

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказом ректора

от «25» мая 2018 г. № 414-1

**Б1.Б.1.ДС.06 Электронные преобразователи  
для электроподвижного состава  
рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог  
Специализация – №3 Электрический транспорт железных дорог  
Квалификация выпускника – инженер путей сообщения  
Форма обучения – заочная  
Нормативный срок обучения – 6 лет  
Кафедра-разработчик программы – Электроподвижной состав

Общая трудоемкость в з.е. – 5                      Формы промежуточной аттестации в курсах:  
Часов по учебному плану – 180                      экзамен 4, курсовой проект 4

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	5	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
– лекции	8	8
– практические (семинарские)	6	6
– лабораторные	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>142</b>	<b>142</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

ИРКУТСК



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (уровень специалитета), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1295, и на основании учебного плана по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация «Электрический транспорт железных дорог», утвержденного Учёным советом ИрГУПС от 21.08.2018 г. протокол № 16.

Программу составил(и):

д.т.н., профессор Л.А. Астраханцев

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог на заседании кафедры «Электроподвижной состав».

Протокол от «21» августа 2018 г. № 20

Срок действия программы: 2018-2024 уч. г.

Зав. кафедрой, д.т.н, доцент

О.В. Мельниченко

Согласовано

Директор библиотеки

С.М. Солянова

Рецензенты из числа основных работодателей:

Восточно-Сибирская дирекция тяги – структурное подразделение Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД»

Заместитель начальника по эксплуатации

М.В. Воротилкин

Филиал «Восточно-Сибирский» ООО «ТМХ-Сервис»

Директор

М.С. Дудников

Восточно-Сибирская дирекция моторвагонного подвижного состава – структурное подразделение Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава – филиала ОАО «РЖД»

Начальник

В.В. Дурных

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины (модуля)</b>	
1	Целью дисциплины является получение знаний о назначении, устройстве и принципе действия электронных преобразователей.
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)</b>	
1	Задачи дисциплины: Освоить технологию эксплуатации и ремонта тяговых статических преобразовательных устройств с учетом особенностей их применения на электроподвижном составе железных дорог;
2	Изучить оценки энергетической эффективности, электромагнитной совместимости электронных преобразователей и методику их расчета.
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Знать основные законы физики, химии, владеть методами дифференциального и интегрального исчисления, владеть преобразованием Фурье.
2	Знать основные законы электротехники. Владеть методами расчета линейных и нелинейных электрических цепей. Знать электрические аппараты, измерительные приборы и электрические машины.
<b>2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
1	Основы электропривода технологических установок.
2	Производство и ремонт подвижного состава.
3	Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава.

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>
<b>ПК-19:</b> Способностью применять методы и средства технических измерений, технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике подвижного состава, разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции.

<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	назначение средств для технических измерений параметров электронных преобразователей.
Уметь	выбирать средства для технических измерений параметров полупроводниковых приборов.
Владеть	методами грамотного применения средств технических измерений характеристик электронных преобразователей.
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике электронных преобразователей подвижного состава.
Уметь	выполнять требования технических регламентов, стандартов и других нормативных документов при технической диагностике полупроводниковых приборов подвижного состава.
Владеть	информацией о технических регламентах, стандартах и других нормативных документах при технической диагностике электронных преобразователей подвижного состава.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	методы технического контроля и испытания электронных преобразователей.
Уметь	выполнять технический контроль и испытание полупроводниковой техники.
Владеть	методами технического контроля и испытания полупроводниковой техники.

**ПСК-3.1:** Способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо); способностью проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества.

<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	технологии эксплуатации электронных преобразователей подвижного состава.
Уметь	организовать эксплуатацию электронной техники подвижного состава.
Владеть	основными принципами организации эксплуатации электронной техники подвижного состава.
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	конструктивные элементы электронной техники подвижного состава.
Уметь	обосновывать структуру управления эксплуатацией электронных преобразователей подвижного состава.
Владеть	принципами организации эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электронных преобразователей подвижного состава.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	проблемы эксплуатации и данные по ресурсу узлов электронных преобразователей тягового подвижного состава.
Уметь	обосновывать перспективную структуру управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электронной техники подвижного состава.
Владеть	методами гибкого управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электронных преобразователей тягового подвижного состава.

**ПСК-3.5:** Знанием характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава; умением применять устройства преобразования электрической энергии на подвижном составе железных дорог, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта; владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава, а также методами их технического обслуживания и ремонта.

<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	информацию о характеристиках и условия эксплуатации электронных преобразователей для тягового электроподвижного состава.
Уметь	формировать информацию о характеристиках и условиях эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава.
Владеть	данными о влиянии условий эксплуатации электронных преобразователей на электроподвижном составе.
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	назначение устройств преобразования электрической энергии на электроподвижном составе.
Уметь	применять устройства преобразования электрической энергии на электроподвижном составе.
Владеть	методами технического обслуживания и ремонта устройств преобразования электрической энергии на электроподвижном составе железных дорог.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	принцип действия преобразователей электрической энергии на подвижном составе железных

	дорог и средства их диагностирования.
Уметь	эксплуатировать преобразователи электрической энергии на подвижном составе железных дорог и использовать средства их диагностирования.
Владеть	технологиями эксплуатации преобразователей электрической энергии на подвижном составе железных дорог и средствами их диагностирования.

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	Назначение, устройство и принцип действия электронных преобразователей;
2	Технологию эксплуатации и ремонта тяговых статических преобразователей
<b>Уметь</b>	
1	Анализировать работу электронных преобразователей с учетом особенностей их применения на электроподвижном составе железных дорог;
2	Применять электронные преобразователи с учетом особенностей их применения на электроподвижном составе железных дорог.
<b>Владеть</b>	
1	Технологиями эксплуатации электронных преобразователей на подвижном составе железных дорог;
2	Технологиями технического обслуживания и ремонта электронных преобразователей на подвижном составе железных дорог.

**4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава.				
1.1	Изучить: Цель и задачи дисциплины. Предмет дисциплины «Электронные преобразователи для электроподвижного состава». Электронная и преобразовательная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Исторический очерк развития преобразователей электрической тяги. Классификация элементов и устройств преобразовательной техники. Современное состояние и основные тенденции развития преобразовательной техники. (Ср.)	5	8	ПСК-3.1	Л1.1, Л1.2, Л2.1
	Раздел 2. Выпрямители.				
2.1	Управляемые выпрямители. Регулирование среднего выпрямленного напряжения. Внешние характеристики управляемых и управляемых выпрямителей. Уравнение внешней характеристики. Применение однофазных выпрямителей на электроподвижном составе. Выпрямители с принудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного регулирования напряжения в тяговых выпрямителях. (Лек.)	5	2	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
2.2	Занятие «Однофазные выпрямители». Исследование однофазного однополупериодного выпрямителя, тиристорного выпрямителя с нулевым выводом, мостового выпрямителя. (Лаб.)	5	4	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л2.1
2.3	Занятие «Однофазный управляемый выпрямитель для двухзонного регулирования среднего значения выпрямленного напряжения». (Лаб.)	5	4	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л2.1

2.4	<p>Изучить: Назначение и классификация выпрямителей. Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрямительный агрегат (выпрямитель), Классификация и применение выпрямителей в электрической тяге. Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема выпрямления и основные соотношения между токами и напряжениями. Электромагнитные процессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводниковых приборов и трансформатора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктивности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы теории коммутации выпрямителей. Работа выпрямителя на ЭДС. Энергетические показатели выпрямителей. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия выпрямителя. Потери мощности в выпрямительных установках.</p> <p>Подготовка к выполнению лабораторных работ, оформление отчетов, подготовка к защите. (Ср.)</p>	5	20	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
Раздел 3. Инверторы.					
3.1	<p>Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим инвертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффициент мощности инвертора, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью инвертора. (Лек.)</p>	5	2	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
3.2	<p>Назначение и классификация автономных инверторов. Автономные инверторы как источники переменного тока произвольной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электровозов. Классификация автономных инверторов. Автономные инверторы напряжения (АИН). Принцип действия АИН. Автономные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивности. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ. (Лек.)</p>	5	2	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
3.3	<p>Изучить: Инверторы, ведомые сетью и автономные инверторы. Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим инвертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффициент мощности инвертора, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью инвертора. Назначение и классификация автономных</p>	5	20	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1

	инверторов. Автономные инверторы как источники переменного тока произвольной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электровозов. Классификация автономных инверторов. Автономные инверторы напряжения (АИН). Принцип действия АИН. Автономные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивности. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ. (Ср.)				
	Раздел 4. Импульсные преобразователи постоянного тока.				
4.1	Изучить: Назначение и классификация импульсных преобразователей. Принцип импульсного регулирования напряжения постоянного тока. Способы модуляции. Применение импульсных преобразователей на ЭПС. Схемы импульсных преобразователей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряжения. Узлы принудительной коммутации. Электромагнитные процессы при импульсном регулировании напряжения. Подготовка к выполнению лабораторных работ, оформление отчетов, подготовка к защите. (Ср.)	5	20	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
	Раздел 5. Сложные преобразователи электрической энергии.				
5.1	Изучить: Многозвенные преобразователи. Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих несколько ступеней преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты. (Ср.)	5	6	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
	Раздел 6. Системы управления преобразователями.				
6.1	Назначение системы управления. Технические требования и классификация. Структурные и функциональные схемы систем управления. Принципы построения управления различными преобразователями. (Лек.)	5	2	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л3.1
6.2	Занятие «Система управления однофазным управляемым выпрямителем для двухзонного регулирования среднего значения выпрямленного напряжения». (Лаб.)	5	2	ПК-5	Л1.1, Л2.1, Л3.1
6.3	Изучить: Устройства управления преобразователями. Назначение системы управления. Технические требования и классификация. Структурные и функциональные схемы систем управления. Принципы построения управления различными преобразователями. Основные узлы систем управления. Задающие генераторы, генераторы импульсов, формирователи импульсов, фазосдвигающие и синхронизирующие устройства, выходные цепи. Принцип расчета и выбора блоков и узлов системы управления. Подготовка к выполнению ла-	5	16	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л3.1

	бораторных работ, оформление отчетов, подготовка к защите. (Ср.)				
	Раздел 7. Проектирование преобразователей.				
7.1	«Расчет силовой цепи однофазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягового трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя стр. 51-54. (Пр.)	5	2	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л2.1
7.2	Расчет зависимости угла коммутации тиристоров $\gamma_1$ и угла сдвига по фазе $\phi$ мгновенных значений тока первой гармоники относительно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициента мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя $\alpha$ стр. 54-56. (Пр.)	5	2	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л2.1
7.3	Изучить: Проектирование преобразователей. Общие требования к конструкциям преобразователей ЭПС. Порядок выполнения электрических и тепловых расчетов преобразователей. Назначение и состав расчетов. Расчетные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Расчеты энергетических характеристик. (Ср.)	5	20	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1 Л2.1
	Раздел 8. Математическое моделирование преобразователей.				
8.1	Принципы моделирования, расчеты и исследование преобразователей на ЭВМ. Моделирование преобразователей как сложных систем, включающих звенья с непрерывным и дискретным характером формирования процессов. Вычислительные эксперименты. Применение вычислительных экспериментов на ЭВМ при проектировании преобразователей. (Лек.)	5	2	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1 Л1.2
8.2	Изучить: математическое моделирование преобразователей. Принципы моделирования, расчеты и исследование преобразователей на ЭВМ. Моделирование преобразователей как сложных систем, включающих звенья с непрерывным и дискретным характером формирования процессов. Вычислительные эксперименты. Применение вычислительных экспериментов на ЭВМ при проектировании преобразователей. (Ср.)	5	10	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2
	Раздел 9. Переходные процессы и устройства защиты в преобразователях.				
9.1	Изучить: Ограничение аварийных токов и перенапряжений. Выбор и расчет узлов и элементов защиты от сверхтоков и перенапряжений. (Ср.)	5	6	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1
	Раздел 10. Качество электроэнергии при работе преобразователей.				
10.1	Изучить: Качество электроэнергии при работе преобразователей. Входные и выход-	5	8	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2,



	ные фильтры выпрямителей, инверторов, импульсных преобразователей постоянного тока, преобразователей частоты. Влияние на линии связи, на слаботочные цепи преобразователей и другие смежные устройства. Способы снижения отрицательного электромагнитного влияния преобразователей. (Ср.)				Л2.1
	Раздел 11. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей.				
11.1	Изучить: Проверка характеристик силовых полупроводниковых приборов. Анализ характера и причин повреждения приборов. Проверка токораспределения и равномерности распределения напряжения в групповых соединениях приборов. Диагностические установки и комплексы для контроля параметров силовых диодов и тиристоров. Проверка изоляции преобразователей. Замеры сопротивления изоляции цепей управления, сигнализации и защиты. Проверка изоляции силовых цепей преобразователя. (Ср.)	5	6	ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л2.1
	Раздел 12. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги.				
12.1	Условия работы полупроводниковых преобразователей в кузове электроподвижного состава, охлаждение силовых полупроводниковых приборов. Влияние температурного режима и влажности на работу силовых полупроводниковых приборов. Нагрузка на силовые полупроводниковые приборы на этапах пуска, трогания и разгона локомотива. Отклонения напряжения на токоприемнике при движении электроподвижного состава в фидерной зоне контактной сети и его влияние на работу полупроводниковых преобразователей. (Лек.)	5	2	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1
12.2	Изучить: Условия работы полупроводниковых преобразователей в кузове электроподвижного состава, охлаждение силовых полупроводниковых приборов. Влияние температурного режима и влажности на работу силовых полупроводниковых приборов. Нагрузка на силовые полупроводниковые приборы на этапах пуска, трогания и разгона локомотива. Отклонения напряжения на токоприемнике при движении электроподвижного состава в фидерной зоне контактной сети и его влияние на работу полупроводниковых преобразователей. (Лек.)	5	4	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1
	Подготовка к экзамену. (Ср.)	5	16	ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л3.1
	Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава.				

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**6.1 Учебная литература**

**6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Бурков А.Т.	Электроника и преобразовательная техника: Учебник Т.2 [Электронный ресурс]: <a href="http://e.lanbook.com/book/59179">http://e.lanbook.com/book/59179</a>	М.: УМЦ ЖДТ, 2015.	100% online
Л1.2	Алексеева Т.Л., Рябченко Н.Л., Астраханцева Н.М., Астраханцев Л.А.	Электронные преобразователи для ресурсосберегающих технологий	Иркутск: ИрГУПС, 2010.	51, СДО Стрела

**6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Рябченко Н.Л., Астраханцев Л.А., Макаров В.В., Алексеева Т.Л.	Электронная техника и преобразователи: учебное пособие. Ч.2	Иркутск: ИрГУПС, 2008	104

**6.1.3 Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Рябченко Н.Л., Астраханцев Л.А., Макаров В.В.	Системы управления полупроводниковыми преобразователями: лабораторный практикум	Иркутск: ИрГУПС, 2003	275

**6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Астраханцев Л.А.	Приложение 2. Учебно-методический материал лекционного курса.	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
Л4.2	Астраханцев Л.А.	Приложение 3. Учебно-методический материал практических занятий.	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
Л.4.3	Астраханцев Л.А.	Приложение 4. Учебно-методический материал лабораторных занятий.	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн

Л4.4	Астраханцев Л.А.	Приложение 5. Учебно-методический материал самостоятельной работы студента.	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
Л4.5	Астраханцев Л.А.	Приложение 5. Учебно-методический материал для курсового проектирования.	Личный кабинет обучающегося	100% онлайн
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	<a href="http://www.exponenta.ru">www.exponenta.ru</a>			
Э.2	Журнал «Железнодорожный транспорт» - ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. <a href="http://www.zeldortrans-jornal.ru">http://www.zeldortrans-jornal.ru</a>			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Windows XP Professional with Service Pack 2.			
6.3.1.2	Microsoft Office 2010.			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	Windows XP Professional with Service Pack 2, OpenLicense, Количество - 427.			
6.3.2.2	Microsoft Office 2010, OpenLicense, Количество - 155.			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b>	
7.1	E207, E102. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия: презентации, демонстрационные стенды.
7.2	E203. Учебная аудитория «Электронная техника и преобразователи» для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электронные преобразователи для электроподвижного состава», укомплектованная лабораторными стендами и измерительной аппаратурой для выполнения опытов и изучения характеристик элементов электроники.
7.3	E203, E205, E 207, E102. Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения.
7.4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Лабораторная работа	Подготовка протокола лабораторной работы – номер и тема лабораторной работы. Цель работы. Используемое оборудование. Краткое изложение теории по теме лабораторной работы. Вычерчивание электрической схемы устройства, на котором выполняется экспериментальные исследования. Подготовка таблицы для записи результатов измерений. Обработка

	результатов измерений. Вычерчивание графических зависимостей величин по результатам экспериментов и осциллограмм. Формулировка выводов по результатам лабораторной работы.
Практическое занятие	Подготовка студента по теме практического занятия с использованием учебно-методического материала практических занятий и учебно-методического материала самостоятельной работы студента в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. Изучение назначения, устройства и принципа действия оборудования. Выполнение расчетов параметров, характеристик оборудования. Ответы на контрольные вопросы.
Курсовой проект	Изучение учебного, нормативного и справочного информационного материала, изложенного в учебно-методическом пособии. Выбор варианта задания на курсовой проект по номеру студенческого билета или зачетной книжки. Записать задание в рабочую тетрадь и приступить к расчетам. Выполнение расчета силовой цепи однофазного управляемого выпрямителя. Результаты расчета использовать для построения графических зависимостей и их анализа. Выбор варианта задания на проектирование системы управления однофазным выпрямителем. Разработка функциональной схемы системы управления. Изобразить отдельно элементы функциональной схемы и сформировать принципиальную схему системы управления. Выполнение расчетов блоков системы управления. Вычертить временные диаграммы сигналов в системе управления. Оформление курсового проекта (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции). Подготовка к защите курсового проекта.
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Б1.Б.1.ДС.06 «Электронные преобразователи**  
**для электроподвижного состава»**

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Электроподвижной состав» 21.08.2018 г., протокол № 20 с участием основных работодателей: Восточно-Сибирская дирекция тяги – структурное подразделение Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД»; Филиал «Восточно-Сибирский» ООО «ТМХ-Сервис»; Восточно-Сибирская дирекция моторвагонного подвижного состава – структурное подразделение Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава – филиала ОАО «РЖД».

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Электронные преобразователи для электроподвижного состава» участвует в формировании компетенций:

**ПК-5:** способностью применять методы и средства технических измерений, технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике подвижного состава, разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции;

**ПСК-3.1:** способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо); способностью проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества;

**ПСК-3.5:** знанием характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава; умением применять устройства преобразования электрической энергии на подвижном составе железных дорог, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта; владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава, а также методами их технического обслуживания и ремонта.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-5, ПСК-3.1, ПСК-3.5 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции		Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-5	Способностью применять методы и средства технических измерений, технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике подвижного состава, разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции.	Б1.Б.1.10	Математика	1, 2	1, 3
		Б1.Б.1.14	Химия	1, 2	1, 3
		Б1.Б.1.11	Физика	1, 2	1, 3
		Б1.б.1.24	Метрология, стандартизация и сертификация	5	5
		Б1.Б.1.18	Электротехника и электроника	1, 2	1, 3
		Б1.Б1.ДС.06	Электронные преобразователи для электроподвижного состава	3	6
		Б1.б.1.33	Техническая диагностика подвижного состава	6, 7	7
		Б2.Б.05(Н)	Производственная, научно-исследовательская работа	9	10
		Б3	Государственная итоговая аттестация	8	9
ПСК-3.1	Способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава,	Б1.Б.1.30	Подвижной состав железных дорог	3, 4	4
		Б1.б.1.33	Техническая диагностика подвижного состава	6, 7	7

	их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо); способностью проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества.	Б1.Б.1.18	Электротехника и электроника	1,2	1,3
		Б1.Б1.ДС.06	Электронные преобразователи для электроподвижного состава	3	6
		Б1.Б.1.34	Производство и ремонт подвижного состава	8	8
		Б1.Б.1.35	Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава	8	8
		Б1.Б.1.39	Основы электропривода технологических установок	6	6
		Б1.Б.1.ДС.02	Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации электроподвижного состава	9	9
		Б2.П.1	Производственная практика	4,6	3,5
		Б3	Государственная итоговая аттестация	8	7
ПСК-3.5	Знанием характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава; умением применять устройства преобразования электрической энергии на подвижном составе железных дорог, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта; владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава, а также методами их технического обслуживания и ремонта.	Б1.Б.1.18	Электротехника и электроника	1,2	1,3
		Б1.Б.1.30	Подвижной состав железных дорог	3, 4	4
		Б1.Б.1.33	Техническая диагностика подвижного состава	6, 7	7
		Б1.Б1.ДС.06	Электронные преобразователи для электроподвижного состава	3	6
		Б1.Б.1.34	Производство и ремонт подвижного состава	8	8
		Б1.Б.1.35	Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава	8	8
		Б1.Б.1.39	Основы электропривода технологических установок	6	6
		Б1.Б.1.ДС.02	Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации электроподвижного состава	9	9
		Б2.П.1	Производственная практика	4,6	3,5
Б3	Государственная итоговая аттестация	8	7		

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-5	Способностью применять методы и средства технических измерений, технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике подвижного состава, разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции.	Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава. Раздел 2. Выпрямители. Раздел 3 Инверторы. Раздел 4 Импульсные преобразователи постоянного тока. .Раздел 5 Сложные преобразователи электрической энергии. Раздел 6. Системы управления преобразователями. Раздел 7. Проектирование преобразователей. Раздел 8. Математическое моделирование преобразователей. Раздел 9. Переходные процессы и устройства защиты в преобразователях. Раздел 10. Качество электроэнергии при работе преобразователей. Раздел 11. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Раздел 12. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги.	Минимальный уровень	знать назначение средств для технических измерений параметров электронных преобразователей.
				уметь выбирать средства для технических измерений параметров полупроводниковых приборов.
				Владеть методами грамотного применения средств технических измерений характеристик электронных преобразователей.
			Базовый уровень	знать технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике электронных преобразователей подвижного состава.
				уметь выполнять требования технических регламентов, стандартов и других нормативных документов при технической диагностике полупроводниковых приборов подвижного состава.
				владеть информацией о технических регламентах, стандартах и других нормативных документах при технической диагностике электронных преобразователей подвижного состава.
			Высокий уровень	знать методы технического контроля и испытания электронных преобразователей.
				уметь выполнять технический контроль и испытание полупроводниковой техники.
				владеть методами технического контроля и испытания полупроводниковой техники.
ПСК-3.1	Способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо); способностью про-	Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава. Раздел 2. Выпрямители. Раздел 3 Инверторы. Раздел 4 Импульсные преобразователи постоянного тока. .Раздел 5 Сложные преобразователи электрической энергии. Раздел 6. Системы управления преобразователями. Раздел 7. Проектирование преобразователей. Раздел 8.	Минимальный уровень	знать технологию эксплуатации электронных преобразователей подвижного состава.
				уметь организовать эксплуатацию электронной техники подвижного состава.
				владеть основными принципами организации эксплуатации электронной техники подвижного состава.
			Базовый уровень	знать конструктивные элементы электронной техники подвижного состава.
				уметь обосновывать структуру управления эксплуатацией электронных преобразователей подвижного состава.
				владеть принципами организации эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электронных преобразователей подвижного состава.



	<p>ектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества.</p>	<p>Математическое моделирование преобразователей. Раздел 9. Переходные процессы и устройства защиты в преобразователях. Раздел 10. Качество электроэнергии при работе преобразователей. Раздел 11. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Раздел 12. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги.</p>	<p>Высокий уровень</p>	<p>знать проблемы эксплуатации и данные по ресурсу узлов электронных преобразователей тягового подвижного состава.</p> <p>уметь обосновывать перспективную структуру управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электронной техники подвижного состава.</p> <p>владеть методами гибкого управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электронных преобразователей тягового подвижного состава.</p>
<p>ПСК-3.5</p>	<p>Знанием характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава; умением применять устройства преобразования электрической энергии на подвижном составе железных дорог, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта; владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава, а также методами их технического обслуживания и ремонта.</p>	<p>Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава. Раздел 2. Выпрямители. Раздел 3 Инверторы. Раздел 4 Импульсные преобразователи постоянного тока. Раздел 5 Сложные преобразователи электрической энергии. Раздел 6. Системы управления преобразователями. Раздел 7. Проектирование преобразователей. Раздел 8. Математическое моделирование преобразователей. Раздел 9. Переходные процессы и устройства защиты в преобразователях. Раздел 10. Качество электроэнергии при работе преобразователей. Раздел 11. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Раздел 12. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги.</p>	<p>Минимальный уровень</p> <p>Базовый уровень</p> <p>Высокий уровень</p>	<p>знать информацию о характеристиках и условия эксплуатации электронных преобразователей для тягового электроподвижного состава.</p> <p>уметь формировать информацию о характеристиках и условиях эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава.</p> <p>владеть данными о влиянии условий эксплуатации электронных преобразователей на электроподвижном составе.</p> <p>знать назначение устройств преобразования электрической энергии на электроподвижном составе.</p> <p>уметь применять устройства преобразования электрической энергии на электроподвижном составе.</p> <p>владеть методами технического обслуживания и ремонта устройств преобразования электрической энергии на электроподвижном составе железных дорог.</p> <p>знать принцип действия преобразователей электрической энергии на подвижном составе железных дорог и средства их диагностирования.</p> <p>уметь эксплуатировать преобразователи электрической энергии на подвижном составе железных дорог и использовать средства их диагностирования.</p> <p>владеть технологиями эксплуатации преобразователей электрической энергии на подвижном составе железных дорог и средствами их диагностирования.</p>

**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
1	2 – 8, 9 - 16	Текущий контроль	Разделы: «Выпрямители», «Импульсные преобразователи постоянного тока», «Системы управления».	ПК-5 ПСК-3.1 Собеседование при отчете по лабораторной работе (устно)
2	2-14	Текущий контроль	Раздел 7. Проектирование преобразователей. Курсовой проект «Проектирование однофазного управляемого выпрямителя»	ПК-5 ПСК-3.1, ПСК-3.5 Собеседование при выполнении и защите курсового проекта (устно).
3	8,16	Промежуточные аттестации	Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава. Раздел 2. Выпрямители. Раздел 3 Инверторы. Раздел 4 Импульсные преобразователи постоянного тока. Раздел 5 Сложные преобразователи электрической энергии. Раздел 6. Системы управления преобразователями. Раздел 7. Проектирование преобразователей. Раздел 8. Математическое моделирование преобразователей. Раздел 9. Переходные процессы и устройства защиты в преобразователях. Раздел 10. Качество электроэнергии при работе преобразователей. Раздел 11. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Раздел 12. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги.	ПК-5 ПСК-3.1, ПСК-3.5 Сообщение
4	18	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 1. Введение. Предмет Электронные преобразователи для электроподвижного состава. Раздел 2. Выпрямители. Раздел 3 Инверторы. Раздел 4 Импульсные преобразователи постоянного тока. Раздел 5 Сложные преобразователи электрической энергии. Раздел 6. Системы управления преобразователями. Раздел 7. Проектирование преобразователей. Раздел 8. Математическое моделирование преобразователей. Раздел 9. Переходные процессы и устройства защиты в преобразователях. Раздел 10. Качество электроэнергии при работе преобразователей. Раздел 11. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Раздел 12. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги.	ПК-5 ПСК-3.1, ПСК-3.5 Собеседование (устно)

## 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения используется пятибалльная шкала: пять баллов - «отлично», четыре балла - «хорошо», три балла - «удовлетворительно», два балла - «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Защита лабораторной работы.	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.	Тема: 1. Исследование однофазного однополупериодного выпрямителя, тиристорного выпрямителя с нулевым выводом, мостового выпрямителя. 2. Однофазный управляемый выпрямитель для двухзонного регулирования среднего значения выпрямленного напряжения. 3. Широтно-импульсный преобразователь. 4. Система управления однофазным управляемым выпрямителем для двухзонного регулирования среднего значения выпрямленного напряжения. Комплект контрольных вопросов по лабораторным работам.
2	Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или меж предметной областях.	Тема типового группового проекта: «Проектирование однофазного управляемого выпрямителя» с индивидуальными вариантами заданий на курсовой проект. Комплект контрольных вопросов для защиты КР.

3	Промежуточные аттестации	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект теоретических вопросов и тестов к промежуточной аттестации
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект теоретических вопросов и практических заданий к экзамену

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена (в конце третьего семестра), а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций защита лабораторной работы**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.	высокий
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета).	базовый
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами.	Минимальный
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки.	Компетенции не сформированы

курсового проекта (КП)

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.	высокий
«хорошо»	Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформле-	базовый

	ние курсового проекта и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. Программа демонстрирует устойчивую работу на тестовых наборах исходных данных, подготовленных обучающимся, но обрабатывает не все исключительные ситуации. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе.	
«удовлетворительно»	Содержание курсового проекта частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одна-две существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. Программа работает неустойчиво, не обрабатывает исключительные ситуации, тестовые наборы исходных данных не подготовлены. При защите курсового проекта обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы.	Минимальный
«неудовлетворительно»	Содержание курсового проекта в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Программа не разработана и/или находится в нерабочем состоянии. При защите курсового проекта обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовой проект не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта.	Компетенции не сформированы

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

#### **3.1. Типовые вопросы для проведения защиты лабораторных работ.**

Лабораторная работа №1. Исследование однофазного однополупериодного выпрямителя, тиристорного выпрямителя с нулевым выводом, мостового выпрямителя.

1. Назвать элементы выпрямителя и их назначение. Для каких целей применяются выпрямители в локомотивном хозяйстве?
2. В каких случаях применяют однофазные однополупериодные выпрямители? Особенности таких выпрямителей.
3. Как правильно выбрать параметры диода для однополупериодного выпрямителя?
4. Записать расчетные соотношения электрических величин в однофазном однополупериодном выпрямителе.

5. Рассказать принцип действия однофазного выпрямителя с нулевым выводом.
6. Как правильно выбрать параметры диодов для однофазного выпрямителя с нулевым выводом?
7. Объяснить необходимость повышения класса диодов по напряжению для выпрямителя с нулевым выводом.
8. Соотношение типовой мощности трансформатора и мощности нагрузки выпрямителя с нулевым выводом? Объяснить физические процессы, которые вызывают данное соотношение мощностей.
9. Рассказать принцип действия однофазного мостового выпрямителя.
10. Записать условия при выборе диодов для однофазного мостового выпрямителя.
11. Записать расчетные соотношения электрических величин в однофазном мостовом выпрямителе.
12. Как рассчитать масштаб на экране электроннолучевого осциллографа?
13. Объяснить соотношение типовой мощности трансформатора и мощности нагрузки у однофазного мостового выпрямителя.
14. Рассказать методику измерения, действующего и среднего значений напряжения в выпрямителях.
15. Какие значения напряжения необходимы при выборе класса диодов по напряжению для выпрямителей?
16. Какие значения токов необходимы при выборе диодов для выпрямителей?
17. Каким образом частота выпрямленного тока влияет на параметры сглаживающих фильтров?

Лабораторная работа №2. Однофазный управляемый выпрямитель для двухзонного регулирования среднего значения выпрямленного напряжения.

1. Какие технические задачи решаются с помощью многозонных выпрямителей?
2. Рассказать принцип действия выпрямителя в первой зоне регулирования.
3. С помощью временной диаграммы выпрямленного напряжения пояснить принцип плавного изменения среднего значения выпрямленного напряжения в первой зоне регулирования.
4. В каких пределах изменяется среднее значение выпрямленного напряжения в первой зоне регулирования, если действующее напряжение секции вторичной обмотки 36 В?
5. Рассказать методику измерения угла регулирования тиристоров в первой зоне регулирования.
6. Какое максимальное напряжение прикладывается к тиристорам в первой зоне регулирования, если действующее напряжение одной секции вторичной обмотки 36 В?
7. Рассказать принцип действия выпрямителя во второй зоне регулирования.
8. Почему происходит коммутация тока с диодов на тиристоры в момент их отпирания во второй зоне регулирования?
9. С помощью временной диаграммы выпрямленного напряжения пояснить принцип плавного изменения среднего значения выпрямленного напряжения во второй зоне регулирования.
10. В каких пределах изменяется среднее значение выпрямленного напряжения во второй зоне регулирования, если действующее напряжение секций вторичной обмотки 36 В?
11. Рассказать методику измерения угла регулирования тиристоров во второй зоне регулирования.
12. Какое максимальное напряжение прикладывается к тиристорам во второй зоне регулирования, если действующее напряжение каждой секции вторичной обмотки 36 В?

13. С помощью временной диаграммы выпрямленного напряжения пояснить принцип плавного изменения среднего значения выпрямленного напряжения во второй зоне регулирования.
14. Дайте определение регулировочной характеристики выпрямителя.
15. Почему регулировочная характеристика выпрямителя имеет вид косинусоидальной математической зависимости?
16. Рассказать методику проведения опытов по получению регулировочной характеристики.
17. Дайте определение внешней характеристики выпрямителя.
18. Почему среднее значение выпрямленного напряжения снижается при увеличении выпрямленного тока и, наоборот,  $U_d$  повышается при уменьшении среднего значения выпрямленного тока?
19. Рассчитайте среднее значение тока в тиристорах при наибольшем среднем значении выпрямленного тока.
20. Расскажите методику экспериментального получения внешних характеристик.

Лабораторная работа №3 Широтно-импульсный преобразователь.

1. Какие технические задачи решаются с помощью импульсных преобразователей?
2. Рассказать принцип изменения среднего значения импульсного напряжения в цепях постоянного тока.
3. Какие параметры импульсного напряжения остаются постоянными, а какие параметры изменяются в ходе широтно-импульсного регулирования среднего значения импульсного напряжения?
4. С помощью временной диаграммы импульсного напряжения пояснить принцип плавного изменения среднего значения импульсного напряжения.
5. Почему на практике получили более широкое применение широтно-импульсные преобразователи по сравнению с другими импульсными преобразователями?
6. Расскажите назначение отдельных элементов широтно-импульсного преобразователя.
7. Что происходит в схеме при подаче постоянного напряжения на вход преобразователя?
8. Как работает преобразователь после подачи импульса управления на главный тиристор?
9. Какие процессы возникают в электрической схеме при подаче импульса управления на вспомогательный тиристор?
10. Какие процессы происходят в схеме во время паузы между импульсами напряжения на выходе преобразователя?
11. Почему ток в контуре коммутации изменяется пропорционально току нагрузки?

### 3.2. Вопросы для подготовки к выполнению и защите курсового проекта

1. Принцип выпрямления переменного тока и основные схемы выпрямителей.
2. Коммутация тока в силовых полупроводниковых приборах выпрямителей с индуктивной нагрузкой.  
 В результате чего начинается коммутация тока диодов (тиристоров), почему угол коммутации не может быть равен нулю, от чего зависит его величина?  
 Как изменяются токи диодов (тиристоров) в процессе коммутации, чему равна их сумма?  
 Почему в период коммутации напряжение на вторичной обмотке трансформатора и выпрямленное напряжение равны нулю?  
 Под действием какой ЭДС протекает ток нагрузки после окончания коммутации диодов?
3. Характеристики и параметры выпрямителя.



Как регулируется выпрямленное напряжение, что такое регулировочная характеристика?

Что такое внешняя характеристика, почему выпрямленное напряжение уменьшается при увеличении тока нагрузки выпрямителя?

Какие параметры элементов схемы выпрямителя приняты равными нулю при расчете выпрямленного напряжения? Как повлиял бы их учет на положение внешней характеристики?

Что такое коэффициент мощности выпрямителя, от чего он зависит?

Что такое коэффициент искажения формы кривой тока?

Какую форму имеют кривые тока в обмотках трансформатора, каким методом определяется их гармонический состав?

Что такое типовая мощность трансформатора?

Какие нормируемые параметры диодов и тиристорov используются для расчета выпрямительной установки?

Почему выпрямительные установки мощных преобразователей ЭПС всегда имеют принудительное охлаждение?

#### 4. Защита силовых полупроводниковых приборов выпрямителя.

Назначение устройств защиты силовых полупроводниковых приборов?

Элементы устройств защиты?

Назначение шунтирующих резисторов?

Назначение демпфирующих (снабберных) цепочек?

#### 5. Сглаживание выпрямленного тока.

Что такое коэффициент пульсаций выпрямленного тока  $k_{п1}$ ?

За счет чего пульсации тока в обмотке возбуждения меньше пульсаций тока якоря?

От чего зависит амплитудное значение первой гармонической составляющей выпрямленного тока?

Какую частоту имеет первая гармоническая составляющая выпрямленного напряжения, как рассчитывается ее амплитудное значение?

Как влияет длительность импульса управления тиристором на минимальное значение выпрямленного напряжения?

Что такое постоянная времени электрической цепи выпрямителя?

#### 6. Система управления выпрямителем.

Как переводится тиристор в проводящее состояние?

Как выглядит структура системы и в чем состоит назначение функциональных блоков?

Основные блоки системы управления выпрямителем?

Назначение блоков системы управления?

### 3.3. Тесты, используемые для текущего контроля знаний при защите курсового проекта.

1. Какое значение напряжения показывает вольтметр, измеряющий величину выпрямленного напряжения?

1. Действующее
2. Мгновенное
3. Среднее

2. Как изменяется величина выпрямленного напряжения при увеличении угла регулирования тиристорov выпрямителя?

1. Возрастает
2. Уменьшается
3. Не меняется

3. Как изменяется величина выпрямленного напряжения при увеличении тока нагрузки?

1. Возрастает
  2. Уменьшается
  3. Не меняется
4. Почему при коммутации диодов и тиристорov ток вторичной обмотки трансформатора меняется постепенно?
1. За счет быстрогодействия вентилей
  2. За счет ЭДС самоиндукции нагрузки
  3. За счет ЭДС самоиндукции трансформатора
5. Чему равна алгебраическая сумма токов диодов при их коммутации?
1. Току нагрузки
  2. Току вторичной обмотки трансформатора
  3. Нулю
6. Чему равно напряжение на вторичной обмотке трансформатора при коммутации диодов и тиристорov?
1. ЭДС взаимoиндукции первичной и вторичной обмотки
  2. ЭДС взаимoиндукции вторичной обмотки
  3. Нулю
7. Под действием какой ЭДС протекает ток нагрузки после окончания коммутации диодов?
1. ЭДС самоиндукции трансформатора
  2. ЭДС самоиндукции нагрузки
  3. ЭДС взаимoиндукции первичной и вторичной обмотки
8. Как влияет увеличение тока нагрузки на величину углов коммутации диодов и тиристорov?
1. Углы увеличиваются
  2. Углы уменьшаются
  3. Угол коммутации диодов увеличивается, а угол коммутации тиристорov уменьшается
9. Что такое коэффициент мощности выпрямителя?
1. Отношение активной мощности первичной обмотки к ее реактивной мощности
  2. Отношение реактивной мощности первичной обмотки к ее полной мощности
  3. Отношение активной мощности первичной обмотки к ее полной мощности
10. Что такое предельный ток диода и тиристорa?
1. Максимально допустимый средний ток
  2. Максимально допустимый действующий ток
  3. Максимально допустимая амплитуда тока
11. Какой параметр диодов и тиристорov используется для расчета числа последовательно соединенных диодов и тиристорov?
1. Прямое падение напряжения
  2. Максимальное напряжение
  3. Повторяющееся мгновенное значение напряжения
12. Для чего на выходе выпрямителя устанавливается сглаживающий реактор?
1. Для сглаживания выпрямленного напряжения
  2. Для сглаживания выпрямленного тока
  3. Для сглаживания тока вторичной обмотки трансформатора
13. Как изменится минимальное значение выпрямленного напряжения при увеличении длительности импульса управления тиристором?
1. Увеличится
  2. Уменьшится
  3. Не изменится

### 3.4. Тесты за семестр

Направление подготовки 190300 Подвижной состав железных дорог / Специальность 23.05.03. Подвижной состав железных дорог / Профиль специалитет / Специализация 3 Электрический транспорт железных дорог.

Дисциплина Б1.Б1.ДС.06 Электронные преобразователи для электроподвижного состава.

Семестр изучения б

**Тест за семестр б / Тест по дисциплине Электронные преобразователи для электроподвижного состава**

#### **Тест по компетенциям:**

**ПК-5:** Способностью применять методы и средства технических измерений, технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике подвижного состава, разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции.

**ПСК-3.1:** Способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо); способностью проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагностических комплексов и систем менеджмента качества.

**ПСК-3.5:** Знанием характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава; умением применять устройства преобразования электрической энергии на подвижном составе железных дорог, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта; владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава, а также методами их технического обслуживания и ремонта.

#### **1. Тестовые задания для оценки знаний:**

1. Назначение выпрямителей?
  1. Преобразовать напряжение и ток.
  2. Преобразовать переменное напряжение и ток в постоянное напряжение и ток.
  3. Преобразовать переменное напряжение и ток в постоянное по направлению и пульсирующее по величине.
2. Секции вторичной обмотки трансформатора используются:
  1. Для многозонного регулирования выпрямленного напряжения.
  2. Для повышения надежности.
  3. Выполнения функций входного фильтра.
3. Какие схемы выпрямителей применяются в тяговом приводе ЭПС?
  1. Однотактные.
  2. Двухтактные.
  3. Выпрямители с нулевым выводом.
4. Интервал времени от момента перехода кривой переменного напряжения через ноль до момента подачи импульса управления на тиристоры выпрямителя называется:
  1. Угол коммутации тиристоров.
  2. Угол опережения включения тиристоров.
  3. Угол регулирования тиристоров.
5. Преобразование постоянного напряжения, тока в переменное напряжение, ток выполняется:
  1. Выпрямителем.
  2. Инвертором.
  3. Регулятором напряжения.
6. Среднее значение тока через диод в однофазном однополупериодном выпрямителе рассчитывается по формуле:

$$1. I_{VD} = I_d/2. \quad 2. I_{VD} = I_d. \quad 3. I_{VD} = I_d/4.$$

7. Четырехзонный выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) соединяется:
  1. к выводам 2-х секций вторичной обмотки тягового трансформатора.
  2. к выводам 3-х секций вторичной обмотки тягового трансформатора.
  3. к выводам 4-х секций вторичной обмотки тягового трансформатора.
8. Среднее значение выпрямленного напряжения  $U_{do} = 0,637 \cdot U_{2m} = 0,9 \cdot U_2$ 
  1. Рассчитывается для однофазного однополупериодного выпрямителя.
  2. Рассчитывается для однофазного двухполупериодного выпрямителя.
  3. Рассчитывается для трехфазного однополупериодного выпрямителя.

#### **1. Тестовые задания для оценки умений:**

1. Выбор тиристоров для выпрямительной установки возбуждения (ВУВ) по току:

$$1. I_{\Pi} \geq I_d. \quad 2. I_{\Pi} = I_d. \quad 3. I_{\Pi} \geq I_d/2.$$

2. Для оценки потерь мощности в преобразователе применяется:

1. КПД.
2. Коэффициент мощности.
3. Коэффициент использования установленной мощности.

3. При последовательном соединении диодов, тиристоров необходимо выравнять:

1. Ток в приборах.
2. Напряжение на приборах.
3. Мощность приборов.

4. В инверторе интервал времени от момента отпирания пары тиристорov, вступающих в проводящее состояние, до момента перехода кривой переменного напряжения через ноль называется:

1. Угол регулирования тиристорov.
2. после коммутационный угол инвертора.
3. Угол опережения включения тиристорov инвертора.

5. Повышение электромагнитной совместимости выпрямителей с питающей сетью выполняется:

1. Выпрямительной установкой.
2. Сглаживающим реактором.
3. Преобразовательным трансформатором.

6. Для работы выпрямительно-инверторного преобразователя (ВИП) в режиме инвертора применяется возбуждение ТЭД:

1. Параллельное.
2. Последовательное.
3. Независимое.

#### **1. Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности:**

1. При последовательном соединении диодов, тиристорov необходимо выравнять:

1. Ток в приборах.
2. Напряжение на приборах.
3. Мощность приборов.

2. В процессе электрического торможения ЭПС ВИП работает в режиме инвертирования с углом регулирования тиристорov:

1. От 0 до  $\pi/2$  электрических градусов.
2. От 0 до  $\pi$  электрических градусов.
3. От  $\pi$  до  $\pi/2$  электрических градусов.

3. Для работы выпрямительно-инверторного преобразователя (ВИП) в режиме инвертора применяется возбуждение ТЭД:

1. Последовательное.
2. Параллельное.
3. Независимое.

4. Изменение полярности напряжения ТЭД для работы в режиме генератора выполняется:

1. Изменением направления вращения вала ТЭД.
2. Изменением направления тока в обмотке возбуждения.
3. Реверсором.

#### **2. Тестовые задания для оценки знаний:**

1. Элементами выпрямителей являются

1. Диоды.
2. Преобразовательные трансформаторы, выпрямительные установки, фильтры, сглаживающие реакторы.
3. Тиристоры.

2. Входные фильтры служат:

1. Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии.
2. Для сглаживания пульсаций выпрямленного тока.
3. Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.

3. Какие схемы выпрямителей применяются в тяговом приводе ЭПС?

1. Трехфазные однополупериодные.
2. Трехфазные мостовые.
3. Однофазные двухполупериодные.

4. Интервал времени переключения тока с тиристорov одного плеча преобразователя на тиристоры другого

плеча называется:

1. Угол коммутации тиристорov.
  2. Угол опережения включения тиристорov.
  3. Угол регулирования тиристорov.
5. Преобразование постоянного напряжения, тока в переменное напряжение, ток с частотой внешнего источника энергии выполняется:
1. Автономным инвертором.
  2. Выпрямителем.
  3. Ведомым сетью (зависимым) инвертором.
6. В четырехзонном выпрямительно-инверторном преобразователе (ВИП):
1. Четыре тиристорных плеча.
  2. Шесть тиристорных плеч.
  3. Восемь тиристорных плеч.
7. Какой способ управления тиристорами выпрямительно-инверторного преобразователя применяется?
1. Способ широтно-импульсной модуляции.
  2. Способ частотно-импульсный.
  3. Способ импульсно-фазовый.
8. Среднее значение выпрямленного напряжения  $U_{do} = 0,637 \cdot U_{2m} = 0,9 \cdot U_2$
1. Рассчитывается для однофазного однополупериодного выпрямителя.
  2. Рассчитывается для однофазного двухполупериодного выпрямителя.
  3. Рассчитывается для трехфазного однополупериодного выпрямителя.

## 2. Тестовые задания для оценки умений:

1. Выбор тиристорov для выпрямительной установки возбуждения (ВУВ) по напряжению:
    1.  $U_{II} \geq U_{2m}$ .
    2.  $U_{II} = U_{2m}$ .
    3.  $U_{II} \geq 2 \cdot U_{2m}$ .
  2. Для оценки эффективности использования электрической энергии применяется:
    1. КПД.
    2. Коэффициент мощности.
    3. Коэффициент использования установленной мощности.
  3. При параллельном соединении диодов, тиристорov необходимо выравнять:
    1. Ток в приборах.
    2. Напряжение на приборах.
    3. Мощность приборов.
  4. В процессе наладки БУВИП после коммутационный угол инвертора устанавливается на уровне:
    1. 5 электрических градусов.
    2. 20 – 25 электрических градусов.
    3. 10 электрических градусов.
  5. Секции вторичной обмотки трансформатора используются:
    1. Для повышения надежности.
    2. Для многозонного регулирования выпрямленного напряжения.
    3. Выполнения функций входного фильтра.
  6. Изменение полярности напряжения ТЭД для работы в режиме генератора выполняется:
    1. Реверсором.
    2. Изменением направления вращения вала ТЭД.
    3. Изменением направления тока в обмотке возбуждения.
- ## 2. Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности:
1. При параллельном соединении диодов, тиристорov необходимо выравнять:
    1. Ток в приборах.
    2. Напряжение на приборах.
    3. Мощность приборов.
  2. В процессе наладки БУВИП после коммутационный угол инвертора устанавливается на уровне:
    1. 20 – 25 электрических градусов.
    2. 5 электрических градусов.
    3. 10 электрических градусов.
  3. Тиристоры в выпрямительно-инверторном преобразователе (ВИПе) запираются:
    1. При снятии импульса управления тиристорами.
    2. При снижении напряжения на аноде и катоде тиристора.
    3. При снижении тока в тиристоре до тока удержания.
  4. Для оценки потерь мощности в преобразователе применяется:
    1. КПД.

2. Коэффициент использования установленной мощности.

3. Коэффициент мощности.

### 3. Тестовые задания для оценки знаний:

#### 1. Преобразовательный трансформатор

1. Ослабляет воздействие выпрямительной установки на питающую сеть.
2. Усиливает воздействие выпрямительной установки на питающую сеть.
3. Не оказывает воздействие выпрямительной установки на питающую сеть.

#### 2. Сглаживающие реакторы служат:

1. Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.
2. Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии.
3. Для уменьшения пульсаций выпрямленного тока.

#### 3. Однофазный однополупериодный выпрямитель применяется на ЭПС:

1. В блоке управления выпрямительно-инверторным преобразователем (БУВИП).
2. В выпрямительной установке возбуждения (ВУВ).
3. В выпрямительно-инверторном преобразователе (ВИП).

#### 4. Напряжение во вторичной обмотке тягового трансформатора во время коммутации тиристоров:

1. Повышается.
2. Не изменяется.
3. Снижается до нуля.

#### 5. Преобразование постоянного или переменного напряжения, тока в переменные напряжения, токи требуемой частоты выполняется:

1. Автономным инвертором.
2. Выпрямителем.
3. Ведомым сетью (зависимым) инвертором.

#### 6. В выпрямительной установке возбуждения (ВУВ):

1. два тиристорных плеча.
2. три тиристорных плеча.
3. четыре тиристорных плеча.

#### 7. Интервал времени от момента перехода кривой переменного напряжения через ноль до момента подачи импульса управления на тиристоры выпрямителя называется:

1. Угол коммутации тиристоров.
2. Угол опережения включения тиристоров.
3. Угол регулирования тиристоров.

#### 8. Среднее значение тока через диод в однофазном однополупериодном выпрямителе рассчитывается по формуле:

$$1. I_{VD} = I_d/4. \quad 2. I_{VD} = I_d. \quad 3. I_{VD} = I_d/2.$$

### 3. Тестовые задания для оценки умений:

#### 1. Выбор тиристоров для однофазного мостового выпрямителя по току:

$$1. I_{\Pi} \geq I_d. \quad 2. I_{\Pi} = I_d. \quad 3. I_{\Pi} \geq I_d/2.$$

#### 2. Для оценки эффективности использования преобразователя применяется:

1. КПД.
2. Коэффициент мощности.
3. Коэффициент использования установленной мощности.

#### 3. Сглаживающий реактор в цепи выпрямленного тока применяется:

1. Для устранения нелинейных искажений тока.
2. Для улучшения коммутации в щеточно-коллекторном аппарате и снижения потерь мощности.
3. Для ограничения тока.

#### 4. Сглаживающий реактор в цепи выпрямленного тока применяется:

1. Для устранения нелинейных искажений тока.
2. Для улучшения коммутации в щеточно-коллекторном аппарате и снижения потерь мощности.
3. Для ограничения тока.

#### 5. Входные фильтры служат:

1. Для сглаживания пульсаций выпрямленного тока.
2. Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии.
3. Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.

#### 6. Плавное увеличение силы электрического торможения электровоза достигается:

1. уменьшением угла опережения включения тиристоров инвертора.
2. увеличением угла опережения включения тиристоров инвертора.
3. Увеличением после коммутационного угла инвертора.

### 3. Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности:

1. Изменение полярности напряжения ТЭД для работы в режиме генератора выполняется:
  1. Изменением направления вращения вала ТЭД.
  2. Реверсором.
  3. Изменением направления тока в обмотке возбуждения.
2. В процессе электрического торможения ЭПС ВИП работает в режиме инвертирования с углом регулирования тиристорov:
  1. От 0 до  $\pi$  электрических градусов.
  2. От 0 до  $\pi/2$  электрических градусов.
  3. От  $\pi$  до  $\pi/2$  электрических градусов.
3. Для оценки эффективности использования электрической энергии применяется:
  1. КПД.
  2. Коэффициент использования установленной мощности.
  3. Коэффициент мощности.
4. Электромагнитная совместимость выпрямителя с питающей сетью оценивается:
  1. Коэффициентом пульсаций тока.
  2. Коэффициентом искажения синусоидальности кривой переменного напряжения.
  3. Отклонением напряжения.

#### 4. Тестовые задания для оценки знаний:

1. Преобразовательный трансформатор
  1. Ослабляет воздействие выпрямительной установки на питающую сеть.
  2. Усиливает воздействие выпрямительной установки на питающую сеть.
  3. Не оказывает воздействие выпрямительной установки на питающую сеть.
2. Преобразовательные трансформаторы служат:
  1. Для сглаживания выпрямленного тока.
  2. Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.
  3. Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии.
3. Однофазный выпрямитель с нулевым выводом применяется на ЭПС:
  1. В блоке управления выпрямительно-инверторным преобразователем (БУВИП).
  2. В выпрямительной установке возбуждения (ВУВ).
  3. В выпрямительно-инверторном преобразователе (ВИП).
4. Тиристоры в выпрямительно-инверторном преобразователе (ВИПе) запираются:
  1. При снятии импульса управления тиристорами.
  2. При снижении тока в тиристоре до тока удержания.
  3. При снижении напряжения на аноде и катоде тиристора.
5. У ведомых сетью (зависимых) инверторов коммутация силовых полупроводниковых приборов (СПП) обеспечивается:
  1. Сигналом управления СПП.
  2. Устройством принудительной коммутации СПП.
  3. Переменным напряжением внешнего источника энергии.
6. Выпрямительная установка возбуждения (ВУВ) соединяется:
  1. к выводам 2-х секций обмотки возбуждения тягового трансформатора.
  2. к выводам 3-х секций обмотки возбуждения тягового трансформатора.
  3. к выводам 4-х секций обмотки возбуждения тягового трансформатора.
7. Интервал времени от момента перехода кривой переменного напряжения через ноль до момента подачи импульса управления на тиристоры выпрямителя называется:
  1. Угол регулирования тиристорov.
  2. Угол опережения включения тиристорov.
  3. Угол коммутации тиристорov.
8. Среднее значение тока через диод в однофазном однополупериодном выпрямителе рассчитывается по формуле:

$$1. I_{VD} = I_d/2. \quad 2. I_{VD} = I_d/4. \quad 3. I_{VD} = I_d.$$

#### 4. Тестовые задания для оценки умений:

1. Выбор тиристорov для однофазного мостового выпрямителя по напряжению:
  1.  $U_{II} \geq U_{2m}$ .
  2.  $U_{II} = U_{2m}$ .
  3.  $U_{II} \geq 2 \cdot U_{2m}$ .
2. Электромагнитная совместимость выпрямителя с питающей сетью оценивается:
  1. Коэффициентом пульсаций тока.
  2. Отклонением напряжения.
  3. Коэффициентом искажения синусоидальности кривой переменного напряжения.
3. Для работы выпрямительно-инверторного преобразователя (ВИП) в режиме инвертора применяется воз-

буждение ТЭД:

1. Последовательное.
  2. Параллельное.
  3. Независимое.
4. Изменение полярности напряжения ТЭД для работы в режиме генератора выполняется:
1. Изменением направления вращения вала ТЭД.
  2. Реверсором.
  3. Изменением направления тока в обмотке возбуждения.
5. Сглаживающие реакторы служат:
1. Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии.
  2. Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.
  3. Для уменьшения пульсаций выпрямленного тока.
6. В процессе наладки БУВИП после коммутационный угол инвертора устанавливается на уровне:
1. 20 – 25 электрических градусов.
  2. 5 электрических градусов.
  3. 10 электрических градусов.

**4. Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности:**

1. Плавное увеличение силы электрического торможения электровоза достигается:
  1. увеличением угла опережения включения тиристорov инвертора.
  2. уменьшением угла опережения включения тиристорov инвертора.
  3. Увеличением после коммутационного угла инвертора.
2. Четырехзонный выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) соединяется:
  1. к выводам 3-х секций вторичной обмотки тягового трансформатора.
  2. к выводам 4-х секций вторичной обмотки тягового трансформатора.
  3. к выводам 2-х секций вторичной обмотки тягового трансформатора.
3. Для оценки эффективности использования преобразователя применяется:
  1. КПД.
  2. Коэффициент использования установленной мощности.
  3. Коэффициент мощности.
4. Размах пульсаций выпрямленного тока, отнесенный к среднему значению выпрямленного тока называется:
  1. Отклонением тока.
  2. Коэффициентом пульсаций тока.
  3. Коэффициентом искажения тока.

**5. Тестовые задания для оценки знаний:**

1. Повышение электромагнитной совместимости выпрямителей с питающей сетью выполняется:
  1. Сглаживающим реактором.
  2. Выпрямительной установкой.
  3. Преобразовательным трансформатором.
2. Какие схемы выпрямителей применяются в тяговом приводе ЭПС?
  1. Однотактные.
  2. Двухтактные.
  3. Мостовые.
3. В выпрямительно-инверторном преобразователе (ВИП) применяется:
  1. Однофазный однополупериодный выпрямитель.
  2. Однофазный выпрямитель с нулевым выводом.
  3. Однофазный мостовой выпрямитель.
4. Выпрямленное напряжение увеличивается:
  1. при увеличении угла регулирования тиристорov выпрямителя.
  2. при уменьшении угла регулирования тиристорov выпрямителя.
  3. при снижении переменного напряжения на входе выпрямителя.
5. У автономных инверторов коммутация силовых полупроводниковых приборов (СПП) обеспечивается:
  1. 1. Сигналом управления СПП.
  2. Устройством принудительной коммутации СПП.
  3. Переменным напряжением внешнего источника энергии.
6. Среднее значение выпрямленного напряжения  $U_{do} = 0,318 \cdot U_{2m} = 0,45 \cdot U_2$ 
  1. Рассчитывается для однофазного однополупериодного выпрямителя.
  2. Рассчитывается для однофазного двухполупериодного выпрямителя.
  3. Рассчитывается для трехфазного однополупериодного выпрямителя.
7. Интервал времени переключения тока с тиристорov одного плеча преобразователя на тиристоры другого плеча называется:



1. Угол регулирования тиристоров.
2. Угол опережения включения тиристоров.
3. Угол коммутации тиристоров.
8. Среднее значение выпрямленного напряжения  $U_{d0} = 0,637 \cdot U_{2m} = 0,9 \cdot U_2$ 
  1. Рассчитывается для трехфазного однополупериодного выпрямителя.
  2. Рассчитывается для однофазного двухполупериодного выпрямителя.
  3. Рассчитывается для однофазного однополупериодного выпрямителя.
- 5. Тестовые задания для оценки умений:**
  1. Выбор диодов для однофазного выпрямителя с нулевым выводом по току:
    1.  $I_{\Pi} \geq I_d$ .
    2.  $I_{\Pi} = I_d$ .
    3.  $I_{\Pi} \geq I_d/2$ .
  2. Размах пульсаций выпрямленного тока, отнесенный к среднему значению выпрямленного тока называется:
    1. Отклонением тока.
    2. Коэффициентом искажения тока.
    3. Коэффициентом пульсаций тока.
  3. Плавное увеличение силы электрического торможения электровоза достигается:
    1. увеличением угла опережения включения тиристоров инвертора.
    2. уменьшением угла опережения включения тиристоров инвертора.
    3. Увеличением после коммутационного угла инвертора.
  4. В процессе электрического торможения ЭПС ВИП работает в режиме инвертирования с углом регулирования тиристоров:
    1. От 0 до  $\pi/2$  электрических градусов.
    2. От 0 до  $\pi$  электрических градусов.
    3. От  $\pi$  до  $\pi/2$  электрических градусов.
  5. Преобразовательные трансформаторы служат:
    1. Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.
    2. Для сглаживания выпрямленного тока.
    3. Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии.
  6. В процессе электрического торможения ЭПС ВИП работает в режиме инвертирования с углом регулирования тиристоров:
    1. От 0 до  $\pi$  электрических градусов.
    2. От 0 до  $\pi/2$  электрических градусов.
    3. От  $\pi$  до  $\pi/2$  электрических градусов.

**5. Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности:**

1. В процессе наладки БУВИП после коммутационный угол инвертора устанавливается на уровне:
  1. 5 электрических градусов.
  2. 20 – 25 электрических градусов.
  3. 10 электрических градусов.
2. Выпрямительная установка возбуждения (ВУВ) соединяется:
  1. к выводам 3-х секций обмотки возбуждения тягового трансформатора.
  2. к выводам 4-х секций обмотки возбуждения тягового трансформатора.
  3. к выводам 2-х секций обмотки возбуждения тягового трансформатора.
3. Какой способ управления тиристорами выпрямительно-инверторного преобразователя применяется?
  1. Способ широтно-импульсной модуляции.
  2. Способ импульсно-фазовый.
  3. Способ частотно-импульсный.
4. Изменение полярности напряжения ТЭД для работы в режиме генератора выполняется:
  1. Изменением направления вращения вала ТЭД.
  2. Изменением направления тока в обмотке возбуждения.
  3. Реверсом.

**Структура теста по компетенциям:**

**ПК-5:** Способностью применять методы и средства технических измерений, технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при технической диагностике подвижного состава, разрабатывать методы технического контроля и испытания продукции.

**ПСК-3.1:** Способностью организовывать эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электровозов и моторвагонного подвижного состава, их тяговых электрических машин, электрических аппаратов и устройств преобразования электрической энергии, производственную деятельность локомотивного хозяйства (электровозные, моторвагонные депо); способностью проектировать электроподвижной состав и его оборудование, оценивать показатели безопасности движения поездов и качества продукции (услуг) с использованием современных информационных технологий, диагно-

стических комплексов и систем менеджмента качества.

**ПСК-3.5:** Знанием характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава; умением применять устройства преобразования электрической энергии на подвижном составе железных дорог, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта; владением методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств подвижного состава, а также методами их технического обслуживания и ремонта.

Тестовые задания	Количество тестовых заданий в тесте	Количество баллов за одно тестовое задание
Тестовые задания для оценки знаний	8	3
Тестовые задания для оценки умений	6	6
Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности	4	10
<b>Итого</b>	<b>18 ТЗ в тесте</b>	<b>Максимальный балл за тест - 100</b>

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины и шкала для оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся при тестировании набрал 93 – 100 баллов	Высокий
«хорошо»	Обучающийся при тестировании набрал 76 – 92 баллов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся при тестировании набрал 60 – 75 баллов	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при тестировании набрал 0 – 59 баллов	Компетенции не сформированы

Составитель \_\_\_\_\_ Л.А. Астраханцев

### 3.5. Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Электронная и преобразовательная техника на железнодорожном транспорте. История развития.
2. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.
3. Классификация материалов по электропроводности.
4. Основы зонной теории полупроводников.
5. Собственная и примесная электропроводности полупроводников.
6. Электронная структура полупроводникового диода.
7. Электронно-дырочный переход – главный рабочий элемент диода.
8. Прямое включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер на р-п переходе.
9. Обратное включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер р-п перехода.
10. Вентильные свойства р-п перехода.
11. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры.
12. Параметры силовых диодов.
13. Лавинные диоды, особенности их конструкции.
14. Потери мощности в диодах и температурный режим.
15. Конструкция диодов, системы охлаждения силовых диодов.
16. Обозначение силовых диодов, по обозначению охарактеризовать назначение и свойства прибора.
17. Последовательное соединение диодов.

18. Параллельное соединение диодов.
19. Групповое соединение диодов, идеальная и реальная схема соединения.
20. Биполярные транзисторы, принцип действия и физические процессы в электронной структуре.
21. Электронная структура биполярных транзисторов прямой и обратной проводимости.
22. Обозначение биполярных транзисторов и характеристики их свойств.
23. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом, структура и принцип действия.
24. Электронная структура и принцип действия полевых транзисторов МДП - типа.
25. Транзисторный усилительный каскад.
26. Транзисторные усилители непрерывных электрических сигналов.
27. Работа транзисторного усилительного каскада в ключевом режиме.
28. Транзисторный ключ с управлением от генератора прямоугольных импульсов.
29. Транзисторный инвертор, назначение и принцип действия.
30. Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.
31. Эмиттерный повторитель.
32. Тиристоры, электронная структура и принцип действия, физические процессы в полупроводниковой структуре.
33. Вольтамперная характеристика тиристора.
34. Параметры тиристора.
35. Характеристики цепи управления тиристора.
36. Перевод тиристора в проводящее состояние.
37. Запирание тиристора.
38. Последовательное соединение тириستоров.
39. Параллельное соединение тиристоров.
40. Запираемые и другие виды силовых тиристоров.
41. Потери мощности в тиристорах.
42. Обозначение тиристора, по обозначению охарактеризовать свойства прибора.
43. Стабилитрон, вольтамперная характеристика стабилитрона и области применения.
44. Электрическая схема включения стабилитрона и его основное назначение.
45. Назначение и классификация выпрямителей.
46. Основные элементы выпрямителей и их назначение.
47. Трехфазные выпрямители.
48. Однофазный однополупериодный выпрямитель, расчетные соотношения и временные диаграммы напряжений, токов. Достоинства и недостатки.
49. Выбор диода, тиристора по напряжению и току для однофазного однополупериодного выпрямителя.
50. Однофазный выпрямитель с нулевым выводом, расчетные соотношения и временные диаграммы напряжений, токов. Достоинства и недостатки.
51. Однофазный мостовой выпрямитель, расчетные соотношения и временные диаграммы напряжений, токов. Достоинства и недостатки.
52. Работа выпрямителя на электродвигатель.
53. КПД выпрямителя.
54. Коэффициент мощности выпрямителя.
55. Регулировочные характеристики выпрямителя.
56. Внешние характеристики выпрямителя.
57. Регулирование выпрямленного тока переключением секций вторичной обмотки трансформатора.
58. Управление выпрямленным напряжением изменением угла регулирования тиристоров выпрямителя.
59. Назначение и типы инверторов.
60. Автономный инвертор напряжения и его принцип действия.

61. Принцип действия инверторов, ведомых сетью.
62. Регулирование мощности зависимых инверторов, отдаваемой в сеть.
63. Импульсные преобразователи постоянного тока. Принцип импульсного регулирования напряжения в цепях постоянного тока.
64. Широтно-импульсный преобразователь, назначение и принцип действия.
65. Внешняя характеристика зависимого инвертора при рекуперативном торможении электровоза.

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

В таблице дано описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий, соответствующих рабочей программе дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

##### **Защита лабораторной работы**

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

##### **Курсовой проект**

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
«отлично»	Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проек-

	та логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. Программа демонстрирует устойчивую работу на тестовых наборах исходных данных, подготовленных обучающимся, но обрабатывает не все исключительные ситуации. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсового проекта частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. Программа работает неустойчиво, не обрабатывает исключительные ситуации, тестовые наборы исходных данных не подготовлены. При защите курсового проекта обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсового проекта в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Программа не разработана и/или находится в нерабочем состоянии. При защите курсового проекта обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовой проект не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта.

### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения**

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме экзамена) составлены типовые контрольные вопросы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

– перечень теоретических вопросов к экзамену для оценки знаний;

Перечень теоретических вопросов разного уровня сложности к экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена (в конце 6 семестра), а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических вопросов для защиты лабораторных работ).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 2018-2019 учебный год</p>	<p><b>Экзаменационный билет № 1</b> <b>по дисциплине «Электронные преобразователи для электроподвижного состава»</b> <b>__6__ семестр</b></p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «ЭПС» ИрГУПС</p> <hr/>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Внешние характеристики выпрямителя.</li><li>2. Автономный инвертор напряжения и его принцип действия.</li><li>3. Пояснить параметры тиристора ТЛ 153-800-32 УХЛ2</li><li>4. Для последовательного соединения диодов, что необходимо предпринять?</li><li>5. В каких пределах изменяется угол регулирования тиристоров ВИ-Па в режиме работы инвертором?</li></ol>		