

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент И.И. Растворова

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **СИЛОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
<b>Направленность (профиль):</b>	Силовая электроника
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Доцент Белицкий А.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения»** разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки

**11.04.04 Электроника и наноэлектроника** и уровню высшего образования магистратура, утвержденного приказом Минобрнауки России № 959 от 22.09.2017 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника направленности (профиля) «Силовая электроника».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Белицкий А.А.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электронных систем от 31.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доцент И.И. Растворова

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения» является ознакомление с физическими принципами работы, характеристиками и параметрами устройств энергетической электроники, знакомство с современной элементной базой данных устройств; иметь представление о классификации устройств энергетической электроники.

Основной задачей дисциплины «Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения» является: приобрести знания о физических явлениях и процессах при работе устройств энергетической электроники; приобрести навыки по анализу различных режимов работы данных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и микроэлектроника» и изучается во 2 и 3 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения» являются «Энергетическая электроника», «Основы преобразовательной техники», «Схемотехника».

Дисциплина «Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения» является завершающей цикл дисциплин по направлению подготовки.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Микропроцессорная техника» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1	<i>ОПК-1.1</i> Знает тенденции и перспективы развития электроники и микроэлектроники, а также смежных областей науки и техники <i>ОПК-1.2</i> Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности <i>ОПК-1.3</i> Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности
Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	ПКС-6	<i>ПКС-6.1</i> Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства; основные проблемы проектирования систем электроснабжения, включая силовую энергоэлектронику <i>ПКС-6.2</i> Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<i>ПКС-6.3</i> Владеет навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; навыками обработки результатов экспериментов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		2	3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>84</b>	<b>48</b>	<b>36</b>
Лекции (Л)	17	8	9
Практические занятия (ПЗ)	51	24	27
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>96</b>	<b>60</b>	<b>36</b>
Подготовка к лекциям	8	4	4
Подготовка к практическим занятиям	36	24	12
Выполнение курсового проекта	20	-	20
Аналитический информационный поиск	16	16	-
Работа в библиотеке	16	16	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>ДЗ, Э(36), КП</b>	<b>ДЗ</b>	<b>Э(36), КП</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовой проект
Раздел 1. Виды вторичных источников электропитания (ИВЭП).	40	4	12	4	20
Раздел 2. Особенности устройств преобразовательной техники.	71	7	12	12	40

Раздел 3. Демпфирующие цепи.	18	2	8		8
Раздел 4. Стабилизированные источники питания с улучшенными характеристиками.	51	4	19	-	28
<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>17</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>96</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах	
			2	3
1	Виды вторичных источников электропитания (ИВЭП).	Основные требования и определения.. Принципы построения ключевых ИВЭП с БТВ. Силовая часть ИВЭП.	4	
2	Особенности устройств преобразовательной техники.	Области применения тиристорных преобразователей повышенной частоты. Высокочастотные транзисторные преобразователи частоты для установок индукционного нагрева. Требования к источникам питания высокочастотных электротермических установок. Индукционные нагреватели как нагрузка источника питания.	7	
3	Демпфирующие Цепи.	Анализ способов подключения демпфирующих цепей. Методы снижения коммутационных потерь.	2	
4	Стабилизированные источники питания с улучшенными характеристиками.	Стабилизированный источник питания с ШИМ (100 Вт, 100 кГц). Источник питания для гелий-неоновых лазеров.	4	
<b>Итого:</b>			<b>17</b>	

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах	
			2	3
1	Раздел 1	Ключевые преобразователи напряжения прямого хода.	4	-
2		Ключевые преобразователи напряжения обратного хода.	4	-
3		Узлы контроля и стабилизации выходного напряжения и тока.	4	-
4	Раздел 2	Переходные процессы в инверторах.	6	-
5		Основные величины и методы анализа.	6	-
6		Расчет силовой части преобразователя частоты для индукционного нагрева.	-	13
7	Раздел 3	Защита силовых полупроводниковых приборов.	-	4
8		Определение параметров схем защиты.	-	6
9	Раздел 4	Резонансный режим работы источников питания.	-	4
<b>Итого:</b>			<b>24</b>	<b>27</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
			2
1.	Раздел 1	Исследование особенностей коммутационных процессов во вторичных источниках питания.	4
2.	Раздел 2	Исследование резонансного инвертора с удвоением частоты в номинальном режиме.	4
		Исследование пуска параллельного инвертора на индуктивную нагрузку.	4
		Исследование пуска инвертора на активно-индуктивную нагрузку.	4
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.5. Курсовые проекты

№ п/п	Темы курсовых работ
1	<i>Расчет выпрямительного устройства</i>

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *диф. зачета, экзамена*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)*

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **6.1. Тематика для самостоятельной подготовки**

##### **Раздел 1. Виды вторичных источников электропитания (ИВЭП)**

1. Требования к выходному напряжению вторичных источников питания.
2. Критерии качества напряжения вторичных источников питания.
3. Преобразователи постоянного напряжения. Классификация.
4. Преобразователи постоянного напряжения. Основные схемы.
5. Влияние вторичных источников питания на питающую сеть.

##### **Раздел 3. Особенности устройств преобразовательной техники**

1. Особенности ультразвукового излучателя как нагрузки преобразователя.
2. Вопросы согласования преобразователя с индукционной нагрузкой.
3. Задачи и структура систем управления, регулирования и защиты преобразователей повышенной частоты.
4. Основные схемы силовых цепей преобразователей повышенной частоты для электротехнологических установок.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**





#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Особенности коммутаций тиристоров и транзисторов. Естественная и искусственная коммутация.
2. Нарисуйте последовательную и параллельную схемы замещения системы индуктор-загрузка.
3. Как изменяются параметры ферромагнитных материалов в процессе нагрева?
4. Как изменяются параметры системы индуктор-загрузка в процессе нагрева?
5. Почему частота питающего напряжения может использоваться в качестве управляющего воздействия в процессе индукционного нагрева?
6. Последовательно-параллельный инвертор тока.
7. Мостовой инвертор напряжения.
8. Почему затруднено применение тиристоров на высоких частотах?
9. Параллельный резонансный инвертор.
10. Последовательный резонансный инвертор.
11. Резонансный инвертор с удвоением частоты.
12. Частотное и фазовое регулирование в резонансном инверторе с удвоением частоты.
13. Групповое соединение преобразователей.
14. Инверторы, ведомые сетью.
15. Поясните принцип действия биполярных транзисторов с изолированным затвором.
16. Принцип импульсно-фазового регулирования.
17. Широтно-импульсное и частотно-импульсное регулирование.
18. Узлы принудительной коммутации тиристоров.
19. Области частоты и мощности современных транзисторных генераторов.
20. Способы регулирования электрического режима ТПЧ.
21. Преобразователи частоты с непосредственной связью.
22. Регуляторы переменного напряжения.
23. Особенности эксплуатации преобразователей электрической энергии
24. Назовите внешние характеристики преобразователей?
25. Как влияют процессы коммутации на коэффициент мощности преобразователей?
26. Назовите причины появления перенапряжений на вентилях и способы их ограничения.





27. Назовите основные требования, предъявляемые к системам управления и регулирования.  
 28. Работа структурной схемы управления, регулирования и защиты ТПЧ.  
 29. Приведите структурную схему системы управления.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант №1


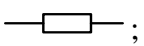

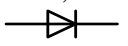
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Из каких составляющих складывается электромагнитная совместимость в электротехнике? ...	1. проблема качества электроэнергии; 2. проблема помехоустойчивости; 3. проблема помехоэмиссии; 4. все вышеперечисленные проблемы;
2	Какие виды норм качества электрической энергии установлены? ...	1. нормальные и предельно допустимые; 2. номинальные и средние; 3. максимальные и допустимые; 4. ни один из вышеперечисленных вариантов;
3	Электромагнитное явление или процесс, которые снижают качество функционирования технических средств называют ...	1. магнитной помехой; 2. электромагнитной помехой; 3. электрической помехой; 4. всё вышеперечисленное;
4	Внешняя характеристика инвертора имеет ...	1. нарастающий характер; 2. убывающий характер; 3. максимум; 4. минимум.
5	Угол опережения должен обеспечивать ...	1. время управления; 2. угол коммутации; 3. угол коммутации и время запираания тиристора; 4. время запираания тиристора;
7	Простейшая базовая схема выпрямителя ...	1. однофазная однополупериодная; 2. трехфазная однополупериодная; 3. однофазная двухполупериодная; 4. однофазная мостовая;
8	Регулировочной характеристикой вентильного преобразователя называется зависимость ...	1. значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ; 2. амплитудного значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ; 3. действующего значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ; 4. мгновенного значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ;
9	УГО источника питания	1.  ; 2.  ; 3.  ; 4.  .
10	Один из электродов биполярного транзистора называется...	1. анод; 2. исток; 3. эмиттер; 4. катод;
11	Выходная частота инвертора, ведомого сетью определяется ...	1. источником тока на входе; 2. частотой управляющих импульсов; 3. системой управления; 4. источником напряжения на входе;



12	Зависимые инверторы...	1. не могут быть выполнены на неуправляемых вентилях; 2. могут быть выполнены на неуправляемых вентилях; 3. не могут быть выполнены на управляемых вентилях; 4. могут быть выполнены на полууправляемых вентилях
13	У инверторов напряжения на входе обязательно находится ...	1. резистор; 2. диод и конденсатор; 3. индуктивность; 4. конденсатор
14	УГО полевого транзистора с индуцированным каналом <i>p</i> -типа имеет вид	1.  ; 2.  ; 3.  ; 4. 
15	Нелинейным электронным элементом является	1. диод 2. резистор. 3. конденсатор. 4. катушка индуктивности.
17	Один из электродов биполярного транзистора называется	1. анод; 2. исток; 3. база; 4. катод
18	У инверторов тока на входе обязательно находится ...	1. конденсатор; 2. индуктивность; 3. транзистор; 4. резистор.
19	Один из электродов полевого транзистора называется	1. анод; 2. коллектор; 3. эмиттер; 4. катод.
20	В режиме инвертирования источник постоянного тока – ...	1. генератор, а источник переменного тока – потребитель; 2. потребитель, а источник переменного тока – генератор; 3. и источник переменного тока – генераторы; 4. и источник переменного тока – как генераторы, так и потребители

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Помехоустойчивость электронных систем подразделяется на ...	1. кондуктивную и индуктивную; 2. высокую и низкую; 3. колебательную и непрерывную; 4. большую и маленькую.
2	Широтно-импульсные преобразователи преобразуют постоянное	1. переменное; 2. импульсное, среднее значение которого





	напряжение в ...	можно регулировать; 3. постоянное; 4. постоянное, значение которого можно регулировать.
3	У инверторов напряжения на входе обязательно находится ...	1. резистор; 2. диод и конденсатор; 3. индуктивность; 4. конденсатор.
4	Характер реакции нагрузки выпрямителя не может быть ...	1. активный; 2. активно-индуктивный; 3. активно-емкостной; 4. противомДС.
5	Внешней характеристикой вентиляционного преобразователя называется зависимость ...	1. значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ; 2. амплитудного значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ; 3. действующего значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ ; 4. мгновенного значения выходного напряжения от угла управления $\alpha$ .
7	УГО источника питания	1.;  2.  ; 3.  ; 4.  .
8	Один из электродов биполярного транзистора называется...	1. анод; 2. исток; 3. база; 4. катод.
9	Управляемые выпрямители нельзя построить на ...	1. пассивных электронных элементах; 2. диодах; 3. диодах и конденсаторах; 4. тиристорах.
10	Внешняя характеристика выпрямителя это..	1. зависимость выпрямленного напряжения от тока нагрузки; 2. зависимость модуля напряжения от тока нагрузки; 3. зависимость выпрямленного тока от тока нагрузки; 4. зависимость выпрямленного напряжения от входного тока.
11	Выпрямитель - это устройство преобразующее ..	1. переменный электрический ток в постоянный; 2. постоянный электрический ток в переменный; 3. переменный электрический ток в переменный; 4. постоянный магнитный ток в переменный.
12	С увеличением угла регулирования коэффициент формы кривой тока ...	1. растет; 2. не меняется; 3. имеет максимум; 4. уменьшается.
13	Угол регулирования обозначается	1. $\beta$ ;

		2. $\mu$ ; 3. $\gamma$ ; 4. $\mu$ .
14	Реверсивный преобразователь - это устройство, в котором возможно осуществлять...	1. как инвертирование, так и выпрямление; 2. только инвертирование; 3. только выпрямление; 4. преобразование частоты..
15	Электрическим контактом называют поверхность соприкосновения...	1. диэлектрических частей 2. токоведущих частей 3. двух полупроводников 4. разных полюсов.
16	Электронные материалы в магнитном поле подразделяются на...	1. сильномагнитные и проводниковые; 2. сильномагнитные и слабомагнитные; 3. диэлектрические и полупроводниковые; 4. слабомагнитные и проводниковые.
17	Электропроводность диэлектриков зависит от...	1. исходного состояния и давления окружающей среды; 2. внешних источников электромагнитного излучения; 3. состояния изоляции; 4. агрегатного состояния, а также от влажности и температуры окружающей среды.
18	Напряженность электрического поля имеет физическую размерность...	1. В 2. В $\times$ м 3. В $\times$ м <sup>2</sup> 4. В/м <sup>2</sup> .
19	Напряженность электрического поля имеет физическую размерность...	1. В/м; 2. В $\times$ м; 3. В $\times$ м <sup>2</sup> ; 4. В/м..
20	Что такое «глубина проникновения»?	1. глубина, на которой плотность вихревых токов снижается в $e$ раз; 2. глубина, на которой плотность вихревых токов увеличивается в $e$ раз; 3. глубина, на которой плотность вихревых токов отсутствует; 4. глубина, на которой плотность вихревых токов снижается в 100 раз.

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Что такое снабберы (snubbers)?	1. переключатели; 2. демпфирующие цепи; 3. усилители; 4. ни один из вышеперечисленных вариантов.
3	Преобразователи на большие мощности выполняются на ...	1. тиристорах; 2. диодах; 3. Резисторах; 4. конденсаторах.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4	Какие носители являются основными в полупроводнике <i>n</i> -типа	1. Дырки; 2. Электроны; 3. Положительные ионы; 4. Отрицательные ионы.
5	Стабилизаторы поддерживают напряжение или ток потребителя ...	1. знакопеременным; 2. с элементами усиления; 3. изменяющимся; 4. неизменным.
6	Простейшие параметрические стабилизаторы выполняют на	1. кремниевом стабилитроне; 2. биполярном транзисторе; 3. на полевом транзисторе; 4. на тиристоре.
7	Какие носители являются основными в полупроводнике <i>p</i> -типа	1. Электроны; 2. Дырки; 3. Положительные ионы; 4. Отрицательные ионы.
8	Сглаживающие фильтры состоят из ...	1. диодов; 2. резисторов; 3. конденсаторов и индуктивных катушек; 4. резисторов, конденсаторов.
9	Основным параметром сглаживающего фильтра является ...	1. постоянная сглаживания 2. постоянная пульсаций 3. коэффициент сглаживания 4. коэффициент пульсаций.
10	При анализе реальных выпрямителей учитывают реальные параметры ...	1. трансформатора; 2. трансформатора, вентиля, фильтра; 3. вентиля; 4. фильтра.
11	Сглаживание кривой тока приводит к ...	1. уменьшению переменной составляющей; 2. увеличению переменной составляющей; 3. уменьшению постоянной составляющей; 4. увеличению постоянной составляющей
12	В качестве усилительного элемента используют ...	1. резистор; 2. диод; 3. индуктивность; 4. емкость.
13	В реальных цепях не возможна мгновенная коммутации из-за ...	1. отсутствия индуктивности; 2. отсутствия продуктивности; 3. наличия емкости; 4. наличия индуктивности.
14	Реальные параметры трансформатора определяют ...	1. реальную внешнюю характеристику; 2. идеальную внешнюю характеристику; 3. нереальную внешнюю характеристику; 4. неидеальную внешнюю характеристику.
15	Управляемый выпрямитель - это ...	1. базовый выпрямитель, выполненный на индуктивностях; 2. базовый выпрямитель, выполненный

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		на диодах; 3. базовый выпрямитель, выполненный на резисторах; 4. базовый выпрямитель, выполненный на управляемых вентилях.
16	Зависимые инверторы ...	1. не могут быть выполнены на неуправляемых вентилях; 2. могут быть выполнены на неуправляемых вентилях; 3. не могут быть выполнены на управляемых вентилях; 4. могут быть выполнены на полууправляемых вентилях.
17	Какие носители являются основными в транзисторе n-p-n типа?	1. Электроны; 2. Дырки; 3. Положительные ионы; 4. Отрицательные ионы
18	Преобразователи постоянного напряжения – это устройства, предназначенные для ...	1. изменения значения постоянного напряжения; 2. сохранения значения постоянного напряжения; 3. изменения значения переменного напряжения; 4. изменения частоты напряжения
19	Срывом инвертирования или опрокидыванием инвертора называются ...	1. отсутствие импульса управления на тиристоре 2. подача импульса управления на закрытый тиристор 3. подача импульса управления на открытый тиристор 4. отсутствие импульса управления на открытом тиристоре
20	УГО биполярного транзистора имеет вид	1.  ; 2.  ; 3.  ; 4. 

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)

Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)**

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта**

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Мелешин, В.И. Транзисторная преобразовательная техника : монография / В.И. Мелешин. - Москва : Техносфера, 2005. - 628 с. : ил. - (Мир электроники). - ISBN 5-94836-051-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273791> (06.09.2018).

2. Денисенко, Д.Ю. Основы силовой преобразовательной техники : учебное пособие / Д.Ю. Денисенко, Ю.И. Иванов, В.И. Финаев ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. - Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016. - Ч. 2. - 150 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-1975-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493025> (06.09.2018).

3. Электропреобразовательные устройства РЭС: Учебник / Г.Н. Арсеньев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 544 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0577-7, 300 экз

<http://znanium.com/bookread2.php?book=430326>

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Электроника и преобразовательная техника: Учебник для специалистов: В 2 томах Том 1: Электроника / Бурков А.Т. - М.: УМЦ ЖДТ, 2015. - 480 с.: 60x84

<http://znanium.com/bookread2.php?book=528086>

2. Мелешин, В.И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии : научное издание / В.И. Мелешин, Д.А. Овчинников. - Москва : Техносфера, 2011. - 576 с. : ил., табл., схем. - (Мир радиоэлектроники). - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-260-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=36873>

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

- Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
- Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
- Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
- Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>
- Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

*48 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 25 шт., стул – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года)).

### **Аудитории для проведения практических занятий.**

*16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание



до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года).

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

4. Санкт-Петербург, Малый проспект В.О., д.83, учебный центр №3, читальные залы.

Аудитории 327-329

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт., стол компьютерный – 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15ftt - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 – 2 шт; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)

MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

5. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, учебный центр №1, читальный зал.

Аудитория 1165

Оснащенность: аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт., сканер K.Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло – 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., системный блок HP6000 Pro - 1 шт., системный блок Ramec S. E4300 – 10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160×80×72 - 1 шт., стул 525 BFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80×55×72 - 10 шт.

6. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, учебный центр №1, читальный зал.

Аудитория 1171

Оснащенность: книжный шкаф 1000×3300×400-17 шт., стол, 400×180 Титаник «Pico» - 1 шт., стол письменный с тумбой – 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое) – 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)

MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки

Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).