

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

Утверждено на заседании

УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 30.08.2024 № 1-

8/2024

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

---

**Силовая электроника**

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Профиль:

Электроэнергетические системы АЭС

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2024 г.**

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1.1	Способен управлять качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС	З-ПК-1.1 Знать: процессы эксплуатации электроэнергетических систем АЭС; У-ПК-1.1 Уметь: управлять качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС; В-ПК-1.1 Владеть: правилами управления качеством процессов эксплуатации электроэнергетических систем АЭС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математический анализ, физика, электротехника, электроника.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: все виды практик.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

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

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)	
	Очная	Заочная

	Семестр	Курс
	№ 4	№
	Количество часов на вид работы:	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	
В том числе:		
<i>лекции (лекции в интерактивной форме)</i>	16	
<i>практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)</i>	16	
<i>лабораторные занятия</i>	16	
<b>Промежуточная аттестация</b>		
В том числе:		
<i>зачет</i>	-	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	40	
В том числе:		
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	10	
<i>выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	10	
<i>подготовка ко всем видам контрольных испытаний текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>	10	
<i>подготовка ко всем видам контрольных испытаний промежуточной аттестации (по окончании семестра)</i>	10	
<b>Всего (часы):</b>	<b>72</b>	
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>2</b>	

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

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	<b>Полупроводники. Основные схемотехнические решения устройств силовой электроники.</b>	8	8	8		12					
1.1.	Силовые полупроводниковые приборы (СПП)	2	2	2		2					
	Силовые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети. Однофазные и трехфазные управляемые выпрямители;	2	2	2		4					
	Однофазные и трёхфазные непосредственные преобразователи частоты (НПЧ); Одноплечевой и мостовой широтно-импульсный преобразователь (ШИП)	2	2	2		4					
1.3	Понижающие и повышающие импульсные источники питания постоянного напряжения.	2	2	2		2					

2.	<b>Силовые электронные аппараты</b>	8	8	8		12					
2.1.	Тема 5. Силовые полупроводниковые преобразователи с принудительной коммутацией. Автономные инверторы.	2	2	2		4					
	Тема 6. Принципы формирования выходного напряжения автономных инверторов на транзисторах при синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ)	2	2	2		2					
	Тема 7. Трехфазные автономные инверторы на транзисторах и тиристорах;	2	2	2		4					
	Тема 8. Защита элементов преобразователей и двигателя от недопустимых токов и напряжений.	2	2	2		2					
	Итого за 1 семестр:	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>24</b>					
	Всего:	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>24</b>					

*Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся*

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	<b>Полупроводники. Основные схемотехнические решения устройств силовой электроники</b>	
1.1.	Силовые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети.	Исследование однополупериодного управляемого выпрямителя
1.2.	Силовые полупроводниковые приборы	Исследование тиристоров
1.3	Однофазные и трёхфазные непосредственные преобразователи частоты	Исследование реверсивного тиристорного преобразователя
1.4	Понижающие и повышающие импульсные источники питания постоянного напряжения	Полупроводниковые полевые транзисторы
2.	<b>Силовые электронные аппараты низкого и высокого напряжения</b>	
2.1.	Силовые полупроводниковые преобразователи с принудительной коммутацией. Автономные инверторы	Исследование автономного инвертора напряжения
2.2	Защита элементов преобразователей и двигателя от недопустимых токов и напряжений	Статические и динамические характеристики двухзвенного преобразователя частоты
2.3	Принципы формирования выходного напряжения	Исследование разомкнутой системы «Преобразователь частоты — асинхронный двигатель»

	автономных инверторов на транзисторах при синусоидальной широтно-импульсной модуляции	
2.4	Трехфазные автономные инверторы на транзисторах и тиристорах	Исследование замкнутой системы «Преобразователь частоты — асинхронный двигатель».

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

1. Псарев А.И. Курс лекций по дисциплине «Силовая электроника» [Электронный ресурс]. / А.И. Псарев.
2. Псарев А.И. Лабораторные работы по дисциплине «Силовая электроника» [Электронный ресурс]: учеб.-метод. / А.И. Псарев.
3. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Силовая электроника» – <http://iate.obninsk.ru/node/5230>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
<b>Текущий контроль, 1 семестр</b>			
1.	Полупроводники. Основные схемотехнические решения устройств силовой электроники.	ПК-2- способность обрабатывать результаты экспериментов	Комплект тестов для сдачи разделов
2.	Силовые электронные аппараты низкого и высокого напряжения.	ПК-2- способность обрабатывать результаты экспериментов	Комплект тестов для сдачи разделов
<b>Промежуточный контроль, 1 семестр</b>			
	зачет	ПК-2- способность обрабатывать результаты экспериментов	Зачетный билет
Всего:			

### 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

## Билеты для сдачи разделов по дисциплине «Силовая электроника»

**Критерии и порядок оценивания.** По окончании каждого модуля дисциплины или при окончании первой части дисциплины обучающийся получает тестовый билет и отвечает на содержащиеся в нем вопросы, раскрывающие изучаемую в данном модуле компетенцию (компетенции). Баллы по итогам сдачи соответствующих модулей распределяются следующим образом:

Раздел 1 – 9 баллов

Раздел 2 – 9 баллов

Билет теста по разделу может содержать вопросы в соответствии со следующей структурой:

**ВЫСШИЕ БАЛЛЫ** выставляются обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по разделу, системно, последовательно, четко и логически стройно его излагает, демонстрирует его полное понимание, умеет тесно увязывать теорию с практикой, обосновывает свои суждения, свободно справляется с решением профессиональных задач, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

**СРЕДНИЕ БАЛЛЫ** выставляются обучающемуся, если он твердо знает программный материал по модулю, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении профессиональных задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

**ПОРОГОВЫЕ БАЛЛЫ** выставляются обучающемуся, если он имеет знания только основного программного материала по разделу, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении профессиональных задач.

**НИЗШИЕ БАЛЛЫ** выставляется обучающемуся, который не знает значительную часть программного материала по разделу, бессистемно и неуверенно излагает его, не владеет терминологией, искажает смысл определений, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает профессиональные задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Значения баллов по экзамену:

- 0-3 баллов – низшие баллы;
- 3-5 балла – пороговые баллы;
- 5-7- баллов - средний балл;
- 7-9 баллов – высшие баллы

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 1**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №1**

1. Структура полупроводниковых материалов
2. Энергетические уровни и зоны

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 1**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №2**

1. Электропроводимость полупроводников
2. Примесная проводимость полупроводников

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 1**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №3**

1. Полупроводниковые силовые диоды.
2. Полупроводниковые силовые транзисторы.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 1**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №4**

1. Однофазный однополупериодный выпрямитель.
2. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активную нагрузку.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 1**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №5**

1. Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активно-индуктивную нагрузку
2. Однофазный мостовой выпрямитель

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 2**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №1**

1. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активную нагрузку
2. Управляемый однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом, работающий на активно-индуктивную нагрузку

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 2**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №2**

1. Управляемый однофазный мостовой выпрямитель
2. Управляемый однофазный мостовой выпрямитель с неполным числом управляемых вентилях

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 2**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №3**

1. Коммутация в выпрямителях средней и большой мощности.
2. Трехфазный мостовой выпрямитель.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 2**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №4**

1. Реверсивный тиристорный преобразователь с контактным переключателем.
2. Тиристорный преобразователь для управления двигателем постоянного тока.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

## **Билет для сдачи раздела 2**

по дисциплине *«Силовая электроника»*

### **Вариант №5**

1. Система импульсно-фазового управления тиристорами
2. Импульсные преобразователи постоянного напряжения.

## Список вопросов для сдачи зачета по дисциплине «Силовая электроника»

Критерии определения выставляемого балла по итогам ответов на вопросы для сдачи зачета:

**ВЫСШИЕ БАЛЛЫ** выставляются обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по разделу, системно, последовательно, четко и логически стройно его излагает, демонстрирует его полное понимание, умеет тесно увязывать теорию с практикой, обосновывает свои суждения, свободно справляется с решением профессиональных задач, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

**СРЕДНИЕ БАЛЛЫ** выставляются обучающемуся, если он твердо знает программный материал по разделу, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении профессиональных задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

**ПОРОГОВЫЕ БАЛЛЫ** выставляются обучающемуся, если он имеет знания только основного программного материала по разделу, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении профессиональных задач.

**НИЗШИЕ БАЛЛЫ** выставляется обучающемуся, который не знает значительную часть программного материала по разделу, бессистемно и неуверенно излагает его, не владеет терминологией, искажает смысл определений, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает профессиональные задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Значения баллов по экзамену:

- 0-3 баллов – низшие баллы;
- 3-5 балла – пороговые баллы;
- 5-7- баллов - средний балл;
- 7-9 баллов – высшие баллы

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отделение ядерной физики и технологий

Направление	<b>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>
Профиль	<b>Электроэнергетические системы АЭС</b>
Дисциплина	<b>Силовая электроника</b>

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Классификация силовых электронных устройств.
2. Элементная база силовых электронных устройств. Классификация.
3. Силовые полупроводниковые диоды. Классификация силовых диодов. Условные графические обозначения диодов, физические, электрические и тепловые характеристики, основные электрические параметры.
4. Полупроводниковые приборы с неполным управлением – тиристоры. Условные графические обозначения тиристоров и семисторов, физические, электрические и тепловые характеристики, основные электрические параметры.
5. Полупроводниковые приборы с полным управлением - запираемые (двухоперационные) тиристоры (ЗТ), их модификации, обозначения, основные электрические параметры.
6. Полупроводниковые приборы с полным управлением - силовые транзисторы. Условные графические обозначения транзисторов, физические, электрические и тепловые характеристики, основные электрические параметры.
7. Силовые электронные ключи. Принцип действия. Статические и динамические режимы работы.
8. Основные виды силовых ключей. Сравнение силовых полупроводниковых управляемых ключей.
9. Драйверы силовых электронных ключей. Назначение и принцип действия. Простейшие схемы драйверов.
10. Особенности работы силовых электронных ключей. Область безопасной работы. Основные виды защит.
11. Особенности работы трансформаторов и реакторов в устройствах силовой электроники. Потери мощности и способы их снижения.
12. Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники.
13. Электрические выпрямители. Назначение и классификация. Основные параметры выпрямителей.
14. Анализ работы однофазной мостовой схемы неуправляемого выпрямителя.
15. Анализ работы однофазной мостовой схемы управляемого выпрямителя.

16. Трёхфазная нулевая схема выпрямления. Анализ работы и временные графики при неуправляемом и управляемом режимах работы.
17. Трёхфазная мостовая схема выпрямления. Анализ работы и временные графики при неуправляемом и управляемом режимах работы.
18. Инвертирование в силовой электронике. Классификация инверторов. Основные области применения.
19. Инверторы, ведомые сетью, описание работы схем, характеристики и режимы работы.
20. Автономные инверторы напряжения (АИН). Принцип действия, схема, временные графики.
21. Способы формирования и регулирования выходного напряжения однофазных АИН. Схема, временные графики, анализ работы.
22. Способы формирования и регулирования выходного напряжения трёхфазных АИН. Схема, временные графики, анализ работы.
23. Резонансные инверторы. Последовательный резонансный инвертор. Схема, анализ работы, временные графики.
24. Автономные инверторы тока (АИТ).
25. Непосредственные преобразователи частоты. Схема, временные графики, анализ работы.
26. Функции систем управления тиристорными преобразователями, ведомыми сетью. Структурные схемы управления.
27. Одноканальные системы управления тиристорными преобразователями.
28. Многоканальные системы управления тиристорными преобразователями. Принцип построения схемы, временные диаграммы напряжений.
29. Автономные вентильные преобразователи постоянного тока. Схема, временные графики и основные соотношения преобразователя при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку.
30. Основные типы преобразователей. Структурная схема преобразовательной установки.
31. Инверторы, ведомые сетью. Особенности процесса инвертирования.
32. Необходимые условия, при которых может быть обеспечен режим инвертирования в управляемом выпрямителе.
33. Двухполупериодная схема однофазного ведомого инвертора. Показатель отдачи энергии сетью переменного тока в цепь постоянного, и показатель потребления энергии сетью, на примере временных диаграмм.
34. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Назначение, главные особенности.
35. Принцип действия НПЧ на примере схемы однофазно-однофазного НПЧ
36. Принцип действия трехфазно-однофазного НПЧ на примере схемы и временных диаграмм.
37. Применение быстродействующих автоматических выключателей.
38. Тиристорные короткозамыкатели, основные особенности.
39. Тиристорный выключатель постоянного тока, принцип действия, главные особенности.
40. Основные требования, предъявляемые к системам защиты полупроводниковых преобразователей?

41. Меры, позволяющие обеспечить высокое быстродействие защиты.
42. Чем обеспечивается требуемое быстродействие защиты в тиристорных выпрямителях, работающих на разных рабочих частотах?
43. Основные особенности быстродействующей защиты инверторов (автономных и ведомых сетью) и преобразователи частоты.
44. Необходимые меры, обеспечивающие защиту IGBT-транзисторов.

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	<b>Контрольная точка № 1</b>		
	Билеты для сдачи раздела 1		
	<b>Контрольная точка № 2</b>		
	Билеты для сдачи раздела 2		
Промежуточный	<b>Зачет</b>		
	Зачетный билет		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		60	100

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная учебная литература:**

1. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для бакалавров / Г. С. Зиновьев. — 5-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 285 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7631-1. — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/viewer/B6FDE7D2-5C55-4E26-91E0-19C1F414943D#page/1>
2. Белов Н. В., Волков Ю. С. — Электротехника и основы электроники: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 432с. - (Учебники для вузов.Специальная литература).-Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3553/page363/>

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Иванов И.И., Соловьев Г.И., Фролов В.Я. — Электротехника и основы электроники: Учебное пособие. – 8-е изд., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 736с. - (Учебники для вузов.Специальная литература). Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/71749/page2/>
2. Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2 микроэлектроника : учебник для академического бакалавриата / А. А. Щука, А. С. Сигов ; отв. ред. А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 326 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7115-6. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/24F7B762-459F-4578-977E-1741DED806A0#page/1>
3. З.В. И. Киселев, Э. В. Кузнецов, А. И. Копылов, В. П. Лунин ; под общ.ред. В. П. Лунина/ Электротехника и электроника. Электромагнитные устройства и электрические машины : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. И. Киселев, Э. В. Кузнецов, А. И. Копылов, В. П. Лунин ; под общ.ред. В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 184 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7092-0.- Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/A217C51B-5259-44A9-A265-E96C388FD96B#page/1>
4. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для бакалавров / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 431 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1955-4. Режим доступа: <https://www.biblioonline.ru/viewer/E583D40D-E06A-42E0-B7F5-CC61FDB8ECBC#page/1>

Периодические издания:

1. Журнал «Электричество»
2. Журнал «Агротехника и энергообеспечение»
3. Журнал «Энергосбережение» 4. Журнал «Энергетика»
5. Журнал «Главный энергетик»

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Википедия (электронный ресурс) - <http://ru.wikipedia.org/>;
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) Изд-ва «Лань» <http://e.lanbook.com/>;
3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Для нахождения информации, размещенной в Интернете, чаще всего представленной в формате HTML помимо общепринятых «поисковиков» Rambler, Yandex можно рекомендовать специальные информационно-поисковые системы:
  - ГЛОБОС – для прикладных научных исследований,
  - РУКОНТ – национальный цифровой ресурс.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Псарев А.И. Курс лекций по дисциплине «Силовая электроника» [Электронный ресурс]. / А.И. Псарев.
2. Псарев А.И. Лабораторный практикум по дисциплине «Силовая электроника» [Электронный ресурс]: учеб.-метод. / А.И. Псарев.
3. Псарев А.И. Лабораторные работы по дисциплине «Силовая электроника» [Электронный ресурс]: учеб.-метод. / А.И. Псарев.

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

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

- Пакет офисных программ Microsoft Office.

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

Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий № 3-406

Специализированная мебель:

Стол преподавателя – 1 шт.

Стол двухместный – 29 шт.;

Стул – 58 шт.;

Доска маркерная – 1 шт.

Технические средства обучения:

Компьютер (Мини ПК, CPU – i3 1220P, GPU - Intel UHD Graphics for 12th Gen

Intel Processors, RAM – 16 Gb, Встраиваемый дисплей TS-LINE TS2236L) – 1 шт.  
Интерактивная доска – 1 шт.;

Проектор – 1 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

-Windows 7 Professional

-Kaspersky EndPoint Security 11

-Microsoft Office 2010 Professional

Учебная аудитория для проведения практических занятий № 3-416

Специализированная мебель:

Стол письменный – 16 шт.;

Стулья – 32 шт.;

Доска маркерная – 1 шт.

Учебная лаборатория «Силовая электроника» для проведения лабораторных занятий № 2-324

Лабораторное оборудование:

Лабораторные стенды «Передача и качество электрической энергии в системах электроснабжения» исполнение стендовое компьютерное;

Лабораторный стенд «Системы электроснабжения промышленных предприятий»;

Лабораторный стенд "Силовая электроника и электропривод" - 3 шт.;

Лабораторный стенд «Трехфазный синхронный генератор 5 кВт» исполнение стендовое компьютерное

Специализированная мебель:

Стол преподавателя – 1 шт.;

Посадочные места – 12 шт.;

Доска интерактивная – 1 шт.;

Доска раздвижная маркерная для интерактивных панелей – 1 шт.

Помещение для самостоятельной работы с выходом в сеть Интернет.

Читальный зал №2

Специализированная мебель:

Стол двухместный – 11 шт.

Стол компьютерный – 3 шт.

Стул – 22 шт.

Технические средства обучения:

Компьютер (Мини ПК, CPU – i3 1220P, GPU - Intel UHD Graphics for 12th Gen Intel Processors, RAM – 16 Gb, Встраиваемый дисплей TS-LINE TS2236L) – 3 шт.

МФУ – 2 шт.

Лицензионное программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

-Windows 7 Professional

-Kaspersky EndPoint Security 11

-Microsoft Office 2010 Professional.

## **12. Иные сведения и (или) материалы**

*12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине*

***12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)***

***12.3. Краткий терминологический словарь***

Программу составил:

\_\_\_\_\_ А.В. Руденко, старший преподаватель отделения ядерной физики и технологий

Рецензент:

\_\_\_\_\_ Р.М. Берестов, старший преподаватель отделения ядерной физики и технологий