

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета \_\_\_\_\_ А.В. Бурковский  
«31» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Силовая электроника»**

**Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

**Профиль Электропривод и автоматика**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года / 5 лет**

**Форма обучения очная / заочная**

**Год начала подготовки 2017**

**Автор программы**

\_\_\_\_\_  
/Муконин А.К. /

**Заведующий кафедрой  
Электропривода,  
автоматики и управления в  
технических системах**

\_\_\_\_\_  
/Бурковский В.Л. /

**Руководитель ОЦОП**

\_\_\_\_\_  
/Цитолин В.М. /

**Воронеж 2017**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** - изучение элементной базы силовой электроники, устройства, принципа действия и характеристик диодных и тиристорных выпрямителей, широтно-импульсных преобразователей, инверторов и преобразователей частоты

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- знание характеристик силовых полупроводниковых вентилях, диодов, тиристоров, транзисторов;
- знание основных схем и принципа действия выпрямителей, широтно-импульсных преобразователей, автономных инверторов напряжения и преобразователей частоты;
- знание методов экспериментального исследования силовых электронных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Силовая электроника» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Силовая электроника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей

ПК-1 - способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике

ПК-2 - способность обрабатывать результаты экспериментов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	Знать основные элементы силовых электронных устройств;
	Уметь читать принципиальные электрические схемы;
	Владеть навыками исследования электронных устройств
ПК-1	знать обобщенную структуру выпрямителя, основные схемы выпрямителей и их характеристики
	уметь выбирать рациональные схемы силовых электронных устройств для электропривода.
	Владеть методами анализа силовых электронных устройств;
ПК-2	знать обобщенную структуру выпрямителя, основные

	схемы выпрямителей и их характеристики; основные схемы инверторов и преобразователей частоты для электропривода
	уметь обрабатывать результаты исследования электронных устройств
	Владеть методами измерения электрических величин

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Силовая электроника» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий **очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	18	18
В том числе:		
Лекции	8	8

Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	153	153
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	0 5	180 5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о силовых электронных устройствах	Принцип импульсного регулирования потока энергии и обобщенная структура преобразовательного устройств( ПУ). Классификация ПУ. . Основные показатели и характеристики преобразовательных устройств.	2	2		8	12
2	Основные элементы силовых электронных устройств	.Силовые диоды, силовые транзисторы (биполярные, МОП, IGBT), транзисторные модули. . Тиристоры (однооперационные, запираемые, оптронные).	3	3	8	12	26
3	Выпрямители	Общие сведения о выпрямителях, обобщенная схема выпрямителя. Принцип выпрямления, однополупериодный выпрямитель. Основные параметры выпрямителей. Классификация выпрямителей. Однополупериодный выпрямитель с разными нагрузками. Двухполупериодные выпрямители. Сравнение схем выпрямления	5	5	12	20	42
4	Широтно-импульсные	. Нереверсивный ШИП. . Однофазный мостовой ШИП.	2	2	4	8	16

	преобразователи постоянного тока	Проблема обеспечения генераторных режимов.					
5	Инверторы и преобразователи частоты	Инверторы, ведомые сетью Автономные инверторы Преобразователи частоты с непосредственной связью. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.	4	4	4	8	16
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	Управление двигателями постоянного тока (ДПТ). Применение тиристорных выпрямителей для управления ДПТ. Управление двигателями переменного тока	2	2	8	8	20
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о силовых электронных устройствах	Принцип импульсного регулирования потока энергии и обобщенная структура преобразовательного устройств ( ПУ). Классификация ПУ. . Основные показатели и характеристики преобразовательных устройств.	0,5	-		16	16,5
2	Основные элементы силовых электронных устройств	.Силовые диоды, силовые транзисторы (биполярные, МОП, IGBT), транзисторные модули. . Тиристоры (однооперационные, запираемые, оптронные).	0,5	-		22	22,5
3	Выпрямители	Общие сведения о выпрямителях, обобщенная схема выпрямителя. Принцип выпрямления, однополупериодный выпрямитель. Основные параметры выпрямителей. Классификация выпрямителей. Однополупериодный выпрямитель с разными нагрузками. Двухполупериодные выпрямители. Сравнение схем выпрямления	2	1	4	40	47
4	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	Нереверсивный ШИП. Однофазный мостовой ШИП. Проблема обеспечения генераторных режимов.	2	1	2	18	24
5	Инверторы и преобразователи частоты	Инверторы, ведомые сетью Автономные инверторы Преобразователи частоты с	2	-	2	34	38

		непосредственной связью. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.					
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	Управление двигателями постоянного тока (ДПТ). Применение тиристорных выпрямителей для управления ДПТ. Управление двигателями переменного тока	1			22	23
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>153</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1 «Исследование диодов»
2. Лабораторная работа № 2 «Исследование транзисторов»
3. Лабораторная работа № 3 «Исследование однополупериодного диодного выпрямителя»
4. Лабораторная работа № 3 «Исследование мостового диодного выпрямителя»
5. Лабораторная работа № 3 «Исследование тиристорного преобразователя»
6. Лабораторная работа № 3 «Исследование широтно-импульсного преобразователя»
7. Лабораторная работа № 3 «Исследование автономного инвертора напряжения»
8. Лабораторная работа № 3 «Исследование частотного электропривода»

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения, в 8 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет  
тиристорного преобразователя»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- выбор элементов вентильного комплекта
- расчет согласующего трансформатора
- получение характеристик преобразователя

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	знать основные элементы силовых электронных устройств;	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь читать принципиальные электрические схемы	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками исследования электронных устройств	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать обобщенную структуру выпрямителя, основные схемы выпрямителей и их характеристики	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбирать рациональные схемы силовых электронных устройств для электропривода	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами анализа силовых электронных устройств;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать обобщенную структуру выпрямителя, основные схемы выпрямителей и их характеристики; основные схемы инверторов и преобразователей частоты для электропривода	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь обрабатывать результаты исследования электронных устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами измерения электрических величин	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6

семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	--	--	--	---	--	------------------

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Выпрямители преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

2. Инверторы преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

3. Преобразователи частоты преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

4. Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения

преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

5. Управляемые силовые вентили в преобразовательных устройствах

работают в режиме

- а) активном б) ключевом в) линейном г) регенеративном

6. Регулирование напряжения в силовых преобразователях

осуществляется

а) изменением соотношения между периодами включенного и выключенного состояния вентиля

б) плавным изменением сопротивления вентиля

в) плавным регулированием напряжения управления силовых вентиля

г) плавным регулированием тока управления силовых вентиля

7. У биполярных транзисторов следующие выводы

а) анод, катод, управляющий электрод

б) коллектор, эмиттер, затвор

в) коллектор, эмиттер, база

г) сток, исток, затвор

8. У полевых транзисторов следующие выводы

- а) анод, катод, управляющий электрод б) коллектор, эмиттер, затвор в) коллектор, эмиттер, база г) сток, исток, затвор

9. У IGBT-транзисторов следующие выводы

- а) анод, катод, управляющий электрод б) коллектор, эмиттер, затвор в) коллектор, эмиттер, база г) сток, исток, затвор

10. У тиристоров следующие выводы

- а) анод, катод, управляющий электрод б) коллектор, эмиттер, затвор в) коллектор, эмиттер, база г) сток, исток, затвор

11. Для включения биполярного транзистора нужно создать

- а) ток базы
- б) ток управляющего электрода
- в) напряжение между затвором и эмиттером
- г) напряжение между затвором и истоком

12. Для включения тиристора нужно

- создать а) ток базы
- б) ток управляющего электрода
- в) напряжение между затвором и эмиттером
- г) напряжение между затвором и истоком

13) .Для включения полевого транзистора нужно

- создать а) ток базы
- б) ток управляющего электрода
- в) напряжение между затвором и эмиттером
- г) напряжение между затвором и истоком

14. Для включения IGBT-транзистора нужно

- создать а) ток базы
- б) ток управляющего электрода
- в) напряжение между затвором и эмиттером
- г) напряжение между затвором и истоком

15. Для выключения биполярного транзистора

- нужно а) убрать ток базы
- б) снизить ток анода практически до нуля
- в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
- г) убрать напряжение между затвором и истоком

16. Для выключения тиристора нужно а) убрать

- ток базы
- б) снизить ток анода практически до нуля
- в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
- г) убрать напряжение между затвором и истоком

17. Для выключения IGBT-транзистора нужно а)

- убрать ток базы

- б) снизить ток анода практически до нуля
  - в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
  - г) убрать напряжение между затвором и истоком
18. Для выключения полевого транзистора нужно
- а) убрать ток базы
  - б) снизить ток анода практически до нуля
  - в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
  - г) убрать напряжение между затвором и истоком

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного диодного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

2. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового диодного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

3. Действующее значение напряжения на входе однофазного диодного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

4. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного диодного выпрямителя с чисто емкостной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

5. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового диодного выпрямителя с чисто емкостной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

6. Действующее значение напряжения на входе однофазного диодного выпрямителя со средней точкой с чисто емкостной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

7. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 0 градусов.

8. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 90 градусов.

9. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 0 градусов.

10. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 90 градусов.

11. Действующее значение напряжения на входе однофазного тиристорного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 90 градусов.

12. Действующее значение напряжения на входе однофазного тиристорного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 0 градусов.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов нереверсивного широтно-импульсного преобразователя постоянного тока, получите уравнение для определения напряжения нагрузки.

2. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов реверсивного широтно-импульсного преобразователя постоянного тока, получите уравнение для определения напряжения нагрузки.

3. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного мостового автономного инвертора напряжения.

4. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного автономного инвертора напряжения со средней точкой.

5. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однополупериодного диодного выпрямителя с резистивной нагрузкой и получите формулу среднего значения выпрямленного напряжения.

6. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного мостового диодного выпрямителя с резистивной нагрузкой и получите формулу среднего значения выпрямленного напряжения.

7. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного диодного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой и получите формулу среднего значения выпрямленного напряжения.

8. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однополупериодного тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой и получите формулу среднего значения выпрямленного напряжения.

9. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного мостового тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой и получите формулу среднего значения выпрямленного напряжения.

10. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного тиристорного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой и получите формулу среднего значения выпрямленного напряжения.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету** Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Назначение, области применения и основные виды преобразователей энергии.
2. Обобщённая схема преобразователей энергии и принцип импульсного регулирования потока энергии.
3. Основные показатели качества преобразователей энергии.
4. Полупроводниковый диод. Вольтамперная характеристика, влияние температуры.
5. Биполярные транзисторы. Устройство и характеристики.
6. Полевые транзисторы. Устройство и характеристики.
7. IGBT – транзисторы и модули.
8. Тиристоры. Устройство и характеристики.
9. Обобщенная схема выпрямителя. Основные характеристики выпрямителей.
10. Однополупериодный управляемый выпрямитель с резистивной нагрузкой.
11. Однополупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
12. Однополупериодный управляемый выпрямитель с нулевым диодом.
13. Двухполупериодный управляемый выпрямитель со средней точкой с резистивной нагрузкой.
14. Двухполупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
15. Понятие о коммутационном сопротивлении. Внешние характеристики выпрямителя.
16. Инверторный режим работы выпрямителей.
17. Однофазный мостовой управляемый выпрямитель.
18. Трёхфазный нулевой управляемый выпрямитель.
19. Трёхфазный мостовой управляемый выпрямитель.
20. Влияние выпрямителей на питающую сеть.
21. Реверсивные выпрямители с совместным управлением.
22. Реверсивные выпрямители с отдельным управлением.
23. Нереверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения.
24. Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с противофазной коммутацией.
25. Обобщенная структура преобразователя с промежуточным звеном постоянного напряжения. Обеспечение тормозных режимов.
26. Регуляторы переменного напряжения.
27. Однофазный мостовой АИН.
28. Нулевые схемы АИН.
29. Трёхфазный мостовой АИН.
30. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.
31. Непосредственные преобразователи частоты.
32. Функции систем управления преобразователями.
33. Основные типы формирователей импульсов управления вентилями.
34. Формирователи импульсов управления тиристорами.

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о силовых электронных устройствах	ОПК-3	Тест
2	Основные элементы силовых электронных устройств	ОПК-3	Тест
3	Выпрямители	ОПК-3, ПК-1, ПК-2	защита лабораторных работ
4	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	ОПК-3	защита лабораторных работ
5	Инверторы и преобразователи частоты	ПК-2	защита лабораторных работ
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	ПК-1	защита лабораторных работ

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется

оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1.Зайцев А.И. Силовая промышленная электроника: Учеб. пособие/ А.И. Зайцев, А.С. Плехов. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 251 с.

2.Силовая электроника, силовые преобразователи для электропривода и электроснабжения Онищенко Г.Б.,Соснин О.М. Учебное пособие/ Москва,2016.Сер. Бакалавриат/ Электронная библиотека elibrari.ru.

3. Силовая электроника, мощные полупроводниковые приборы ,вентильные преобразователи электроэнергии / Кузнецов Б.М., Лысенко О А. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений , обучающихся по направлению подготовки « Электроэнергетика и электротехника»/ Омск , 2015. / Электронная библиотека elibrari.ru.

4.Семенов Б.Ю. Силовая электроника. От простого к сложному [Электронный ресурс] / Б.Ю. Семенов. — Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 416 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8674.html>.— ЭБС «IPRbooks».

5.Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс] / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876.html>.— ЭБС «IPRbooks».

6.Шустов М.А. Основы силовой электроники [Электронный ресурс]/ Шустов М.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Наука и Техника, 2017.— 336 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60655.html>.— ЭБС «IPRbooks».

7.Семенов Б.Ю. Силовая электроника. Профессиональные решения [Электронный ресурс]/ Семенов Б.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65414.html>.— ЭБС «IPRbooks».

8.Попков О.З. Основы преобразовательной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Попков О.З.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2010.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33149.html>.— ЭБС «IPRbooks».

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

### **Лицензионное программное обеспечение**

- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2007
- Microsoft Office Power Point 2007
- ABBYY FineReader 9.0

### **Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- <http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

### **Информационная справочная система**

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

- Электротехнический портал. Адрес ресурса: <http://электротехнический-портал.рф/>
  - Силовая Электроника для любителей и профессионалов. Адрес ресурса: <http://www.multikonelectronics.com/>
  - Справочники по электронным компонентам. Адрес ресурса: <https://www.rlocman.ru/comp/sprav.html>
  - Известия высших учебных заведений. Приборостроение (журнал). Адрес ресурса: <http://pribor.ifmo.ru/ru/archive/archive.htm>
  - Портал машиностроения. Адрес ресурса: <http://www.mashportal.ru/>
  - Электроцентр. Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>
  - Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>
  - Электромеханика. Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>
  - Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>
- Росстандарт. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Адрес ресурса: <https://www.gost.ru/portal/gost/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

<b>9.1</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория</b> , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
<b>9.2</b>	<b>Специализированная учебная лаборатория</b> для исследования электротехнических электронных устройств

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Силовая электроника» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета силовых электронных устройств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.

Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	

