

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

Кафедра «Энергетика и технология металлов»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор КГУ

/ Н.В. Дубив /

«31» августа 2020 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 2020

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

- для очной формы обучения «28» августа 2020 года;
- для заочной формы обучения «28» августа 2020 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Энергетика и технология металлов» «31» августа 2020 года, протокол № 1

Рабочую программу составил  
доцент



И.И. Копытин

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Энергетика и технология металлов»  
д.т.н., доцент



В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник управления  
образовательной деятельности



С.Н. Синецын

## 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 блока 1.. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- 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 студентов применять знания, полученные в курсах физики, 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)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; особенности применения силовых полупроводниковых приборов (для ПК-3, ПК-5)

- Уметь использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, и эксплуатации, самостоятельно анализировать и изучать электронную и специальную литературу. (для ПК-3, ПК-5);

- Владеть: навыками элементарных расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей. (для ПК-3, ПК-5)

## 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
	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	-
	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, MOS, 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 расчет 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 и заочной 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 (по 1 часу на каждое занятие)</b>	-	-
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	-
<b>Выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения)</b>	-	<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 студентов в КГУ. (для очной и заочной 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						
		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	
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Балльная оценка:	До 24	-	До 21	До 12	До 13	До 30
		Примечания:	8 лекций по 3 балла	-	7 занятий по 3 балла	На 4 практическом занятии	На последнем практическом занятии	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – не зачтено; 61 и более – зачтено						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические занятия.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <p>- 61 для получения «автоматически» «зачтено»</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических занятий, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.</p>						

4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических занятий.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенного практического занятия (при невозможности дополнительного проведения практического занятия преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенного и практического занятия самостоятельно) – до 4 баллов;</li> <li>- прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа);</li> <li>- реферат (до 15 баллов).</li> </ul> <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>
---	--	--

### Заочная форма обучения

1	<p>Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)</p>	Распределение баллов					
		<p>Вид учебной работы:</p>	<p>Выполнение и защита контрольной работы</p>	<p>Посещение лекций</p>	<p>Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам</p>	<p>Работа на практических занятиях</p>	<p>Зачет</p>
		<p>Балльная оценка:</p>	<p>До 30</p>	<p>До 8</p>	<p>-</p>	<p>До 32</p>	<p>До 30</p>
		<p>Примечания:</p>		<p>По 4 балла за 1 час</p>	<p>-</p>	<p>По 8 баллов за 1 час</p>	
2	<p>Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета</p>	<p>60 и менее баллов – не зачтено; 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 (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические занятия.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 61 для получения «автоматически» «зачтено»</li> </ul> <p>По согласованию с преподавателем студенту, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических занятий, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p> <p>Участие во внутривузовской олимпиаде по электрическим машинам –дополнительно 5 баллов.</p> <p>Участие во всероссийской студенческой олимпиаде (ВСО) по электрическим машинам –дополнительно 15 баллов.</p> <p>Участие студенческой научной конференции - дополнительно 10 баллов.</p>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрано сумма менее 50 баллов и не выполнены все практические занятия студенту необходимо выполнить дополнительные задания, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических занятий.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенного практического занятия (при невозможности дополнительного проведения преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенного практического занятия самостоятельно) – до 4 баллов;</li> <li>- прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа);</li> <li>- реферат (до 15 баллов).</li> </ul> <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>

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

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

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

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 состоят из 12 вопросов, № 2 из 13 вопросов.

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

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

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

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

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

##### **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

ключей 3. Увеличение быстродействия высоковольтных

### 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, MOS, 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](http://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.

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

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера: Windows XP, Foxit Reader Pro версия 1.3.

Комплексы программ MUSTANG, TKZ - 3000, RASTR, программа EWB 5.0 (MULTISIM).

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием (комплект плакатов, жидкокристаллический проектор для отображения программ виртуальных лабораторных работ и фильмов по тематике дисциплины, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

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, MOS, TRIAC), и транзисторы. 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