

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор КГУ  
\_\_\_\_\_ / Н.В. Дубив /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**Силовая электроника**

(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника**

Направленность:  
**Электроснабжение**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2025

Рабочая программа дисциплины «Силовая электроника» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата «Электроэнергетика и электротехника» («Электроснабжение»), утвержденными:

- для очной формы обучения «27» июня 2025 года;
- для заочной формы обучения «27» июня 2025 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «01» июля 2025 года, протокол № 18

Рабочую программу составил  
доцент, к.т.н.

И.И. Копытин

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Цифровая энергетика»  
к.п.н., доцент

Ж.В. Нечехина

Специалист по учебно-методической  
работе  
Учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления  
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
<b>в том числе:</b>		
Курсовая работа	-	-
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	58	58
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	2	2
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
<b>в том числе:</b>		
Курсовая работа	-	-
Подготовка к контрольной работе	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	66	66
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

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

Дисциплина «Силовая электроника» относится к дисциплинам части, формируемая участниками образовательных отношений.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Информатика
- Электроника;

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» «Электрический привод» и выполнения выпускной квалификационной работы.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Силовая электроника» является: теоретическая и практическая подготовки бакалавров-электриков и овладение знаниями по характеристикам и принципам действия силовых электронных приборов, основными электромагнитными процессами в полупроводниковых преобразователях энергии, основным областям применения устройств силовой электроники, что позволит им успешно решать практические и теоретические в их профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются: научить обучающихся применять знания, полученные в курсах физики, информатики, электроники и других дисциплин для расчета и выбора необходимых полупроводниковых элементов и устройств силовой электроники, а также их грамотно эксплуатировать.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3)
- способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-5)

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Силовая электроника», индикаторы достижения компетенций ПК-3, ПК-5, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1 <sub>ПК-3</sub>	Знать: законы электропроводимости силовых полупроводни-	3 (ИД-1 <sub>ПК-3</sub> )	Знает: законы электропроводимости силовых полупроводников; функциональные возможно-	Вопросы для сдачи зачета

		ков; функциональные возможности силовых аналоговых устройств, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники, применительно к объектам электроэнергетики		сти силовых аналоговых устройств, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники, применительно к объектам электроэнергетики	
2	ИД-2 <sub>ПК-3</sub>	Уметь: определять параметры оборудования объектов силовой электроники. Самостоятельно анализировать и изучать электронную и специальную литературу.	У (ИД-2 <sub>ПК-3</sub> )	Умеет: определять параметры оборудования объектов силовой электроники. Самостоятельно анализировать и изучать электронную и специальную литературу.	Вопросы для сдачи зачета
3	ИД-3 <sub>ПК-3</sub>	Владеть: навыками выбора элементов силовых устройств.	В (ИД-3 <sub>ПК-3</sub> )	Владеет: навыками выбора элементов силовых устройств.	Вопросы для сдачи зачета
4	ИД-1 <sub>ПК-5</sub>	Знать: классификацию, назначение и принцип работы типовых устройств силовой электроники; особенности применения силовых полупроводниковых приборов	З (ИД-1 <sub>ПК-5</sub> )	Знает: классификацию, назначение и принцип работы типовых устройств силовой электроники; особенности применения силовых полупроводниковых приборов	Вопросы для сдачи зачета
5	ИД-2 <sub>ПК-5</sub>	Уметь: использовать полученные знания при расчетах силовых схем, решении практических задач по проектированию, и эксплуатации	У (ИД-2 <sub>ПК-5</sub> )	Умеет: использовать полученные знания при расчетах силовых схем, решении практических задач по проектированию, и эксплуатации	Вопросы для сдачи зачета
6	ИД-3 <sub>ПК-5</sub>	Владеть: навыками выбора элементов силовых схем по результатам расчетов	В (ИД-3 <sub>ПК-5</sub> )	Владеет: навыками выбора элементов силовых схем по результатам расчетов	Вопросы для сдачи зачета

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план.

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение. Общие сведения об элементной базе силовой электроники	2	-	-
	2	Принципы управления устройствами силовой электроники.	2	-	-
	3	Системы управления в силовой электронике.	2	-	-
	4	Силовые преобразователи с естественной коммутацией силовых ключей	2	7	-
		Рубежный контроль № 1	-	1	-
Рубеж 2	5	Силовые преобразователи с искусственной коммутацией силовых ключей	2	4	-
	6	Широтно-импульсная модуляция в силовых преобразователях	2	2	-
	7	Активные силовые фильтры	2	-	-
	8	Теплоотвод в электронных приборах	2	1	-
		Рубежный контроль № 2	-	1	-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>

#### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение. Общие сведения об элементной базе силовой электроники	0,5	-	-
2	Принципы управления устройствами силовой электроники.	-	-	-
3	Системы управления в силовой электронике.	0,5	-	-
4	Преобразователи с естественной коммутацией силовых ключей	0,5	2	-
5	Преобразователи с искусственной коммутацией силовых ключей	0,5	-	-
6	Широтно-импульсная модуляция в силовых преобразователях	-	2	-
7	Активные силовые фильтры	-	-	-
8	Теплоотвод в электронных приборах	-	-	-
<b>Всего:</b>		<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### ***Тема 1 Введение. Общие сведения об элементной базе силовой электроники***

Цель, задачи изучения и содержание курса. Современные тиристоры (GTO, GCT, IGCT, TRIAC), и транзисторы (IGBT, MOSFET). Классификация силовых преобразователей.

### ***Тема 2 Принципы управления устройствами силовой электроники*** Фазовое управление. Импульсное управление. Цифровое управление.

### ***Тема 3 Системы управления в силовой электронике.***

Обобщенная структурная схема системы управления. Интегральные микросхемы. Формирователи импульсов управления. Датчики. Микропроцессорные системы управления.

### ***Тема 4 Преобразователи с естественной коммутацией силовых ключей.***

Неуправляемые выпрямители. Управляемые выпрямители. Инверторы. Прямые преобразователи частоты. Регуляторы напряжения переменного тока.

### ***Тема 5 Преобразователи с искусственной коммутацией силовых ключей.***

Инверторы напряжения. Инверторы тока. Матричные преобразователи частоты. Регуляторы напряжения переменного тока.

### ***Тема 6 Широтно-импульсная модуляция в силовых преобразователях***

Методы ШИМ в силовых преобразователях. ШИМ в выпрямлении. ШИМ в инвертировании.

### ***Тема 7 Активные силовые фильтры***

Принцип активной фильтрации. Типовые схемы активных фильтров. Гибридные фильтры.

### ***Тема 8 Теплоотвод в электронных приборах***

Тепловые режимы работы силовых электронных ключей. Способы распространения тепла. Охлаждение силовых электронных ключей

## 4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
4	Силовые преобразователи с естественной коммутацией силовых ключей	Расчет трехфазного преобразователя с нулевым проводом	2	-
4	Системы управления в силовой электронике.	Расчет управляемого мостового трехфазного преобразователя	2	-
4	Силовые преобразователи с естественной коммутацией силовых ключей	Расчет мостового трехфазного инвертора напряжения	3	2
	Рубежный контроль № 1		1	-
5	Силовые преобразователи с искусственной коммутацией силовых ключей	Расчет силового регулятора переменного напряжения	2	-
5	Силовые преобразователи с искусственной коммутацией силовых ключей	Расчет преобразователя в сети с противо- ЭДС	2	-
6	Широтно-импульсная модуляция в силовых преобразователях	Расчет ШИМ преобразователя в сети с реактором.	2	2
8	Теплоотвод в электронных приборах	Расчет и выбор радиаторов силовых ключей	1	-
	Рубежный контроль № 2		1	-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>4</b>

#### 4.4 Контрольная работа (для обучающихся заочной формы обучения)

Контрольная работа по дисциплине «Силовая электроника» состоит из решения трех задач.

Первая задача посвящена расчету параметров симметричного силового регулятора в первичной цепи однофазного мостового выпрямителя для электроснабжения потребителя с переменной нагрузкой.

Вторая задача посвящена расчету широтно-импульсного преобразователя в сети с идеальным реактором.

Третья задача посвящена расчету параметров преобразователя в сети при работе на чисто активную нагрузку с противо – ЭДС.

Контрольная работа выполняется по индивидуальным исходным данным согласно методическим рекомендациям, указанным в разделе 8.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических занятий является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практического занятия.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач и изучению схем силовых преобразователей.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку, к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для обучающихся по заочной форме обучения), подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

## Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>46</b>	<b>64</b>
Характеристика силовых ключей и модулей	10	14
Пассивные компоненты силовой электроники	12	16
Базовые схемы преобразователей постоянного тока	10	16
Типовые схемы и узлы ШИМ преобразователей	14	18
<b>Подготовка к лабораторным работам</b> (по 1 часу на каждое занятие)	-	-
<b>Подготовка к практическим занятиям</b> (по 1 часу на каждое занятие)	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям</b> (по 2 часа на каждый рубеж)	<b>4</b>	-
<b>Выполнение контрольной работы</b> (для заочной формы обучения)	-	<b>18</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>	<b>76</b>	<b>102</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся (для очной формы обучения)
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
3. Банк заданий для практических занятий.
- 4 Перечень вопросов к рубежному контролю №1 и №2 (для очной формы обучения).
5. Перечень вопросов к зачету.

## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

### Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Работа на практических занятиях	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	До 24	-	До 24	До 11	До 11	До 30
	Примечания:	8 лекций по 3 балла	-	8 занятий по 3 балла	На 4 практическом занятии	На последнем практическом занятии		
	Примечание:	<p>Корректирующий коэффициент <math>K</math>:</p> <p><math>K=2</math> за активную работу;</p> <p><math>K=0,5</math> за опоздание не более, чем на 15 мин;</p> <p><math>K=0</math> за опоздание более, чем на 15 мин, за грубое нарушение дисциплины на занятиях (порча имущества, сон, игры, шум, телефонные звонки, нахождение в нетрезвом или наркотическом состоянии, демонстрация пренебрежительного отношения к занятиям или окружающим и т.п.).</p>						
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	<p>60 и менее баллов – не зачтено;</p> <p>61 и более – зачтено</p>						

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 51 балла и должен выполнить все лабораторные работы, практические занятия. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине (модулю, практике) не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины (модуля, практики), участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине (модулю, практике); дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ..</li> </ul>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 баллов, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### **.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Рубежный контроль №1 и №2 проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 состоят из 10 вопросов, № 2 из 10 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого обучающегося по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится по билетам. Билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. За правильный ответ, на каждый вопрос, обучающийся максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое обучающемуся на билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в день зачета в организационный отдел института, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

#### **6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета**

**Рубежный контроль №1 и №2** состоит из теоретического вопроса, на который студент дает развернутый ответ.

##### **Примерный перечень вопросов к рубежному контролю №1:**

1. К какому виду электропреобразовательных приборов относятся транзисторы MOSFET?

Варианты ответов:

1. Биполярные
2. Униполярные
3. Синтез биполярного и униполярного
4. Синтез униполярного и биполярного

2. К какому виду электропреобразовательных приборов относятся транзисторы IGBT?

Варианты ответов:

1. Биполярные
2. Униполярные

3. Синтез биполярного и униполярного
4. Синтез униполярного и биполярного

3. От какого аварийного режима защищен интеллектуальный транзистор MOSFET?

Варианты ответов:

1. От перенапряжения
2. От токового пробоя
3. От теплового пробоя.
4. От теплового и токового пробоя.

4. На сколько этапов можно разделить процесс включения транзистора IGBT?

Варианты ответов:

1. На 1.
2. На 2.
3. На 3.
4. На 4.

5. Какой транзистор обладает самым высоким быстродействием?

Варианты ответов:

1. IGBT.
2. MOSFET.
3. Биполярный.

6. К какой типу преобразователей относится конвертор?

Варианты ответов:

1. Из переменного тока в постоянный.
2. Из постоянного тока в переменный.
3. Из постоянного тока в постоянный со стабилизацией.
4. Из переменного тока в переменный со стабилизацией..

7. Что такое «триак»?

Варианты ответов:

1. Запираемый тиристор.
2. Полууправляемый тиристор.
3. Симистор.
4. Диод.

8. Что такое IGC- тиристор?

Варианты ответов:

1. Запираемый тиристор.
2. Полууправляемый тиристор.
3. Симистор.
4. Диод.

9. Отличия аналоговых ИМС от цифровых ИМС?

Варианты ответов:

1. ИМС работают с непрерывными во времени сигналами.
2. ИМС работают с сигналами логического уровня.
3. ИМС работают с любыми сигналами.

10. Назначение драйверов в силовых устройствах.

- Варианты ответов:
1. Защита высоковольтных ключей.
  2. Согласование низковольтных логических управляющих сигналов с уровнями управления высоковольтными ключами
  3. Увеличение быстродействия высоковольтных ключей

**Примерный перечень вопросов к рубежному контролю №2:**

1. В чем отличие управления биполярными и современными транзисторами?

Варианты ответов:

1. Управление биполярными транзисторами более сложное.
2. Управление биполярными транзисторами менее сложное.
3. Отличий в управлении нет

2. В чем отличие импульсного управления силовыми элементами и фазового управления?

Варианты ответов:

1. Частота фазового управления привязана к сетевой частоте.
2. При импульсном управлении регулируется угол управления.
3. При фазовом управлении регулируется скважность управляющих импульсов.

3. В чем состоит условие передачи энергии в сеть инвертором, ведомым сетью состоит:

Варианты ответов:

1. В противофазности токов и напряжений первичной обмотки трансформатора.
2. В синфазности токов и напряжений первичной обмотки трансформатора.

3. В противофазности токов и напряжений вторичной обмотки трансформатора.

4. В синфазности токов и напряжений вторичной обмотки трансформатора.

4. Как изменится напряжение на нагрузке трехфазного мостового выпрямителя при обрыве одной фазы?

Варианты ответов:

1. Уменьшится вдвое
2. Уменьшится на 33%
3. Уменьшится на 40%

5. Способы распространения тела:

Варианты ответов:

1. Кондукция
2. Конвекция
3. Излучение
4. Все вышеперечисленное.

6. Какова частота пульсации первой гармоники напряжения на нагрузке однофазного однополупериодного выпрямителя?

Варианты ответов: а)  $f_n = f_c / 2$ .

б)  $f_n = 2f_c$ .

в)  $f_n = 3f_c$ .

г)  $f_n = f_c$ .

7. Преимущества системы управления на основе ШИМ?:

Варианты ответов:

1. Формирование синусоидальной формы выходного сигнала.

2. Возможность управления амплитудой, фазой и частотой выходного сигнала.

3. Формирование синусоидальной формы выходного сигнала, а также возможность управления его амплитудой, фазой и частотой.

8. Как регулируется выходное напряжение управляемого выпрямителя?

Варианты ответов:

1. Переключением числа витков трансформатора.

2. Изменением угла управления диода.

3. Изменением угла управления тиристора или

транзистора

9. В чем отличие инвертора тока от инвертора напряжения?

Варианты ответов:

1. На входе инвертора тока включен конденсатор большой емкости.
2. На входе инвертора напряжения включен LC-фильтр.
3. На входе инвертора тока включен мощный дроссель.
4. На входе инвертора напряжения включен мощный дроссель.

10. Назначение активного фильтра?

1. Подавление помех, генерируемых силовым преобразователем.
2. Подавление сетевых помех
3. Подавление помех, генерируемых силовым преобразователем и подавление сетевых помех

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Современные тиристоры (GTO, GCT, IGCT, TRIAC)
2. Современные транзисторы (IGBT, MOSFET).
3. Классификация силовых преобразователей.
4. Фазовое управление..
5. Импульсное управление
6. Цифровое управление
7. Обобщенная структурная схема системы управления.
8. Интегральные микросхемы.
9. Формирователи импульсов управления. Датчики.
10. Микропроцессорные системы управления.
11. Неуправляемые выпрямители.
12. Управляемые выпрямители.
13. Инверторы напряжения
14. Инверторы тока.
15. Регуляторы напряжения переменного тока.
16. Методы ШИМ в силовых преобразователях
17. Принцип активной фильтрации.
18. Типовые схемы активных фильтров..
19. Гибридные фильтры.
20. Тепловые режимы работы силовых электронных ключей
21. Способы распространения тепла.
22. Охлаждение силовых электронных ключей
23. ШИМ в инвертировании.
24. Прямые преобразователи частоты

### **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания

компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Силовая электроника [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с.: ил. Доступ из ЭБС «консультант студента»

2. Электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Соколов С.В., Титов Е.В., Соколов С.В. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 204 с.: 60x88 1/16. - (Специальность). Доступ из ЭБС «znanium.com»

### **7.2. Дополнительная учебная литература**

1 Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс] / Б. Ю. Семенов. - М.: СОЛОН-ПРЕСС: ДМК пресс, 2011. - 416 с.: ил. - (Серия «Компоненты и технологии»). - ISBN 978-5-91359-097-8 (СОЛОН-ПРЕСС), (ДМК Пресс):- Доступ из ЭБС «znanium.com»

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. «Силовая электроника». [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям. /Копытин И..И.– Курган: Изд–во Курганского государственного университета, 2015. - 11 с.:– Доступ из ЭБС КГУ.

2. «Силовая электроника». [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторных работ ./Копытин И..И.– Курган: Изд–во Курганского государственного университета, 2015. - 1 с.:– Доступ из ЭБС КГУ.

3. «Силовая электроника». [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения ./Копытин И..И.– Курган: Изд–во Курганского государственного университета, 2015. - 10 с.:– Доступ из ЭБС КГУ.

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ.
2. <http://electricalschool.info/material/> - Школа для электрика (статьи и схемы).
3. <http://electrichelp.ru/elektrotexnicheskie-materialy/> - Информационный проект для специалистов энергетических служб и студентов.
4. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

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

Материально- техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

## **12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОН- НЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Силовая электроника»**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника**

Направленность:  
**Электроснабжение**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов), для очной формы обучения, 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 5 (очная форма обучения), семестр 7 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

**Содержание дисциплины**

Цель, задачи изучения и содержание курса. Современные тиристоры (GTO, GCT, IGCT, TRIAC), и транзисторы (IGBT, MOSFET). Классификация силовых преобразователей. Фазовое управление. Импульсное управление. Цифровое управление. Обобщенная структурная схема системы управления. Интегральные микросхемы. Формирователи импульсов управления. Датчики. Микропроцессорные системы управления. Неуправляемые выпрямители. Управляемые выпрямители. Инверторы. Прямые преобразователи частоты. Регуляторы напряжения переменного тока. Инверторы напряжения. Инверторы тока. Матричные преобразователи частоты. Регуляторы напряжения переменного тока. Методы ШИМ в силовых преобразователях. ШИМ в выпрямлении. ШИМ в инвертировании. Принцип активной фильтрации. Типовые схемы активных фильтров. Гибридные фильтры. Тепловые режимы работы силовых электронных ключей. Способы распространения тепла. Охлаждение силовых электронных ключей

**ЛИСТ**  
**регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу**  
**учебной дисциплины**  
**«Силовая электроника»**

**Изменения / дополнения в рабочую программу**  
**на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год:**

---

---

---

---

---

---

Ответственный преподаватель \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. \_\_\_\_\_ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
Протокол № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Изменения / дополнения в рабочую программу**  
**на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год:**

---

---

---

---

---

---

Ответственный преподаватель \_\_\_\_\_ / Ф.И.О. \_\_\_\_\_ /

Изменения утверждены на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
Протокол № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.