трансформаторы. Согласующие трансформаторы. Фазоинвертирующие трансформаторы.

**Виды учебных занятий:**

Лекция:	Магнитные элементы силовой электроники Дроссели. Трансформаторы.	1 час
Практическое занятие:	Ферромагнитные элементы электронных устройств	2 час

**Тема 1.2. Полупроводниковые приборы (9 часов)**

Свойство  $p-n$  -переходов, а также других электрических переходов, используемое в полупроводниковых диодах.

Биполярные транзисторы. Структура транзистора, состоящая из чередующихся областей с различными типами проводимости:  $p-n-p$  или  $n-p-n$ .

Три основные схемы включения транзистора: с общей базой, с общим эмиттером и с общим коллектором. Вольт-амперные характеристики транзистора.

Семейство выходных характеристик - зависимость выходного тока от выходного напряжения при разных (фиксированных) значениях входного тока.

Параметры, связывающие входные и выходные переменные токи и напряжения в биполярном транзисторе.

Полевые транзисторы. Основные типы полевых транзисторов. Конструкция полевых транзисторов. МДП-транзисторов со встроенным каналом и с индуцированным каналом. Статические характеристики полевых транзисторов.

Наиболее распространенная структура тиристора. Управляемые и неуправляемые тиристоры. Вольт-амперные характеристики управляемых тиристоров.

**Модуль 2. Методы анализа электронных устройств (18 часов)**

**Тема 2.1. Рабочие режимы транзистора (3 часа)**

Расчёт рабочего режима транзистора. Введение и способы создания смещения входного сигнала. Динамические характеристики транзистора.

**Виды учебных занятий:**

Лекция:	Динамические характеристики транзистора.	0,5 час.
---------	--	----------

## **Тема 2.2. Режимы работы усилительных каскадов (15 часов)**

Основные режимы работы усилителей. Усилители постоянного тока.  
Операционные усилители. Основные схемы на операционных усилителях.  
Дифференциальные усилители.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Основные режимы работы усилителей	1 час
Практическое занятие:	Моделирование основных схем на операционных усилителях	2 час

## **Модуль 3. Преобразовательные установки электропитания силовых установок (72 часа)**

### **Тема 3.1. Преобразователи переменного и постоянного тока (24 часа)**

Преобразование постоянного напряжения в переменное напряжение.  
Инвертор - электронное устройство, преобразующее напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока. Структурные схемы инверторов.

Преобразование напряжения одного уровня в напряжение другого уровня. Конвертор. Схемы выпрямителей напряжения с умножением.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Краткие сведения о преобразователях напряжения	0,5 час
---------	--	---------

### **Тема 3.2. Неуправляемые выпрямители.**

#### **Однофазные и многофазные выпрямители (24 часа)**

Понятие об идеализированных вентилях. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, двухполупериодная со средней точкой, мостовая.

Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая. Их сравнение. Составные схемы выпрямления трехфазного тока.

Выходной ток идеализированного неуправляемого выпрямителя. Его гармонический состав. Коэффициент искажения. Влияние высших гармоник выходного тока выпрямителя на питающую сеть. Понятие об электромагнитной совместимости выпрямителя с питающей сетью.



### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Краткие сведения об основных схемах выпрямления трехфазного тока	0,5 час
---------	--	---------

### **Тема 3.3. Управляемые выпрямители (24 часа)**

Управляемые (регулируемые) выпрямители создаются с применением тиристорных, транзисторных или других управляющих приборов.

Сущность работы тиристорного управляемого выпрямителя. Схема управления тиристором.

Фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем и его использование в тиристорных преобразователях различного назначения.

Двухполупериодный тиристорный управляемый выпрямитель.

Структурная схема многофазной системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Схема трехфазного, однополупериодного тиристорного преобразователя.

Схема трехфазного мостового (двухполупериодного) тиристорного преобразователя.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем	1,5 час
Практическое занятие:	Моделирование режимов работы и исследование однофазных и трехфазных СИФУ тиристорных преобразователей	4 час

## **Модуль 4. Управляющие элементы в силовой электронике (72 часа)**

### **Тема 4.1. Элементы цифровой техники (36 часов)**

Основные понятия алгебры логики, схемные представления логических функций. Основные комбинационные устройства. Цифровые автоматы.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП).

Запоминающие устройства, основные типы. Структура ОЗУ матричного вида. Управляющие цепи для обеспечения режима хранения, чтения и записи информации.



## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Темы контрольной работы

Модуль дисциплины	Наименование тем
Модуль 3. Преобразовательные установки электропитания силовых установок	Регулировочные характеристики нереверсивных тиристорных преобразователей при различных нагрузках
Модуль 4. Микропроцессоры и микропроцессорные системы в силовой электронике	Расчёт параметров блока управления двигателя привода валка прокатного стана

### 5.2. Темы курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

### 5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям
2	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### 5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

#### Модуль 1.

1. Пояснить процессы, протекающие в ферромагнитных материалах в магнитном поле.
2. Какие вещества называются магнитными материалами?
3. Как происходит намагничивание магнитного материала в магнитном поле?
4. Чему равен результирующий магнитный момент  $M$  в макроскопическом смысле?
5. Как характеризуются магнитные свойства элемента?
6. Каким соотношением связаны вектора магнитной индукции  $B$  и напряженности поля  $H$ ?
7. Чему равна полная магнитная индукция в веществе?
8. Поясните понятие абсолютной и относительной магнитной проницаемости.
9. Какие выделяют основные виды магнитных материалов?

10. Какие виды магнитных материалов чаще применяют в блоках электротехники и электроники?
11. Какая зависимость называется кривой намагничивания?
12. Назовите типы кривых намагничивания.
13. Основные параметры петли гистерезиса?
14. Что определяет коэрцитивная сила  $H_c$ ?
15. Что такое импульсные трансформаторы?
16. От чего зависят потери в трансформаторах? 17.?
18. Какие существуют методы уменьшения потерь?
19. Как классифицируются трансформаторы?
20. Чем объясняются потери в трансформаторах?
21. Что индуцирует в обмотках переменный магнитный поток?
22. Что называется изменением напряжения трансформатора при нагрузке?
23. Составляющие потери мощности в магнитопроводе?
24. Приведите схему замещения трансформатора на холостом ходу?
25. Исходя из какого физического закона определяют активное сопротивление обмотки в режиме короткого замыкания?
26. Чему пропорциональны потери в медных обмотках?
27. Чему равен коэффициент полезного действия?
28. Вольт-амперная характеристика  $p-n$ -перехода?
29. Режимы работы биполярного транзистора?
30. Приведите схемы включения биполярного транзистора.
31. Какие схемы включения биполярных транзисторов усиливают напряжение входного сигнала?
32. Поясните семейство выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером.
33. Что представляет собой входная характеристика биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой?
34. Объясните неодинаковое изменение толщины канала вдоль его длины при изменении напряжения  $U_{си}$ .
35. Для чего необходим затвор в полевом транзисторе?
36. Чем отличается полевой транзистор с изолированным затвором от транзистора с управляющим  $p-n$ -переходом?
37. Чем отличаются структуры МДП-транзисторов с индуцированным и со встроенным каналом?
38. Поясните управляющие и выходные характеристики полевого транзистора.

## Модуль 2

1. Для чего во входную цепь транзистора вводят смещение?
2. Какие характеристики транзистора называют динамическими режимами?
3. Как следует выбирать начальное положение рабочей точки транзистора?
4. Режимы работы усилительных каскадов?
5. Чем характеризуется режим класса А?
6. Чему равен угол отсечки в режиме класса А?
7. Почему искажения сигнала в режиме класса А минимальны?
8. Чем характеризуется режим класса В?
9. Чему равен КПД усилителя в режиме класса В?
10. Чему равен угол отсечки в режиме класса В?
11. Недостаток усилителей в режиме класса В?
12. Чему равен угол отсечки в режиме класса В?
13. Что такое комплементарная пара усилителей?
14. В каких усилителях используют режим класса В?
15. Чему соответствует режим класса АВ?
16. Чему равен угол отсечки в режиме класса АВ?
17. Чему равен КПД усилителя в режиме класса АВ?
18. Какие сигналы усиливают усилители постоянного тока?
19. Что такое дрейф нуля в усилителях постоянного тока?
20. Один из возможных способов уменьшения дрейфа нуля?

## Модуль 3. Преобразовательные устройства электропитания силовых установок

1. Как называется электронное устройство, преобразующее напряжение постоянного тока в напряжение переменного тока?
2. Конвертор – это устройство, предназначенное для преобразования...
3. Схемы выпрямителей напряжения с умножением строятся на основе...
4. Прибор с одним выпрямляющим электрическим переходом и двумя выводами, в котором используется свойство выпрямляющего электрического перехода – это?
5. Какое свойство называется вентильным?
6. Вольт-амперная характеристика  $p-n$ -перехода—это зависимость?
7. Основными параметрами выпрямителей являются?
8. Что называют пробивным напряжением?
9. Назовите основные параметры неуправляемых выпрямителей
10. Коэффициент пульсаций выходного напряжения однофазной двухполупериодной схемы?

11. Выходной ток идеализированного неуправляемого выпрямителя?
12. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная периодной схемы?
13. Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая.
14. С какими полупроводниковыми приборами создаются управляемые (регулируемые) выпрямители?
15. Поясните вольт-амперные характеристики управляемых тиристоров.
16. Основная область применения тиристоров
17. Наиболее распространенная структура тиристора?
18. Различия управляемых и неуправляемых тиристоров?
19. Структуру тиристора можно заменить моделью в виде...?
20. Какие существуют разновидности тиристоров?
21. Поясните работу тиристорного управляемого выпрямителя.
22. Схема управления тиристором?
23. Укажите преимущества тринистора перед динистором.
24. Какими способами переводят тиристор из открытого состояния в закрытое?
25. Двухоперационный тиристор?
  
26. Поясните фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем.
27. Приведите схему и объясните работу двухполупериодного тиристорного управляемого выпрямителя.
28. Поясните структурную схему многофазной системы импульсно-фазового управления (СИФУ).
29. Приведите схему и объясните работу схемы трехфазного, однополупериодного тиристорного преобразователя.
30. Схема трехфазного мостового (двухполупериодного) тиристорного преобразователя?

#### **Модуль 4**

1. Основные понятия алгебры логики.
2. Схемные представления логических функций?
3. Приведите основные комбинационные устройства.
4. Что являются цифровыми автоматами?
5. Поясните работу аналого-цифровых преобразователей (АЦП).
6. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП).
8. Структурная схема микропроцессорной системы с трехшинной архитектурой?

9. Основные узлы: центральный процессор, память и внешние устройства.
10. Назначение шин адреса, данных и управления?
11. Устройство однокристальных МП?
12. Поясните структурную схему однокристальных МП на примере МП КР580ВМ80.
13. Перечислите основные узлы МП.
14. Для чего предназначены шины адреса и данных?
15. Из каких блоков выбирают числа при проведении операции сложения?
16. Где размещаются код операции и операнд?
17. Перечислите основные узлы МПС?
18. Контур регулирования непрерывной модели силового электропривода с тиристорным преобразователем (ТП).
19. Приведите схему микропроцессорной системы, встроенной в контур управления силовым электроприводом (ЭП).
20. Как происходит выработка и подача управляющих воздействий от МПС на тиристорный преобразователь силового электропривода прокатного стана?
21. Поясните структурную и эквивалентную структурную схемы комплекса МП-системы, тиристорного преобразователя и силового электропривода.
22. Представить передаточную функцию  $W(p)$  непрерывной части системы разомкнутого контура регулирования модели тиристорного преобразователя с ЭП в режиме непрерывного тока.
23. Что можно использовать для анализа и синтеза цифровых систем?
24. Какие блоки включены в передаточную функцию замкнутой системы?
25. Каковы особенности переходного процесса в системе тиристорного преобразователя и электропривода, управляемого МП-системой?
26. Какие качественные показатели переходного процесса?

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основной**

1. Алиев И. И. Электротехника и электрооборудование [Электронный учебник] : Учебное пособие / Алиев И. И., 2012, Высшая школа, Абрис. - 1199 с

Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/96543>.

2. Семенов Б. Ю. Силовая электроника [Электронный учебник] : От простого к сложному Учебное пособие / Семенов Б. Ю., 2009, СОЛОН-ПРЕСС. - 416 с.

Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/8674>

3. Семенов Б. Ю. Силовая электроника [Электронный учебник] :

Профессиональные решения Учебное пособие / Семенов Б. Ю., 2011, ДМК Пресс. - 416 с.

Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/7757>

#### **б) дополнительный:**

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. М.: Альянс 2008г.(496с)

2. Розанов Ю.К. Силовая электроника. Москва. Издательский дом МЭИ 2007г.

3. Попков О.З. Основы преобразовательной техники Москва. Издательский дом МЭИ 2005г

#### **Программное обеспечение**

1. ППП MS Office 2016

2. Текстовый редактор Блокнот

3. Браузеры IE, Google Chrome, Mozilla Firefox

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

### **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении учебной дисциплины студенту необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

9.1. При изучении тем из модулей повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал,



находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения тем необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенных в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения модуля дисциплины необходимо пройти контрольный тест по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. После изучения модулей приступить к выполнению контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями

9.4. В завершении изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

#### **9.6. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости, по личному заявлению, осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая

возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Библиотека.
2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
3. Электронная информационно-образовательная среда университета.
4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

### **12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	5
Практическая работа 1	5
Практическая работа 2	5
Практическая работа 3	5
Практическая работа 4	6
Контрольный тест к модулю 1	6
Контрольный тест к модулю 2	6
Контрольный тест к модулю 3	6
Контрольный тест к модулю 4	6
Контрольная работа	<b>20</b>
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>30</b>
<b>Всего</b>	<b>0 - 100</b>

<b>БОНУСЫ</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0-50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0-50

### **Оценка по контрольной работе**

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
отлично	18-20
хорошо	15-17
удовлетворительно	12-14
неудовлетворительно	менее 12

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-2</b>	способностью обрабатывать результаты экспериментов;
<b>ПК-4</b>	способностью проводить обоснование проектных решений;
<b>ПК-14</b>	способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;
<b>ПК-15</b>	способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1. Магнитные элементы силовой электроники	ПК-2,4,14,15	Контрольный тест 1 Практическое занятия 1
<b>2</b>	Модуль 2. Трансформаторы	ПК-2,4,14,15	Контрольный тест 2 Практическое занятия 2
<b>3</b>	Модуль 3. Преобразовательные устройства электропитания силовых установок	ПК-2,4,14,15	Контрольный тест 3 Практическое занятия 3
<b>4</b>	Модуль 4. Управляющие элементы в силовой электронике	ПК-2,4,14,15	Контрольный тест 4 Практическое занятия 4
<b>5</b>	Модуль 1-4	ПК-2,4,14,15	Контрольная работа Итоговый контрольный тест

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> , ПК-2,,4. -физические явления в силовой электронике; методики расчётов и способы моделирования приборов силовой электроники	Не знает	Имеет понятие о физических явлениях в силовой электронике, но не знает основных методик их расчётов.	Знает основные понятия физических явлений в э силовой электронике, но не знает способы и порядок их моделирования.	Знает основные понятия физических явлений в силовой электронике, и основы теории, но не может применить знания при их моделировании.	Знает основные понятия физических явлений в силовой электронике, и основы теории. Умеет применять методики их расчётов и моделирование.
Второй этап	<b>Уметь</b> ПК-2,,4,14 - применять методики расчётов элементов силовой электроники, обрабатывать результаты моделирования	Не умеет	Ошибается в выборе методов испытаний расчётов силовой электроники.	Правильно определяет задачи расчётов силовой электроники, но не умеет применять основные методики расчётов.	Умеет применять методики расчётов силовой электроники, оформлять отчеты, но не умеет обрабатывать результаты	Умеет применять методики расчётов силовой электроники, оформлять отчеты и обрабатывать результаты..
Третий этап	<b>Владеть</b> ПК-2,,4,14,15- владеет методами расчётов и моделирования параметров силовой электроники, способностью оформления отчетов и обработкой результатов	Не владеет	Имеет понятие о методах расчётов и моделирования параметров силовой электроники, но не владеет способностью обработки результатов и оформлением отчетов.	Владеет методами расчётов и моделирования параметров силовой электроники но не владеет порядком оформления результатов.	Владеет методами расчётов и моделирования параметров силовой электроники, и навыками составления отчетной документации, но ошибается в обработке их результатов.	Владеет методами расчётов и моделирования параметров силовой электроники, и грамотно составляет отчетную документацию и обрабатывает их результаты.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	5
Практическая работа 1	5
Практическая работа 2	5

Практическая работа 3	5
Практическая работа 4	6
Контрольный тест к модулю 1	6
Контрольный тест к модулю 2	6
Контрольный тест к модулю 3	6
Контрольный тест к модулю 4	6
Контрольная работа	<b>20</b>
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>30</b>
<b>Всего</b>	<b>0 - 100</b>

#### Балльная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

#### 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу Контрольная работа содержит 2 задачи

Задачи составлены в 100 вариантах.

В соответствии со своим индивидуальным шифром студент должен выбрать исходные данные для своей контрольной работы. В заданиях использованы: последняя цифра шифра – *a* и предпоследняя цифра - *b*.

##### **Задача 1**

Регулировочные характеристики нереверсивных тиристорных преобразователей при различных нагрузках

##### **Задача 2**

Расчёт параметров блока управления двигателя привода валка прокатного стана

## 5.2. Типовой вариант задания на практическую работу

Магнитные элементы силовой электроники.

Расчет и моделирование релаксационных генераторов

Неуправляемые выпрямители

Исследование качества управления микропроцессорной системой силовым электроприводом

## 5.3. Типовой тест промежуточной аттестации

### МОДУЛЬ 1

1. Магнитное поле в вакууме характеризуется векторами магнитной индукции  $B$  и напряженностью поля  $H$ , связанными зависимостью вида

$$\begin{array}{ll} 1. B = \mu_0 / H; & 2. B = \mu_0 H^2; \\ 3. B = \mu_0 + H; & 4. B = \mu_0 H. \end{array}$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  [Гн/м]-магнитная постоянная.

2. Магнитомягкие материалы характеризуются коэрцитивной силой

1.  $\geq 10$  кА/м;
2.  $> 8$  кА/м;
3.  $< 4 \frac{\text{кА}}{\text{м}}$ ;
4.  $\leq 2 \frac{\text{кА}}{\text{м}}$ .

3. Перемагничивание магнитных материалов возбуждает вихревые токи, магнитное поле которых направлено...

1. перпендикулярно внешнему полю;
2. встречно внешнему полю;
3. произвольно;
4. хаотично.

4. Ферромагнетики характеризуются точкой Кюри—предельной температурой, при которой материал...

1. приобретает сверхпроводимость;
2. усиливает ферромагнитные свойства;
3. теряет ферромагнитные свойства;
4. становится плазмой.

5. Перемагничивание магнитных материалов в переменных полях приводит к потерям на ...

1. вихревые токи;
2. гистерезис;
3. гистерезис и вихревые токи;
4. поляризацию.

### МОДУЛЬ 2

1. В основу принципа действия трансформатора положен ...
2. ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора зависят от ...
3. Опыт холостого хода проводится в режиме ...
4. Коэффициентом трансформации называется ...
5. Для экспериментального определения коэффициента трансформации ...

### МОДУЛЬ 3

1. Система управления в тиристорном электроприводе регулирует ... ..
2. СИФУ состоит из блока, преобразующего напряжение управления .....
3. Тиристор включается в течение нескольких микросекунд ... ..
4. Управляемые полупроводниковые вентили-тиристоры представляют собой .....
5. Способом регулирования потока энергии через нагрузку является .....

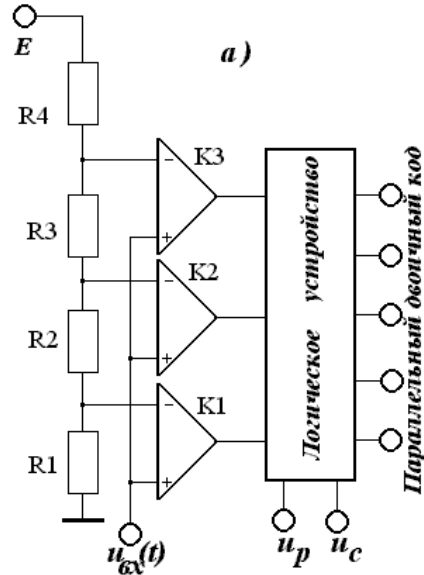
### МОДУЛЬ 4

1. В переходном процессе выявите основные качественные показатели.
- 2.



2. На рисунке *a*) представлена схема АЦП ( $K_1 \dots K_3$  – компараторы)



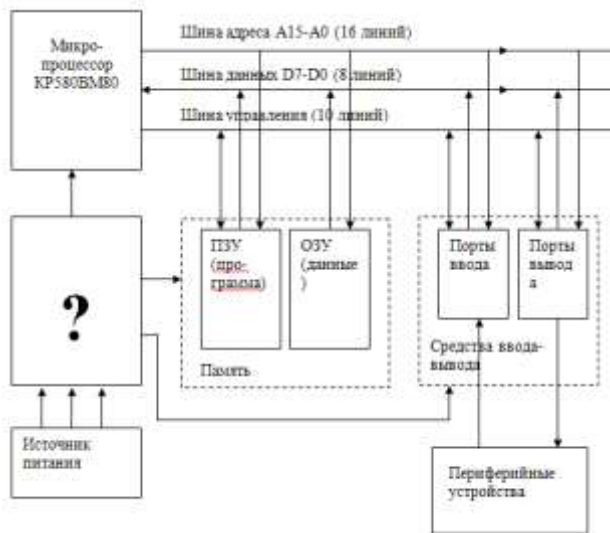


- a) последовательного типа;
- b) параллельного типа;
- c) комбинированного типа;
- d) промежуточного типа.

3. В постоянных запоминающих устройствах предусмотрены режимы ...

- a) записи и перезаписи;
- b) хранения и обновления;
- c) чтения и записи;
- d) хранения и чтения.

4. На схеме представлена архитектура МП системы на базе МККР580, в которой отсутствует ...



- a) линии обратной связи;
- b) периферийные блоки;
- c) генератор тактовых импульсов;
- d) сервисные системы.

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

6.1.Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2.Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3.Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4.Производится идентификация личности студента.

6.5.Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6.Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования