

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 25.04.2023 09:35:35
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fcd018

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНО-НАУЧНОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 28 июля 2022 г. № 1



Электронные преобразователи
электроподвижного состава
рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Электрический транспорт железных дорог

Форма обучения: заочная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Баташов С.И.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация «Электрический транспорт железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 215

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «18» июня 2022 г. № 11

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.



подпись

С.М. Корсаков

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

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка к ведению деятельности в области силовых электронных преобразователей по направлению подготовки 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» направленности (специализации) «Электрический транспорт железных дорог» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных учебным планом, в части представленных ниже знаний, умений и владений.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, развитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Индикаторы	Результаты освоения учебной дисциплины
ПК-6. Способен разбираться в конструкции, принципах действия и закономерностях работы электрического и электронного оборудования электроподвижного состава.	
ПК-6.6. Выполняет расчет и проектирование элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава	Знать: - методы, проведения расчетов элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; - методы проектирования элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; - методы проведения анализа результатов расчета элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава.
	Уметь: - проводить расчеты элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; - проводить расчеты элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; - проводить анализ результатов, расчета элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава.
	- методами, проведения расчетов элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; - методами проектирования элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; - методами проведения анализа результатов расчета элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава.

ПК-6.7. Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава	Знать: - способы применения электронных преобразователей электроподвижного состава; - способы анализа результатов эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; - способы принятия решений по результатам эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава;
	Уметь: - применять новые конструкции электронных преобразователей электроподвижного состава; - применять способы анализа результатов эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; - принимать решения по результатам эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава;
	Владеть: - способами применения электронных преобразователей электроподвижного состава; - способами анализа результатов эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; - способами принятия решений по результатам эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава;

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Электронные преобразователи электроподвижного состава» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		
Б1.В.11	Электронные преобразователи для электроподвижного состава	ПК-6 (ПК-6.6, ПК-6.7)
Предшествующие дисциплины		
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Последующие дисциплины		
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПК-6 (ПК-6.6, ПК-6.7)

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

3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы
		5
Общая трудоемкость дисциплины: - часов	252	252

- зачетных единиц	7	7
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	24,1	24,1
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	24,1	24,1
в т.ч.:		
лекции	8	8
практические занятия	4	4
лабораторные работы	8	8
КА	1,5	1,5
КЭ	2,6	2,6
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	10,4	10,4
Самостоятельная работа (всего), часов	217,5	217,5
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы		
расчетно-графической работы	-	-
реферата	-	-
курсовой работы	36	36
курсового проекта	-	-
Виды промежуточного контроля	Зач, Экз	Зач, Экз
Текущий контроль (вид, количество)	КР(1)	КР(1)

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

4.1. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основные сведения об электронных преобразователях ЭПС

Силовые полупроводниковые приборы, применяемые для построения преобразовательной техники ЭПС: диоды, тиристоры, силовые транзисторы (характеристики, параметры и конструкция). Преобразователи для ЭПС: назначение и классификация преобразователей. Методы анализа электромагнитных процессов в выпрямительных установках и принимаемые допущения. Соотношения между токами и напряжениями. Влияние индуктивности в цепях преобразователя. Коммутация токов в преобразователях.

Раздел 2. Выпрямители

Назначение выпрямителей: их структурные элементы. Принцип выпрямления. Классификация выпрямителей. Двухпульсовые нулевая и мостовая схемы выпрямления. Регулирование выпрямленного напряжения с помощью управляемых вентилей. Токи короткого замыкания. Трехпульсовая нулевая схема выпрямления. Шестипульсовая мостовая схема выпрямления. Коэффициент мощности выпрямителей и способы его повышения. Коэффициент полезного действия выпрямителя.

Раздел 3. Импульсные преобразователи

Структура импульсных преобразователей постоянного тока. Классифика-

ция способов регулирования выходного напряжения. Схемы тиристорных импульсных прерывателей, коммутационные процессы в них. Роль входного и выходного фильтров. Схемы преобразователей с пониженным выходным напряжением.

Раздел 4. Инверторы

Классификация инверторов. Условия, необходимые для реализации инвертирования тока статическими преобразователями: уровни напряжения, полярность, оснащение управляемыми вентилями. Энергетические соотношения при переходе от выпрямительного режима к инверторному. Процесс коммутации в зависимом инверторе. Аварийные процессы в инверторных преобразователях. Непереключаемые выпрямительно-инверторные преобразователи. Принципиальная схема электровоза переменного тока с рекуперативным торможением Коэффициент мощности зависимого инвертора. Автономные инверторы тока и напряжения. Способы включения коммутирующей емкости. Автономные инверторы напряжения с отделенной емкостью (с двухступенчатой коммутацией). Электромагнитные процессы в инверторах при трехфазной мостовой схеме.

Раздел 5. Системы управления электронными преобразователями

Требования, предъявляемые к устройствам управления преобразователями. Принцип построения систем управления. Электронные системы управления выпрямителями и инверторами, применяемыми в устройствах электрической тяги.

Раздел 6. Основы технического содержания и обслуживания электронных преобразователей

Отказы вентиля и статических преобразователей. Учет перегрузочной способности полупроводниковых вентиля при проектировании и эксплуатации преобразователей. Диагностика и обслуживание. Основные правила техники безопасности при обслуживании преобразователей в устройствах электрической тяги. Перспективы развития преобразовательной техники ЭПС

4.2. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ЛБ	ПЗ	
Раздел 1. Основные сведения об электронных преобразователях ЭПС	35	1			34
Раздел 2. Выпрямители	37	1		2	34
Раздел 3. Импульсные преобразователи	39	1	4		34
Раздел 4. Инверторы	43,5	1			42,5
Раздел 5. Системы управления электронными преобразователями	38	2		2	34

Раздел 6. Основы технического содержания и обслуживания электронных преобразователей	45	2	4		39
КА	1,5				
КЭ	2,6				
Экзамен, зачет	10,4				
Итого	252	8	8	4	217,5

4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
Выпрямители	2
Системы управления электронными преобразователями	2
Всего	8

4.3. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторных работ	Количество часов
Импульсные преобразователи	4
Основы технического содержания и обслуживания электронных преобразователей	4
Всего	8

4.5. Тематика курсовой работы

1. Проектирование выпрямителей
2. Импульсные преобразователи
3. Проектирование инверторов
4. Системы управления электронными преобразователями

5. Учебно-методическое обеспечение

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид работы
Раздел 1. Основные сведения об электронных преобразователях ЭПС	34	Работа с литературой. Выполнение курсовой работы, подготовка к промежуточной аттестации текущему контролю знаний
Раздел 2. Выпрямители	34	Работа с литературой. Выполнение курсовой работы, подготовка к промежуточной аттестации текущему контролю знаний
Раздел 3. Импульсные преобразователи	34	Работа с литературой. Выполнение курсовой работы, подготовка к промежуточной аттестации текущему контролю знаний
Раздел 4. Инверторы	42,5	Работа с литературой. Выполнение курсовой работы, подготовка к промежуточной аттестации текущему контролю знаний

Раздел 5. Системы управления электронными преобразователями	34	Работа с литературой. Выполнение курсовой работы, подготовка к промежуточной аттестации текущему контролю знаний
Раздел 6. Основы технического содержания и обслуживания электронных преобразователей	39	Работа с литературой. Выполнение курсовой работы, подготовка к промежуточной аттестации текущему контролю знаний
Итого	217,5	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения

- учебная литература – библиотека филиала, электронные библиотечные системы;
- методические рекомендации по выполнению курсовой работы;
- методические рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала.

6. Фонд оценочных средств

Состав фонда оценочных средств

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Курсовая работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	1

Фонд оценочных средств в приложении к рабочей программе

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
7.1. Основная литература				
Л1.1	Бурков, А.Т.	Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника : учебник: в 2 т.	Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 480 с. – Режим доступа: https://umczt.ru/books/44/18647/	[Электронный ресурс]
Л1.2	Бурков, А.Т.	Электроника и преобразовательная техника. Том 2: Электронная преобразовательная техника : учебник: в 2 т.	Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 307 с. – Режим доступа: https://umczt.ru/books/44/18648/	[Электронный ресурс]
Л1.3	Гут В.А.	Преобразовательные устройства электропоездов переменного тока: учеб. пособие	М.: УМЦ ЖДТ, 2006. - 54 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/35779	[Электронный ресурс]

Л1.4	Рябченко Н. Л.	Повышение энергетической эффективности регуляторов мощности электроподвижного состава: монография	Издательство "Лань", 2018. – 196 с. Режим доступа: ЭБС Лань (lanbook.com)	[Электронный ресурс]
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Баташов С.И., Попов Ю.В.	Электронная техника и преобразователи подвижного состава: учебное пособие	М.: МИИТ.- 2010.- 149 с.	43
Л2.2	Иньков Ю.М.	Электроподвижной состав с электрическим торможением: учебник	М.: ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте.- 2008.- 412 с.	11
Л2.3	Якушев А. Я., Викулов И. П., Сычугов А. Н., Цаплин А. Е.	Алгоритмы управления выпрямительно-инверторным преобразователем электроподвижного состава переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями	Издательство "Лань", 2019. – 48 с. Режим доступа: ЭБС Лань (lanbook.com)	[Электронный ресурс]

8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система
2. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине «электронные преобразователи электроподвижного состава» проводятся в виде лекций, лабораторных работ и практических занятий.

Лекционный материал рекомендуется конспектировать. У студента должна быть тетрадь и письменные принадлежности для ведения конспекта.

На практических и лабораторных занятиях студентам предлагается решить задачи по соответствующим темам, а также выполнение заданий в специализированной лаборатории. В рамках самостоятельной работы студент должен изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями, выполнить и защитить курсовую работу.

При подготовке к экзамену и зачету нужно изучить рекомендованную литературу, лекционный материал.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: MicrosoftOffice 2003 и выше.

Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

1. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=498&Itemid=568&lang=ru

2. Грузовой и общественный транспорт Российской Федерации Адрес ресурса: <http://transport.ru/>

3. Федеральный портал «Инженерное образование» Адрес ресурса: <http://window.edu.ru/resource/278/45278>

11. Описание материально - технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам)

для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) кабинет «Тяговый подвижной состав», аудитория № 610. Специализированная мебель: столы ученические - 24 шт., стулья ученические - 48 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: экран, проектор стационарные, ноутбук. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций, комплект плакатов по конструкции механической части подвижного состава, демонстрационные стенды.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Электрическая тяга», аудитория № 316. Специализированная мебель: столы ученические - 6 шт., стулья ученические - 16 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Лабораторное оборудование: преобразовательная установка - 2 шт. Стенды: «Снятие скоростных характеристик тяговых двигателей», «Определение расхода электрической энергии на тягу поезда», «Определение коэффициента сцепления при трогании», «Исследование системы рекуперативного торможения», «Определение вращающегося момента двигателя постоянного тока», «Исследование системы реостатного торможения». Набор демонстрационных образцов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

«ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций и индикаторов

ПК-6. Способен разбираться в конструкции, принципах действия и закономерностях работы электрического и электронного оборудования электроподвижного состава.

Индикатор ПК-6.6. Выполняет расчет и проектирование элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава

Индикатор ПК-6.7. Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикатор
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, практические занятия, лабораторные работы	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)
Этап 2. Формирование умений	Практические занятия, лабораторные работы	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Курсовая работа	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Экзамен, зачет, курсовая работа	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)

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

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)	- посещение лекционных и практических занятий; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждом практическом занятии	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов	участие в дискуссии

Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)	- выполнение заданий практического занятия и лабораторных работ	- успешное самостоятельное решение задач и выполнение лабораторных работ	выполненные лабораторные работы
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)	- выполнение курсовой работы	- успешное самостоятельное выполнение курсовой работы	курсовая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7)	- экзамен, зачет, курсовая работа	- ответы на основные и дополнительные вопросы экзамена и зачета	устный ответ

2.2 Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПК-6 ПК-6.6	Знать: - методы, проведения расчетов элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; Уметь: - проводить расчеты элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; Владеть: - методами, проведения расчетов элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава;	Знать: - методы проектирования элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; Уметь: - проводить расчеты элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава; Владеть: - методами проектирования элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава;	Знать: - методы проведения анализа результатов расчета элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава. Уметь: - проводить анализ результатов, расчета элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава. Владеть: - методами проведения анализа результатов расчета элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава.
ПК-6 ПК-6.7	Знать: - способы применения электронных преобразователей электроподвижного состава; Уметь: - применять новые конструкции электронных преобразователей электроподвижного состава; Владеть: - способами применения электронных преобразователей электроподвижного состава;	Знать: - способы анализа результатов эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; Уметь: - применять способы анализа результатов эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; Владеть: - способами анализа результатов эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава;	Знать: - способы принятия решений по результатам эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; Уметь: - принимать решения по результатам эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава; Владеть: - способами принятия решений по результатам эксплуатации электронных преобразователей электроподвижного состава;

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

оценка «отлично»	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опирается на приобретенные знания, умения и навыки, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка «хорошо»	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а один индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другой на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опирается на приобретенные знания, умения и навыки; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка «удовлетворительно»	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другой на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка «неудовлетворительно»	Индикаторы достижения компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы. - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

в) Шкала оценивания курсовой работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Хорошо ориентируется в методиках расчета технических систем и направлениях исследования. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы работе без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Работа выполнена без ошибок.
оценка «хорошо»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; имеются неточности в формулировании понятий. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. В работе имеются незначительные ошибки.
оценка «удовлетворительно»	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. В работе имеются ошибки.
оценка «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижений компетенции

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатор	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ПК-6. (ПК-6.6., ПК-6.7.)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия: вопросы для обсуждения (методические рекомендации для проведения практических занятий)
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- задачи: практические занятия (методические рекомендации для проведения практических занятий); лабораторные работы.
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Курсовая работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к экзамену, зачету (приложение 1)

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Зачёт

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проводится в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Экзамен

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку - 30 мин.

Курсовая работа

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. Курсовая работа включает в себя решение задач, охватывающих основные темы лекционного курса. Работа выполняется по выданным индивидуальным заданиям и сдается на проверку. После проверки курсовой работа возвращается студентам для подготовки ее к защите. Защита курсовой работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к экзамену. При защите курсовой работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по её тематике.

Тематика курсовой работы

1. Проектирование выпрямителей
2. Импульсные преобразователи
3. Проектирование инверторов
4. Системы управления электронными преобразователями

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопросы студентам необходимо сформулировать основные экономические категории в области применения инструментов качества на производстве, установить их назначения и параметры.

Практические занятия

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются два вида задач по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины).

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие — один из видов самостоятельной работы студентов, интегрирующий их теоретические знания, умения и навыки в едином процессе, деятельности учебно-исследовательского характера.

В процессе лабораторного занятия обучающиеся выполняют одну или несколько лабораторных работ (заданий) под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение лабораторных работ сопровождается записью получаемых данных и графическим изображением изучаемых явлений и процессов в форме отчета о проведенной работе.

Вопросы для экзамена

Вопросы для проверки уровня обученности по критерию «ЗНАТЬ»

1. Выпрямители, их характеристики. Схемы выпрямления, основные соотношения.
1. Управляемые полупроводниковые приборы и их характеристики.
2. Стабилитрон, вольт – амперная характеристика стабилитрона.
3. Импульсное регулирование напряжения электроподвижного состава.
4. Внешние характеристики выпрямителей
5. Двенадцатипульсовая схема выпрямления.
6. Последовательное и параллельное соединение полупроводниковых приборов.
7. Неуправляемые полупроводниковые приборы.
8. Обозначение полупроводниковых приборов на электрических схемах.
9. Однофазный автономный инвертор напряжения.
10. Биполярный транзистор, работа биполярного транзистора.

Вопросы для проверки уровня обученности по критерию «УМЕТЬ»

11. Непосредственные преобразователи частоты.
12. Коммутационные процессы, протекающие в полупроводниковом приборе.
13. Классификация полупроводниковых приборов.
14. Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме тяги.
15. Условия запираания тиристора, угол управления.
16. Инверторы, принцип работы и основные схемы.
17. Преобразователи частоты, принцип работы, формирование выходных величин.
18. Однофазные инверторы тока.
19. Диод, вольт – амперная характеристика диода, принцип работы.
20. Коммутационные процессы, протекающие в полупроводниковых приборах.

Вопросы для проверки уровня обученности по критерию «ВЛАДЕТЬ»

21. Классификация полупроводниковых приборов.
22. Униполярные транзисторы, работа и характеристики.
23. Коммутационные процессы, протекающие в полупроводниковых приборах.
24. Непосредственные преобразователи частоты.
25. Вольт – амперные характеристики полупроводниковых приборов.

26. Пульсации в схемах выпрямителей, способы борьбы с ними.
27. Биполярный транзистор, работа биполярного транзистора.
28. Выпрямители, их характеристики.
29. Схемы выпрямления, основные соотношения.
30. Коммутационные процессы, протекающие в полупроводниковых приборах.

Вопросы для зачета

Вопросы для проверки уровня обученности по критерию «ЗНАТЬ»

1. Униполярные транзисторы, работа и характеристики.
2. Управляемые полупроводниковые приборы, угол управления.
3. Многофазный инвертор напряжения.
4. Способы импульсного регулирования напряжения, принцип работы.
5. Вольт – амперные характеристики полупроводниковых приборов.
6. Нулевые и мостовые схемы выпрямления.
7. Шестипульсовая схема выпрямления, работа и основные параметры.
8. Тиристоры, угол управления, режимы работы.
9. Однофазный инвертор тока, принцип работы.

Вопросы для проверки уровня обученности по критерию «УМЕТЬ»

1. Управляемые полупроводниковые приборы, угол управления.
2. Внешние характеристики выпрямителей.
3. Многофазный инвертор тока, принцип работы и основные характеристики.
4. Выпрямители, основные схемы выпрямления и принцип работы.
5. Управляемые полупроводниковые приборы.
6. Пульсации в схемах выпрямителей, способы борьбы с ними.
7. Сущность и работа р-п перехода.
8. Непосредственные преобразователи частоты.
9. . Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме электрического торможения.
10. Внешние характеристики выпрямителей.

Вопросы для проверки уровня обученности по критерию «ВЛАДЕТЬ»

1. Двенадцатипульсовая схема выпрямления.
2. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителей.
3. Непосредственные преобразователи частоты.
4. Последовательное и параллельное соединение полупроводниковых

- приборов.
5. Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме электрического торможения.
 6. Тиристоры, угол управления, режимы работы.
 7. Выпрямители, основные схемы выпрямления и принцип работы.
 8. Однофазный инвертор тока, принцип работы и основные характеристики.
 9. Непосредственные преобразователи частоты.
 10. Управляемые полупроводниковые приборы, угол управления.

Тесты для проведения промежуточного контроля знаний по дисциплине «Электронные преобразователи для ЭПС»

Тесты имеют следующую структуру:

- вопрос и перечень ответов, среди которых необходимо выбрать один (или несколько) правильный;
- в формулировку вопроса необходимо вписать пропущенную фразу.

Количество вопросов в банке знаний 60, количество вопросов, предъявляемое при тестировании – 10, количество вопросов на которые надо правильно ответить для получения положительного результата – 6.

(вес одного вопроса – 1, выбирается случайным образом 4 вопроса, тип ответа «один из многих»)

1. При какой двухполупериодной схеме выпрямления типовая мощность трансформатора больше?

- +а) мостовой;
- б) схеме с нулевым выводом;
- в) однополупериодная.

2. Как изменяется величина выпрямленного напряжения при увеличении угла управления?

- +а) возрастает
- б) уменьшается
- в) не меняется

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

- а) возрастает
- +б) уменьшается
- в) не меняется

4. По цепи коллекторных ТЭД постоянного тока отечественных электровозов переменного тока проходит пульсирующий ток. Чем, в основном, обуславливается величина пульсаций тока, обеспечивающая надежную работу двигателя?

- а) индуктивным сопротивлением трансформатора L_t ;
- +б) индуктивным сопротивлением сглаживающего реактора и ТЭД - L_d ;
- в) индуктивным сопротивлением OB ;
- г) L_t и L_d .

5. Коэффициент пульсации - это отношение к среднему значению тока i или напряжения U :

- +а) первой гармоники i или U ;
- б) второй гармоники i или U ;
- в) первой и второй гармоники i или U .

6. Внешняя характеристика выпрямителя это зависимость среднего выпрямленного напряжения от:

- а) угла регулирования α_p ;
- +б) тока нагрузки I_d ;
- в) I_d и α_p ;

г) напряжения на коллекторе.

7. Выпрямленное напряжение снижается при увеличении тока нагрузки из-за:

а) падения напряжения в вентилях ΔU_{dv} ;

+б) падения напряжения от коммутации $\Delta U_{d\gamma}$.

в) падения напряжения в активных сопротивлениях трансформатора и цепи выпрямленного тока ΔU_{dR} ;

г) ΔU_{dv} , $\Delta U_{d\gamma}$ и ΔU_{dR} .

д) $\Delta U_{d\gamma}$ и ΔU_{dR} .

8. Регулировочная характеристика - это зависимость среднего выпрямленного напряжения от:

а) тока нагрузки I_d ;

+б) угла регулирования α_p ;

в) α_p и I_d ;

г) напряжения на коллекторе.

9. Коэффициент мощности - это отношение:

а) активной мощности первичной обмотки трансформатора P_{a1} к ее полной мощности;

б) P_{a1} к типовой мощности трансформатора;

+в) типовой мощности трансформатора к ее полной мощности.

10. В лавинных вентилях при воздействии обратного напряжения, превышающего пробивное, резко увеличивается обратный ток, который:

а) распределяется равномерно по поверхности р-п перехода, не вызывая местного теплового пробоя;

+б) сосредотачивается в отдельных точках, что приводит к пробоем р-п перехода;

в) концентрируется в п-области, что приводит к пробоем р-п перехода.

г) концентрируется в р-области, что приводит к пробоем р-п перехода.

11. При какой скорости обдува воздухом охладителя вентиль может длительно пропускать номинальный (предельный) ток?

а) 1-2 м/с;

б) 5-6 м/с;

в) ≥ 12 м/с.

12. Какое значение падения напряжения при номинальном токе имеет диод, включенный в прямом направлении?

а) 0,10 – 0,25 В;

б) 0,30 – 2,2 В;

в) 2,3 – 5,5 В.

13. Какие диоды имеют наименьшее падение напряжения в прямом направлении?

а) селеновые;

б) германиевые;

в) кремниевые.

14. Диоды, изготовленные из какого материала, имеют наибольшее напряжение пробоя $U_{\text{проб}}$?

а) германиевые;;

б) кремниевые;

в) селеновые.

15. Какую величину повторяющегося обратного напряжения принимают для нелавинных диодов?

а) 0,4 $U_{\text{проб}}$;

б) 0,5 $U_{\text{проб}}$;

в) $0,7 U_{\text{проб.}}$

16. Укажите величину повторяющегося обратного напряжения лавинных диодов:

а) $0,6 U_{\text{проб.}}$;

б) $0,8 U_{\text{проб.}}$;

в) $0,9 U_{\text{проб.}}$

17. Свойства каких вентилях включают в себя IGBT – модули:

а) полевых транзисторов

б) биполярных транзисторов

в) одновременно биполярных и униполярных транзисторов

18. Укажите величину верхнего температурного предела кремниевых диодов:

а) $70 - 90^{\circ}\text{C}$;

б) $85 - 115^{\circ}\text{C}$;

в) $120 - 150^{\circ}\text{C}$.

19. Что такое класс диода?

а) это 100В , умноженное на цифру **класса**;

б) это 10В , умноженное на цифру **класса**;

в) это 10В , умноженное на цифру **класса**;

20. С каким временем включения тиристоры используются в ВИП отечественных электровозов?

а) $\leq 5 \text{ мкс}$;

б) $\leq 10 \text{ мкс}$;

в) $\leq 20 \text{ мкс}$.

21. Укажите ширину импульсов, подаваемых на управляющий электрод тиристоров ВИП отечественных электровозов:

- а) 50 – 100 мкс;
- б) 150 – 450 мкс;
- в) 500 – 2000 мкс.

22. Какую крутизну должен иметь импульс тока управления ВИП отечественных электровозов переменного тока?

- а) 0,01 – 0,05 А/мкс;
- б) 0,1 – 0,5 А/мкс;
- в) 1,0 – 5,0 А/мкс.

23. Укажите величину времени выключения силовых отечественных тиристор.

- а) 2 – 5 мкс;
- б) 6 – 10 мкс;
- в) 12-250 мкс.

24. На отечественных ЭПС применяются тиристоры с критической скоростью нарастания прямого напряжения:

- а) 50 – 100 В/мкс;
- б) 110 – 190 В/мкс;
- в) ≥ 200 В/мкс.

25. Тиристоры с какой скоростью нарастания прямого тока используются в ВИП отечественных электровозов?

- а) 15 А/мкс;
- б) 45 А/мкс;
- в) ≥ 70 А/мкс.

26. Какие схемы управления силовыми тиристорами ВИП применяются на отечественных ЭПС переменного тока?

- а) непосредственного управления;

б) управления с использованием импульсных трансформаторов.

27. Для кремниевых вентилях пороговое напряжение составляет 0,3 - 0,4 В.

а) 0,3 – 0,4 В;

б) 1 – 2 В;

в) 10 – 20 В.

(вес одного вопроса – 1, выбирается случайным образом 1 вопрос, тип ответа «несколько из многих»)

1. Какие схемы выпрямления однофазного переменного тока применяются на отечественных ЭПС?

+а) двухполупериодная с нулевым выводом;

+б) двухполупериодная мостовая;

в) с нулевым выводом и мостовая;

д) трехпульсовая;

е) шестипульсовая.

2. Коэффициент мощности зависит от:

+а) коэффициента искажения тока γ ;

+б) косинуса угла сдвига фаз φ между действующими значениями первой гармонической составляющей тока первичной обмотки $I_{1(1)}$ и напряжения питания выпрямителя;

в) типовой мощности трансформатора;

г) коэффициента трансформации;

д) тока нагрузки;

е) сопротивления нагрузки.

3. Напряжение, подаваемое на диод, не должно превосходить некоторого максимального значения $U_{\text{проб}}$, при котором происходит пробой электронно-дырочного перехода. Различают следующие разновидности пробоя:

- +а) зеннеровский,
- +б) лавинный,
- +в) тепловой,
- +г) поверхностный,
- д) внутренний,
- е) электронный,
- ж) атмосферный.

4. Как называются выводы биполярных транзисторов?

- +а) эмиттер
- +б) база
- +в) коллектор
- г) сток
- д) исток
- е) затвор

5. Как называются выводы полевых транзисторов?

- а) эмиттер
- б) база
- в) коллектор
- +г) сток
- +д) исток
- +е) затвор

(вес одного вопроса – 1, выбирается случайным образом 5 вопросов, тип ответа «вписать пропущенную фразу»)

1. В полупроводниковых материалах энергия удержания электрона в атоме находится в пределах 0,7 – 1,2 эВ, а валентная и свободная зоны не пересекаются и разделены зоной, которая в зонной теории называется

Ответ: *запрещенной*.

2. Место в кристаллической решетке, откуда «ушел» электрон, образуется пустое, ничем не заполненное энергетическое место, получившее название

Ответ: *дырка*.

3. Процесс образования пары «электрон – дырка» в полупроводнике называется

Ответ: *генерация*.

4. Освобожденные в результате генерации электроны, двигаясь в основном хаотично, все же имеют тенденцию перемещаться в направлении меньшей их концентрации, т. е. они стремятся распределиться равномерно по всему объему кристалла полупроводника. Такое самопроизвольное выравнивание концентрации носителей заряда называется

Ответ: *диффузией*.

5. Перемещаясь по кристаллу, электрон может встретить дырку и снова лишиться свободы, восстановив утраченную связь с атомом. Такое восстановление утраченных связей называется

Ответ: *рекомбинацией*.

6. Проводимость, при которой нет избыточных положительных или отрицательных зарядов, называется полупроводника.

Ответ: *собственной проводимостью*

7. Проводимость, обусловленная присутствием атомов другого вещества, называется проводимостью.

Ответ: *примесной*

8. В зависимости от структуры атомов примесных элементов электропроводность полупроводников будет или

Ответ: *электронной, дырочной*.

9. Примесная проводимость, образованная лишними электронами, называется проводимостью, или проводимостью типа (от первой буквы слова на английском языке, обозначающего - отрицательный).

Ответ: *электронной, n*

10. Примесная проводимость, обусловленная не занятыми электронами связей (дырок), называется проводимостью, или проводимостью типа (от первой буквы слова на английском языке, обозначающего — положительный).

Ответ: *дырочной, p*

11. Носители заряда, составляющие в полупроводнике значительное большинство, называются

Ответ: *основными*

12. Примеси, увеличивающие число свободных электронов в полупроводнике, называют *примесями*

Ответ: *донорными*

13. Примеси, создающие в полупроводнике дырочную проводимость, называются

Ответ: *акцепторными*

14. Ток в полупроводнике, вызванный диффузией носителей зарядов, называется

Ответ: *диффузионным*

15. Явление односторонней проводимости, при непосредственном контакте двух полупроводников между собой, возникает вследствие появления внутреннего электрического поля в месте контакта *n* и *p* типов полупроводников. Эта область получила название

Ответ: *электронно-дырочного перехода* или сокращенно *p-n-перехода*

16. В области ***p - n*** - перехода возникают диффузионные потоки основных носителей зарядов, вызванные неравномерной их концентрацией: электронов из слоя - ***n*** в слой ***p***, а дырок из слоя ***p*** в слой ***n***. Диффундирующие электроны и дырки, попадая в области, где они являются неосновными носителями зарядов, интенсивно рекомбинируют. Это приводит к образованию на границе ***p - n*** - перехода так называемого

Ответ: *запорного слоя*

17. Полупроводниковые диоды – это полупроводниковые приборы, имеющие ***p-n***-переход.

Ответ: один

18. Графическая зависимость тока, проходящего через диод, от приложенного к нему напряжения называется

Ответ: *вольт-амперная характеристика*

19. Ток, который может быть длительно пропущен через полупроводниковый диод, определяемый допустимой температурой его структуры и условиями охлаждения, называют

Ответ: *предельным*

20. пробой возникает при высоких значениях напряженности электрического поля в электронно-дырочном переходе

Ответ: *Зеннеровский*

21. пробой является следствием ударной ионизации атомов полупроводника.

Ответ: *Лавинный*

22 пробой связан с нагревом полупроводниковой структуры, вызываемый протеканием обратного тока.

Ответ: *Тепловой*

23. пробой является следствием неудовлетворительного состояния поверхности диода.

Ответ: *Поверхностный*

24. Диоды, для которых режим пробоя является нормальным рабочим режимом, называют

Ответ: *стабилитронами или опорными диодами.*

25. Транзистор - это полупроводниковый прибор с **p - n** - переходами.

Ответ: двумя

26. Вторичная обмотка трансформатора в двухполупериодной мостовой схеме выпрямителя при коммутации вентиля

Ответ: закорачивается накоротко.

27. Внешняя характеристика выпрямителя это зависимость среднего выпрямленного напряжения от

Ответ: тока нагрузки.

28. Регулировочная характеристика - это зависимость среднего выпрямленного напряжения от

Ответ: угла регулирования.

29. Коэффициент искажения тока - это отношение действующего значения первой гармоники тока $I_{1(1)}$ к

Ответ: действующему значению тока первичной обмотки (включая все высшие гармоники).