

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Гаранин Максим Александрович
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 19.06.2025 11:44:31
 Уникальный программный ключ:
 7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Электронные преобразователи электроподвижного состава

рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Специализация Электрический транспорт железных дорог

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 9

зачеты 8

курсовые работы 9

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		9 (5.1)		Итого	
Неделя	16 2/6		16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16	32	32
Лабораторные	16	16	16	16	32	32
Практические			16	16	16	16
Конт. ч. на аттест.			1	1	1	1
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	2,3	2,3	2,45	2,45
В том числе в форме практ.подготовки	16	16	66	66	82	82
Итого ауд.	32	32	48	48	80	80
Контактная работа	32,15	32,15	51,3	51,3	83,45	83,45
Сам. работа	31	31	104	104	135	135
Часы на контроль	8,85	8,85	24,7	24,7	33,55	33,55
Итого	72	72	180	180	252	252

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Тычков А.С.

Рабочая программа дисциплины

Электронные преобразователи электроподвижного состава

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03
Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-25-1-ПСЖДэт.pli.plx

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Электрический
транспорт железных дорог

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Тяговый подвижной состав

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Шепелин П.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью дисциплины является подготовка к ведению деятельности в области силовых электронных преобразователей по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» специализации «Электрический транспорт железных дорог» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных учебным планом, в части представленных ниже знаний, умений и владений.
1.2	Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата, основных теоретических положений и методов, развитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в области электронных преобразователей электроподвижного состава (ЭПС).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.11

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
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
ПК-6.7	Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	принцип действия электронных преобразователей ЭПС
3.1.2	режимы работы электронных преобразователей ЭПС
3.2	Уметь:
3.2.1	классифицировать и соотносить электронные преобразователи соответствующим типам ЭПС
3.2.2	выбирать методику и параметры для оценки правильности функционирования электронных преобразователей ЭПС
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками анализа параметров и характеристик электронных преобразователей ЭПС различного типа
3.3.2	навыками определения численных значений характеристик электронных преобразователей ЭПС

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Основные сведения об электронных преобразователях ЭПС			
1.1	Основные силовые полупроводниковые приборы (СПП), применяемые для построения преобразовательной техники ЭПС, их характеристики, параметры и конструкция /Лек/	8	2	
1.2	Исследование характеристик силовых полупроводниковых приборов /Лаб/	8	4	Практическая подготовка
1.3	Силовые полупроводниковые преобразователи ЭПС. Назначение и классификация преобразователей. Назначение выпрямителей: их структурные элементы. Принцип выпрямления. Классификация выпрямителей. /Лек/	8	2	
1.4	Исследование структуры электронных преобразователей для управления режимами работы тяговых двигателей /Лаб/	8	2	Практическая подготовка
1.5	Методы анализа электромагнитных процессов в выпрямительных установках и принимаемые допущения. Соотношения между токами и напряжениями. Влияние индуктивности в цепях преобразователя. Коммутация токов в преобразователях с управляемыми СПП. /Лек/	8	4	
	Раздел 2. Выпрямители			
2.1	Однофазные схемы выпрямления. Регулирование выпрямленного напряжения с помощью управляемых СПП. Токи короткого замыкания /Лек/	8	2	
2.2	Однофазные двухпульсовые неуправляемые схемы выпрямления /Лаб/	8	2	Практическая подготовка
2.3	Трехфазные схемы выпрямления. Коэффициент мощности выпрямителей и способы его повышения. Коэффициент полезного действия выпрямителя /Лек/	8	2	

2.4	Однофазные двухпульсовые управляемые схемы выпрямления /Лаб/	8	4	Практическая подготовка
2.5	Преобразователи с принудительной коммутацией. Импульсное регулирование напряжения в выпрямителях с принудительной коммутацией, их характеристики и энергетические показатели. Преобразователи частоты: конструкция, электромагнитные процессы, характеристики. Выбор параметров схем с естественной и принудительной коммутацией /Лек/	8	4	
2.6	Трехфазные схемы выпрямления /Лаб/	8	4	Практическая подготовка
	Раздел 3. Инверторы. Импульсные преобразователи			
3.1	Классификация инверторов. Условия, необходимые для реализации инвертирования тока преобразователями: уровни напряжения, полярность, оснащение управляемыми СПП. Энергетические соотношения при переходе от выпрямительного режима к инверторному. Процесс коммутации в зависимом инверторе. Аварийные процессы в инверторных преобразователях. Коэффициент мощности зависимого инвертора. Схемы управления инверторными преобразователями /Лек/	9	2	
3.2	Расчет основных параметров и характеристик зависимых инверторов /Пр/	9	2	Практическая подготовка
3.3	Трехфазный инвертор, ведомый сетью /Лаб/	9	4	Практическая подготовка
3.4	Автономные инверторы тока и напряжения. Способы включения коммутирующей емкости. Автономные инверторы напряжения с отделенной емкостью (с двухступенчатой коммутацией) /Лек/	9	2	
3.5	Расчет основных параметров и характеристик независимых инверторов /Пр/	9	4	Практическая подготовка
3.6	Однофазный (мостовой) инвертор с симметричным управлением /Лаб/	9	4	Практическая подготовка
3.7	Регулирование частоты и уровня напряжения автономных инверторов при питании короткозамкнутых асинхронных двигателей. Параметры основных элементов автономных инверторов с отделенной емкостью. Системы управления инверторами /Лек/	9	2	
3.8	Преобразователи частоты /Пр/	9	4	Практическая подготовка
3.9	Широтно-импульсные преобразователи /Лаб/	9	4	Практическая подготовка
3.10	Структура импульсных преобразователей постоянного тока. Классификация способов регулирования выходного напряжения. Схемы импульсных прерывателей, коммутационные процессы в них. Роль входного и выходного фильтров. Схемы преобразователей с пониженным выходным напряжением /Лек/	9	4	
3.11	Схемные решения импульсных преобразователей ЭПС /Пр/	9	4	Практическая подготовка
	Раздел 4. Системы управления электронными преобразователями. Аварийные режимы работы преобразователей			
4.1	Требования, предъявляемые к устройствам управления преобразователями. Принцип построения систем управления. Электронные системы управления выпрямителями и инверторами, применяемыми в устройствах электрической тяги /Лек/	9	2	
4.2	Исследование работы преобразователя 4Qs /Пр/	9	2	Практическая подготовка
4.3	Отказы СПП и преобразователей. Учет перегрузочной способности СПП при проектировании и эксплуатации преобразователей. Диагностика и обслуживание. Основные правила техники безопасности при обслуживании преобразователей ЭПС. Перспективы развития преобразовательной техники ЭПС /Лек/	9	2	
4.4	Исследование аварийных режимов работы преобразователей /Лаб/	9	2	Практическая подготовка
4.5	Построение принципиальных силовых схем ЭПС и их особенности. Специфика реализации режимов тяги и электрического торможения в принципиальных силовых схемах ЭПС. Перспективы развития преобразовательной техники ЭПС /Лек/	9	2	
4.6	Особенности реализации схемных решений преобразователей ЭПС /Лаб/	9	2	Практическая подготовка

Раздел 5. Самостоятельная работа

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

6.1. Рекомендуемая литература

Авторы, составители

Заглавие

Издательство	Омск:
ОмГУПС,	
2013	

Эл. адрес

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательс тво, год	Эл. адрес
Л2.1	Лабунский Л. С.	Электронная техника и преобразователи в электроснабжении: курс лекций для студ. спец. 190401 "электроснабжение железных дорог"	Самара: СамГУП С, 2010	https://e.lanbook.com/bo
6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)				
6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
6.2.1.1	Microsoft Office			
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем				
6.2.2.1	База данных совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества - https://www.sovetgt.org			
6.2.2.2	База данных Объединения производителей железнодорожной техники - www.opzt.ru			
6.2.2.3	База данных Росстандарта https://www.gost.ru/portal/gost/			
6.2.2.4	База данных Государственных стандартов http://gostexpert.ru/			
6.2.2.5	База данных АСПИЖТ https://www.samgups.ru/lib/elektronnye-resursy/res/baza-dannykh-asvizht/			
6.2.2.6	База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" http://www.n-t.ru			
6.2.2.7	Открытые данные Росжелдора http://www.roszeldor.ru/opendata			
6.2.2.8	Информационная справочная система "Гарант" http://www.garant.ru			
6.2.2.9	Информационная справочная система "КонсультантПлюс" http://www.consultant.ru			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).			
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)			
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.			
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.			

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Электронные преобразователи электроподвижного состава

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.05 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Электрический транспорт железных дорог

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: зачет (8 семестр), экзамен (9 семестр), курсовая работа (9 семестр). ЗФО зачет (5 курс), ЗФО экзамен (5 курс), ЗФО курсовая работа (5 курс).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
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
	ПК-6.7. Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-6.6. Выполняет расчет и проектирование элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава	Обучающийся знает: принцип действия электронных преобразователей ЭПС	Вопросы (1 – 20)
	Обучающийся умеет: классифицировать и соотносить электронные преобразователи соответствующим типам ЭПС	Задания (1 – 5)
	Обучающийся владеет: навыками анализа параметров и характеристик электронных преобразователей ЭПС различного типа	Задания (6 – 10)
ПК-6.7. Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава	Обучающийся знает: режимы работы электронных преобразователей ЭПС	Вопросы (21 – 40)
	Обучающийся умеет: выбирать методику и параметры для оценки правильности функционирования электронных преобразователей ЭПС	Задания (11 – 15)
	Обучающийся владеет: навыками определения численных значений характеристик электронных преобразователей ЭПС	Задания (16 – 20)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

Промежуточная аттестация (курсовая работа) проводится в одной из следующих форм:

1) собеседование;

2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.6. Выполняет расчет и проектирование элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава	Обучающийся знает: принцип действия электронных преобразователей ЭПС

Примеры вопросов/заданий

1. Какие типы электронных силовых полупроводниковых приборов наиболее перспективны для применения в схемах электронных преобразователей современного ЭПС?

- а) Транзисторы
- б) Динисторы
- в) Тиристоры
- г) Диоды

2. Какие типы электронных силовых полупроводниковых приборов являются неуправляемыми?

- а) Транзисторы
- б) Фототиристоры
- в) Тиристоры
- г) Диоды

3. Какой из параметров не является основным для силовых полупроводниковых приборов

- а) Предельное повторяющееся напряжение
- б) Предельный максимально допустимый средний ток
- в) Тепловое сопротивление
- г) Угол регулирования

4. Какие типы преобразователей могут быть использованы для режима рекуперативного торможения?

- а) Инверторы
- б) Выпрямители
- в) Импульсные преобразователи
- г) Преобразователи частоты

5. Какие преобразователи не относятся к преобразователям переменного-переменного тока?

- а) Импульсные преобразователи
- б) Регуляторы напряжения
- в) Компенсаторы реактивной мощности
- г) Преобразователи частоты

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

6. По какому принципу не классифицируются выпрямители?

- а) По числу фаз
- б) По числу плеч
- в) По схеме сопряжения трансформатора и установки
- г) По степени управляемости
- д) По числу импульсов тока за период по вторичной обмотке трансформатора

7. От чего зависит число последовательно включенных силовых полупроводниковых приборов в плече преобразователя?

- а) Обратного напряжения
- б) Предельного тока
- в) Типа прибора
- г) Типа преобразователя

8. От чего не зависит число параллельно включенных силовых полупроводниковых приборов в плече преобразователя?

- а) Класа прибора
- б) Предельного тока
- в) Длительности перегрузки
- г) Системы охлаждения

9. В групповом соединении силовых полупроводниковых приборов в плече преобразователя наиболее перспективным способом выравнивания напряжения на приборах является применение:

- а) активных цепей
- б) емкостных цепей
- в) полупроводниковых ограничителей
- г) смешанных цепей

10. Какому типу выпрямителя соответствуют соотношения токов и напряжений?

U_{d0}	U_{d0}/E_2	$U_{\text{вmax}}/U_{d0}$	I_b/I_d	I_2	I_1	$K_p=P_d/S_T$
$\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot E_2$	0,9	3,14	0,5	$I_d/\sqrt{2}$	I_d/K_T	0,68

Здесь U_{d0} – выпрямленное напряжение холостого хода,
 E_2 – э.д.с. фаза вторичной обмотки трансформатора,
 $U_{\text{вmax}}$ – амплитудное значение обратного напряжения на вентиле,
 I_d – выпрямленный ток,
 I_b – среднее значение тока в вентиле,
 I_2 – средний ток фазы вторичной обмотки трансформатора,
 I_1 – средний ток фазы первичной обмотки трансформатора,
 K_T – коэффициент трансформации трансформатора,
 K_p – коэффициент использования расчетной мощности,
 S_T – типовая мощность трансформатора,
 P_d – мощность, потребляемая нагрузкой.

- а) Однофазной нулевой схеме выпрямления
- б) Однофазному мостовому выпрямителю
- в) Трехфазному мостовому выпрямителю
- г) Трехфазной нулевой схеме выпрямления

11. Какому типу выпрямителя соответствуют соотношения токов и напряжений?

U_{d0}	U_{d0}/E_2	$U_{\text{вmax}}/U_{d0}$	$I_{\text{в}}/I_d$	I_2	I_1	$K_p=P_d/S_T$
$\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot E_2$	0,9	1,57	0,5	$I_d/\sqrt{2}$	I_d/K_T	0,815

Здесь U_{d0} – выпрямленное напряжение холостого хода,
 E_2 – э.д.с. фаза вторичной обмотки трансформатора,
 $U_{\text{вmax}}$ – амплитудное значение обратного напряжения на вентиле,
 I_d – выпрямленный ток,
 $I_{\text{в}}$ – среднее значение тока в вентиле,
 I_2 – средний ток фазы вторичной обмотки трансформатора,
 I_1 – средний ток фазы первичной обмотки трансформатора,
 K_T – коэффициент трансформации трансформатора,
 K_p – коэффициент использования расчетной мощности,
 S_T – типовая мощность трансформатора,
 P_d – мощность, потребляемая нагрузкой.

- а) Однофазной нулевой схеме выпрямления
- б) Трехфазному мостовому выпрямителю
- в) Трехфазной нулевой схеме выпрямления
- г) Однофазному мостовому выпрямителю

12. Какому типу выпрямителя соответствуют соотношения токов и напряжений?

U_{d0}	U_{d0}/E_2	$U_{\text{вmax}}/U_{d0}$	$I_{\text{в}}/I_d$	I_2	I_1	$K_p=P_d/S_T$
$\frac{3\sqrt{2}}{\pi} \cdot E_2 \cdot \sin \frac{\pi}{3}$	1,17	2,09	0,33	$I_d/\sqrt{3}$	$\sqrt{2} I_d/3K_T$	0,74

Здесь U_{d0} – выпрямленное напряжение холостого хода,
 E_2 – э.д.с. фаза вторичной обмотки трансформатора,
 $U_{\text{вmax}}$ – амплитудное значение обратного напряжения на вентиле,
 I_d – выпрямленный ток,
 $I_{\text{в}}$ – среднее значение тока в вентиле,
 I_2 – средний ток фазы вторичной обмотки трансформатора,
 I_1 – средний ток фазы первичной обмотки трансформатора,
 K_T – коэффициент трансформации трансформатора,
 K_p – коэффициент использования расчетной мощности,
 S_T – типовая мощность трансформатора,
 P_d – мощность, потребляемая нагрузкой.

- а) Трехфазной нулевой схеме выпрямления
- б) Однофазному мостовому выпрямителю
- в) Однофазной нулевой схеме выпрямления
- г) Трехфазному мостовому выпрямителю

13. Какому типу выпрямителя соответствуют соотношения токов и напряжений?

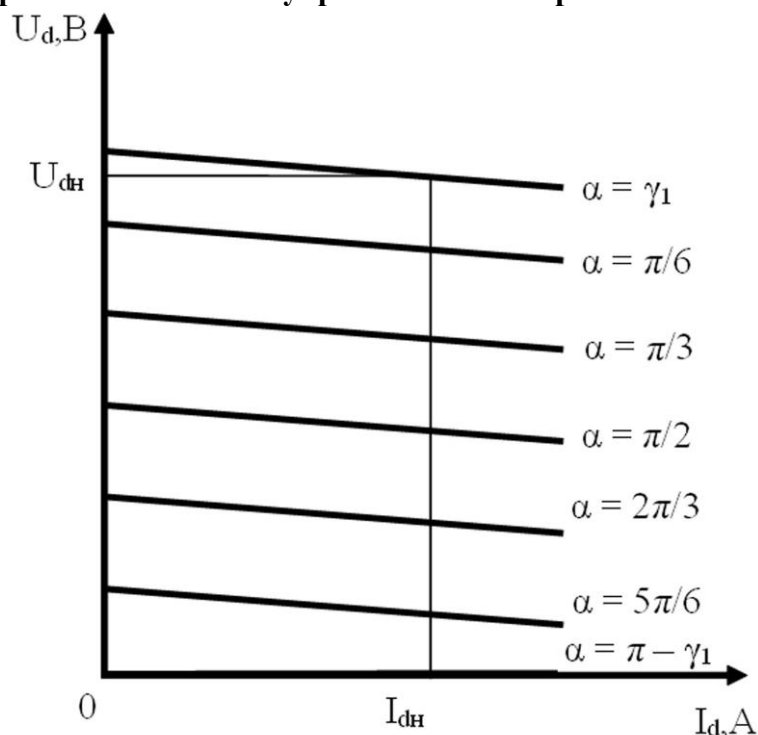
U_{d0}	U_{d0}/E_2	U_{BMAX}/U_{d0}	I_B/I_d	I_2	I_1	$K_p=P_d/S_T$
$\frac{6\sqrt{2}}{\pi} \cdot E_2 \cdot \sin \frac{\pi}{3}$	2,34	1,045	0,33	$I_d \sqrt{\frac{2}{3}}$	$I_d/K_T \cdot \sqrt{\frac{2}{3}}$	0,95

Здесь

U_{d0} – выпрямленное напряжение холостого хода,
 E_2 – э.д.с. фаза вторичной обмотки трансформатора,
 U_{BMAX} – амплитудное значение обратного напряжения на вентиле,
 I_d – выпрямленный ток,
 I_B – среднее значение тока в вентиле,
 I_2 – средний ток фазы вторичной обмотки трансформатора,
 I_1 – средний ток фазы первичной обмотки трансформатора,
 K_T – коэффициент трансформации трансформатора,
 K_p – коэффициент использования расчетной мощности,
 S_T – типовая мощность трансформатора,
 P_d – мощность, потребляемая нагрузкой.

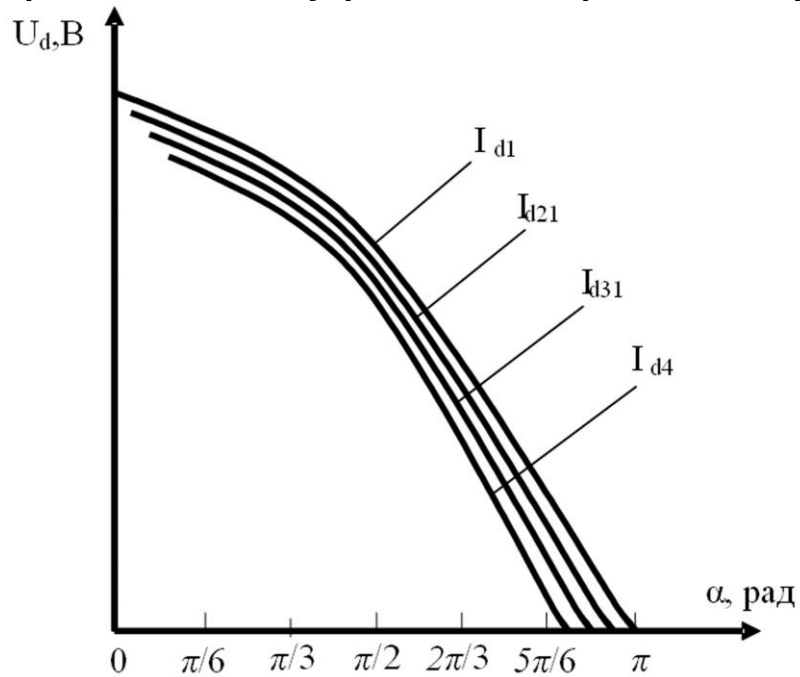
- а) Трехфазной нулевой схеме выпрямления
- б) Трехфазному мостовому выпрямителю
- в) Однофазному мостовому выпрямителю
- г) Однофазной нулевой схеме выпрямления

14. Какие характеристики мостового управляемого выпрямителя изображены на рисунке?



- а) Регулировочные
- б) Холостого хода
- в) Внешние
- г) Короткого замыкания

15. Какие характеристики мостового управляемого выпрямителя изображены на рисунке?

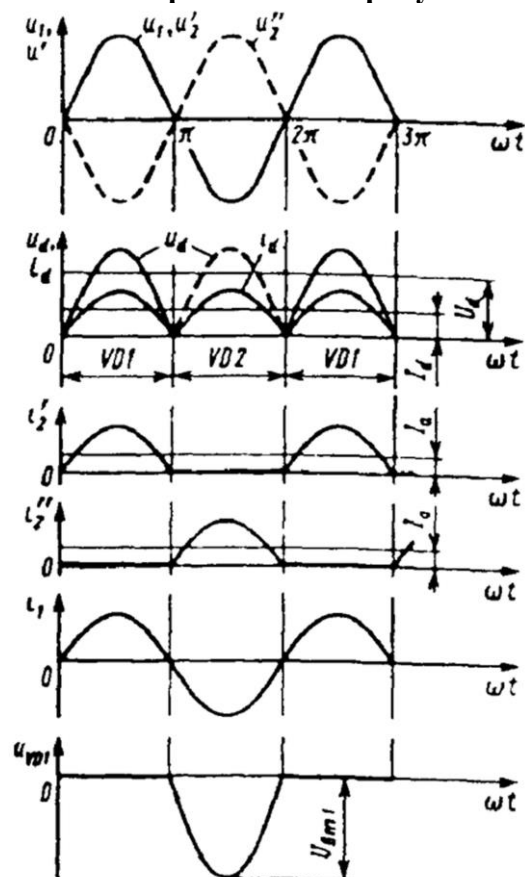


- а) Внешние
- б) Холостого хода
- в) Короткого замыкания
- г) Регулировочные

16. Для каких целей не могут быть использованы выпрямители, выполненные с использованием диодов и тиристоров?

- а) Преобразования постоянного тока в переменный
- б) Преобразования переменного тока в постоянный
- в) Плавного регулирования выпрямленного напряжения

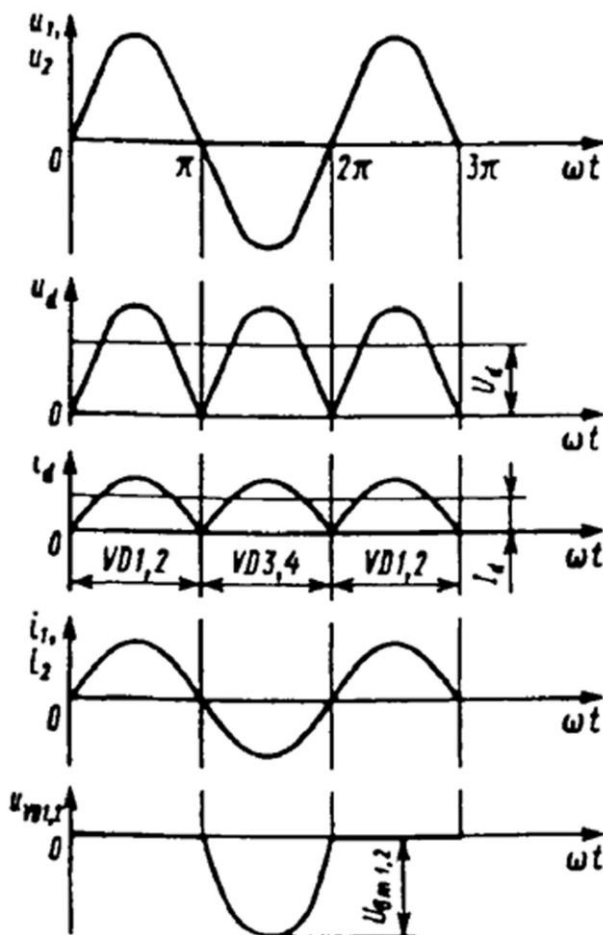
17. Какому типу выпрямителя соответствуют диаграммы напряжений и токов, изображенные на рисунке?



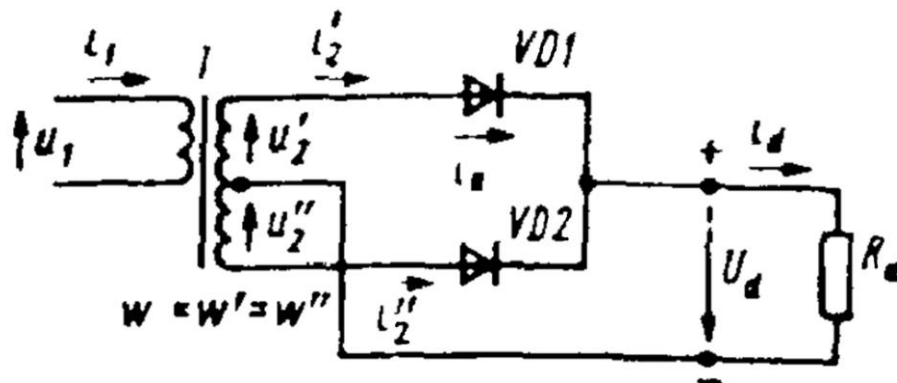
- а) Однофазному мостовому неуправляемому выпрямителю
- б) Однофазной нулевой схеме выпрямления
- в) Трехфазному мостовому управляемому выпрямителю
- г) Трехфазному мостовому неуправляемому выпрямителю

18. Какому типу выпрямителя соответствуют диаграммы напряжений и токов, изображенные на рисунке?

- а) Однофазному мостовому управляемому выпрямителю
- б) Трехфазному мостовому управляемому выпрямителю
- в) Однофазному мостовому неуправляемому выпрямителю
- г) Трехфазному мостовому неуправляемому выпрямителю

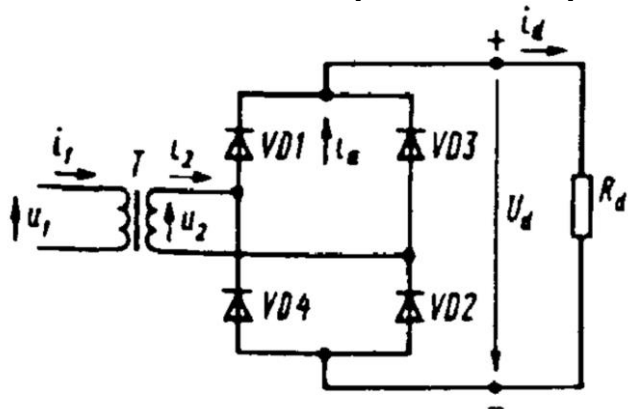


19. Схема какого выпрямителя изображена на рисунке?



- а) Однофазный мостовой выпрямитель
- б) Трехфазный мостовой выпрямитель
- в) Трехфазная нулевая схема выпрямления
- г) Однофазная нулевая схема выпрямления

20. Схема какого выпрямителя изображена на рисунке?



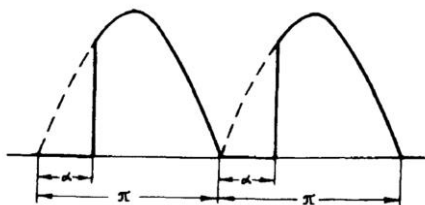
- а) Однофазный мостовой выпрямитель
- б) Однофазная нулевая схема выпрямления
- в) Трехфазный мостовой выпрямитель
- г) Трехфазная нулевая схема выпрямления

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

Обучающийся знает: режимы работы электронных преобразователей ЭПС

Примеры вопросов/заданий

21. Какой схеме выпрямителя соответствует диаграмма выпрямленного напряжения, изображенная на рисунке?

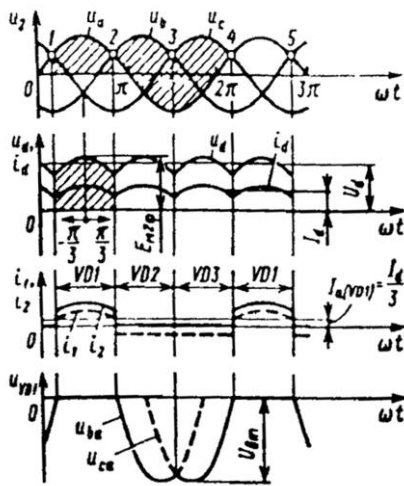


- а) Однофазной нулевой схеме выпрямления
- б) Однофазному мостовому управляемому выпрямителю
- в) Трехфазному мостовому выпрямителю
- г) Трехфазной нулевой схеме выпрямления

22. Какой причиной не обусловлено падение напряжения выпрямителя в режиме холостого хода?

- а) процессом коммутации
- б) наличием активных элементов схемы
- в) типом нагрузки
- г) типом силовых полупроводниковых приборов

23. Какому типу выпрямителя соответствуют диаграммы напряжений и токов, изображенные на рисунке?



- а) Нулевая трехпульсовая схема выпрямителя
- б) Однофазному мостовому управляемому выпрямителю
- в) Однофазному мостовому неуправляемому выпрямителю
- г) Трехфазному мостовому неуправляемому выпрямителю

24. Какой выпрямитель содержит в своем составе трехфазный двухобмоточный преобразовательный трансформатор (схема Ларионова)?

- а) Нулевая трехпульсовая схема
- б) Нулевая шестипульсовая схема
- в) Нулевая шестипульсовая схема с уравнительным реактором
- г) Двенадцатипульсовая схема
- д) Мостовая шестипульсовая схема

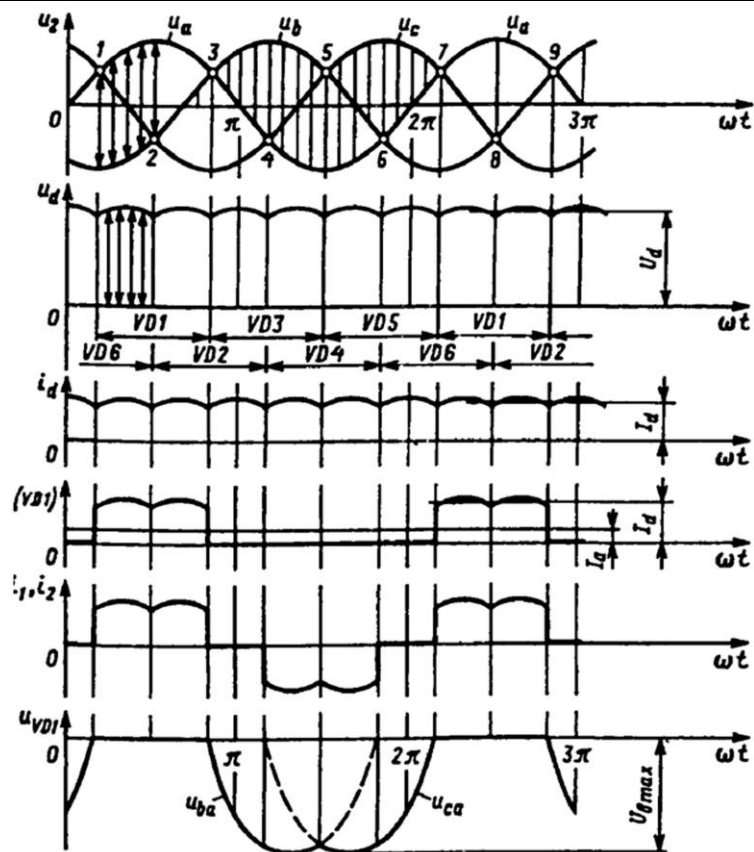
25. Какая из схем трехфазных выпрямителей позволяет повысить качество выпрямленного напряжения за счет лучшего использования трансформатора?

- а) Двенадцатипульсовая
- б) Шестипульсовая
- в) Трехпульсовая

26. Что называется коэффициентом активной мощности выпрямителя?

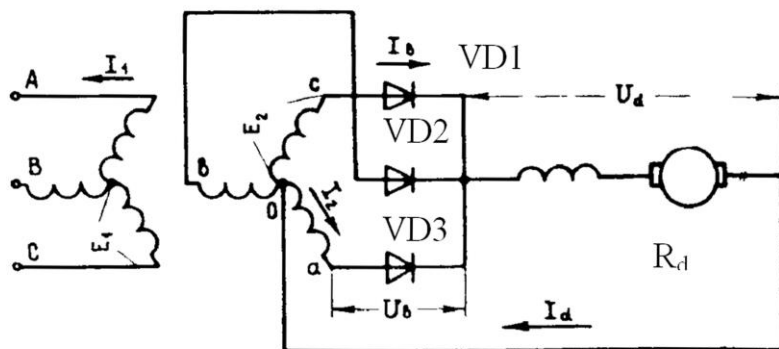
- а) отношение реактивной мощности к полной
- б) отношение активной мощности к полной
- в) отношение активной мощности к реактивной
- г) отношение реактивной мощности к активной

27. Какому типу выпрямителя соответствуют диаграммы напряжений и токов, изображенные на рисунке?



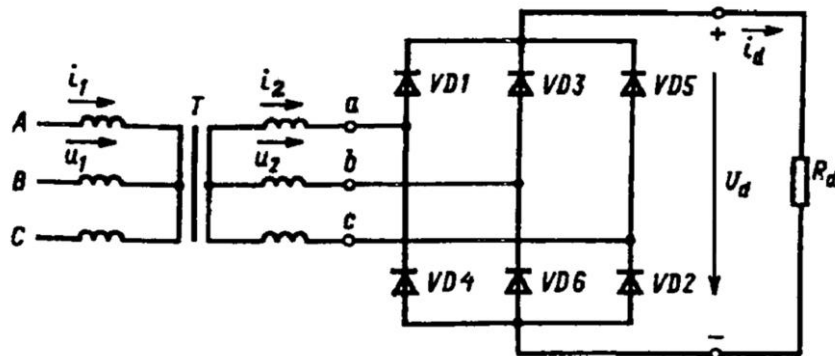
- а) Однофазному мостовому управляемому выпрямителю
- б) Однофазному мостовому неуправляемому выпрямителю
- в) Трехфазному мостовому шестипульсовому неуправляемому выпрямителю
- г) Трехфазному мостовому управляемому выпрямителю

28. Схема какого выпрямителя изображена на рисунке?



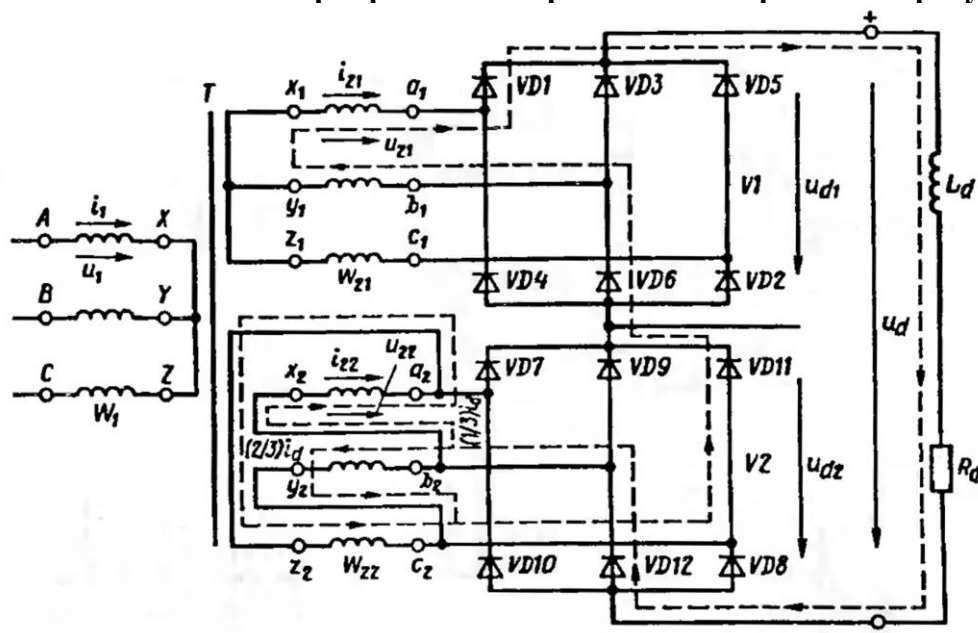
- а) Однофазная нулевая схема выпрямления
- б) Однофазный мостовой выпрямитель
- в) Трехфазный мостовой выпрямитель
- г) Трехфазная нулевая схема выпрямления

29. Схема какого выпрямителя изображена на рисунке?



- а) Трехфазный мостовой выпрямитель
- б) Трехфазная нулевая схема выпрямления
- в) Однофазная нулевая схема выпрямления
- г) Однофазный мостовой выпрямитель

30. Схема какого трехфазного выпрямителя изображена на рисунке?



- а) Шестипульсового
- б) Двенадцатипульсового
- в) Трехпульсового

31. Процесс перехода тока от одной ветви схемы преобразователя к другой в результате чего меняется контур электрического тока называется

- а) инжекция
- б) экстракция
- в) коммутация
- г) диффузия

32. Импульсное регулирование напряжения осуществляется преобразователями следующего типа

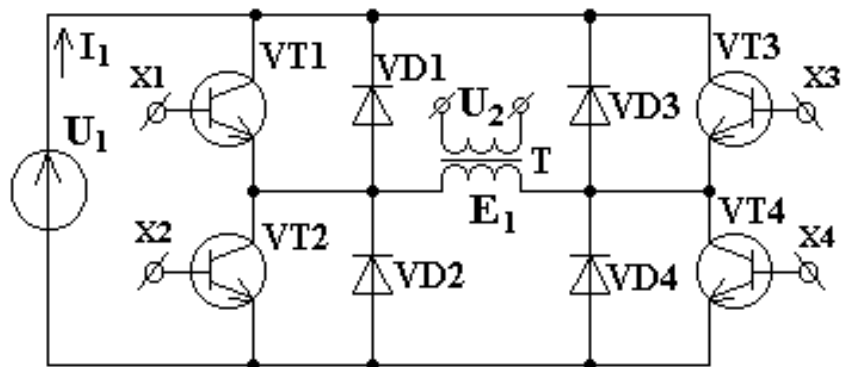
- а) постоянно-постоянного тока
- б) переменного-переменного тока
- в) переменного-постоянного тока
- г) постоянно-переменного тока

33. Какой способ импульсного регулирования не используется?

- а) широтно-импульсный
- б) частотно-импульсный

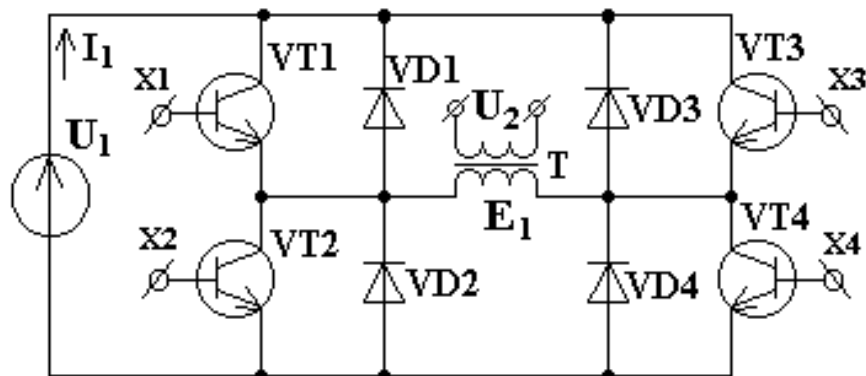
- в) комбинированный
- г) пилообразный

34. Схема инвертора, представленная на рисунке называется



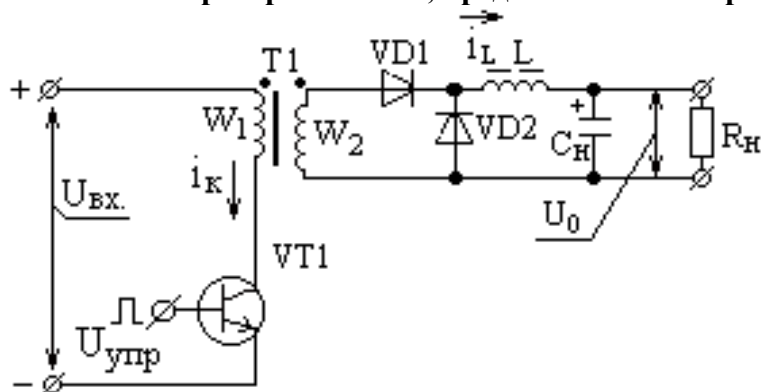
- а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором
- б) с внешним управлением, одноканальная, с прямым включением выпрямительного диода
- в) с внешним управлением, одноканальная, с обратным включением выпрямительного диода
- г) с внешним управлением, двухканальная мостовая
- д) с внешним управлением, двухканальная полумостовая

35. В схеме инвертора, представленной на рисунке транзисторы VT1, VT4 (VT2, VT3) при симметричном алгоритме управления работают



- а) синхронно (в фазе)
- б) в противофазе
- в) один всегда открыт, а у второго изменяется длительность сигнала управления
- г) режим и длительность произвольные

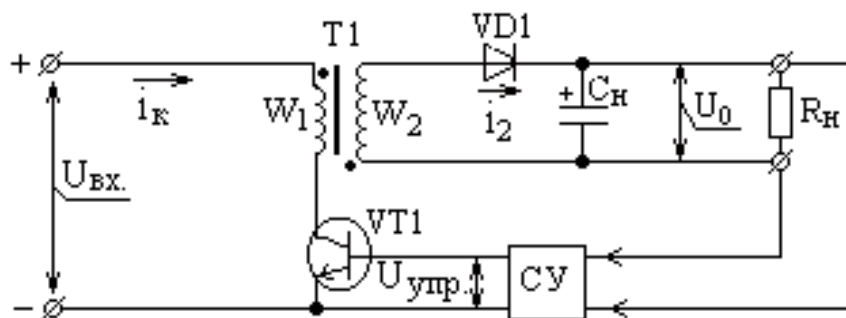
36. Схема преобразователя, представленная на рисунке называется



- а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором
- б) с внешним управлением, одноканальная, с прямым включением выпрямительного диода
- в) с внешним управлением, одноканальная, с обратным включением выпрямительного диода
- г) с внешним управлением, двухканальная мостовая

д) с внешним управлением, двухтактная полумостовая

37. Схема инвертора, представленная на рисунке называется



а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором

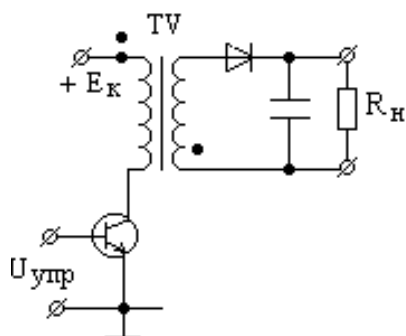
б) с внешним управлением, одноконтная, с прямым включением выпрямительного диода

в) с внешним управлением, одноконтная, с обратным включением выпрямительного диода

г) с внешним управлением, двухтактная мостовая

д) с внешним управлением, двухтактная полумостовая

38. Какие перепады индукции имеют место в сердечнике трансформатора в схеме одноконтного преобразователя с независимым возбуждением:



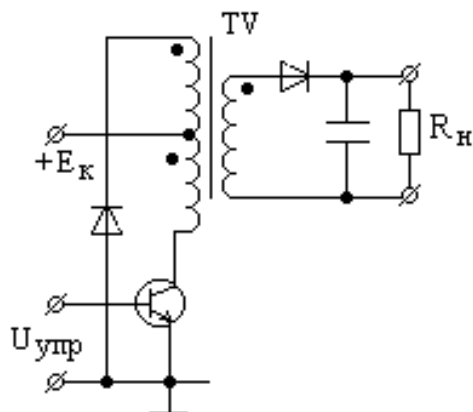
а) B_m

б) $2B_m$

в) $2B_m - B_r$

г) $B_m - B_r$

39. Какие перепады индукции имеют место в сердечнике трансформатора в схеме одноконтного преобразователя с независимым возбуждением:



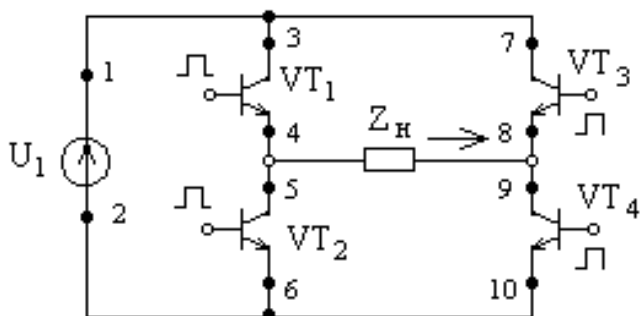
а) B_m

б) $2B_m$

в) $2B_m - B_r$

г) Bm – Br

40. Укажите путь тока источника U1 в направлении указанном стрелкой на рисунке.



- а) 1, 3, 4, 5, 6, 2
- б) 1, 3, 4, 9, 10, 2
- в) 1, 7, 8, 9, 10, 2
- г) 2, 6, 5, 8, 7, 1
- д) 1, 7, 8, 5, 6, 2

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.6. Выполняет расчет и проектирование элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава	Обучающийся умеет: классифицировать и соотносить электронные преобразователи соответствующим типам ЭПС

Примеры вопросов/заданий

Задание 1

Определить температуру кремниевой пластины полупроводникового прибора ($t_{\text{п}}$) при следующих условиях: $\Delta P_a = 8$ Вт, $R_{\text{п-к}} = 0,1^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{к-р}} = 2,5^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{р-с}} = 3,5^\circ\text{C/Вт}$, $t_{\text{ок.ср.}} = 15^\circ\text{C}$.

Задание 2

Определить температуру кремниевой пластины полупроводникового прибора ($t_{\text{п}}$) при следующих условиях: $\Delta P_a = 9$ Вт, $R_{\text{п-к}} = 0,1^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{к-р}} = 2,6^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{р-с}} = 3,25^\circ\text{C/Вт}$, $t_{\text{ок.ср.}} = 20^\circ\text{C}$.

Задание 3

Определить температуру кремниевой пластины полупроводникового прибора ($t_{\text{п}}$) при следующих условиях: $\Delta P_a = 10$ Вт, $R_{\text{п-к}} = 0,1^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{к-р}} = 2,7^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{р-с}} = 4,0^\circ\text{C/Вт}$, $t_{\text{ок.ср.}} = 25^\circ\text{C}$.

Задание 4

Определить температуру кремниевой пластины полупроводникового прибора ($t_{\text{п}}$) при следующих условиях: $\Delta P_a = 11$ Вт, $R_{\text{п-к}} = 0,1^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{к-р}} = 2,65^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{р-с}} = 4,25^\circ\text{C/Вт}$, $t_{\text{ок.ср.}} = 22^\circ\text{C}$.

Задание 5

Определить температуру кремниевой пластины полупроводникового прибора ($t_{\text{п}}$) при следующих условиях: $\Delta P_a = 12$ Вт, $R_{\text{п-к}} = 0,1^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{к-р}} = 2,55^\circ\text{C/Вт}$, $R_{\text{р-с}} = 4,5^\circ\text{C/Вт}$, $t_{\text{ок.ср.}} = 18^\circ\text{C}$.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.6. Выполняет расчет и проектирование элементов электронных преобразовательных устройств для электроподвижного состава	Обучающийся владеет: навыками анализа параметров и характеристик электронных преобразователей ЭПС различного типа

Примеры вопросов/заданий

Задание 6

Построить семейство внешних характеристик в диапазоне изменения тока $I_{0\min}=100\text{A}$; $I_{0\max}=500\text{A}$. Параметры схемы замещения выпрямителя (схема 3-х фазная мостовая) следующие: $U_{0\text{xx}}=1600\text{ В}$; $R_{\text{внут.}}=10\text{ Ом}$; $U_{\text{пор.}}=3,0\text{В}$. Нестабильность сети $N_1=\pm 0,2$.

Задание 7

Построить семейство внешних характеристик в диапазоне изменения тока $I_{0\min}=80\text{A}$; $I_{0\max}=450\text{A}$. Параметры схемы замещения выпрямителя (схема 3-х фазная мостовая) следующие: $U_{0\text{xx}}=1700\text{ В}$; $R_{\text{внут.}}=8\text{ Ом}$; $U_{\text{пор.}}=2,5\text{В}$. Нестабильность сети $N_1=\pm 0,18$.

Задание 8

Построить семейство внешних характеристик в диапазоне изменения тока $I_{0\min}=60\text{A}$; $I_{0\max}=400\text{A}$. Параметры схемы замещения выпрямителя (схема 3-х фазная мостовая) следующие: $U_{0\text{xx}}=1800\text{ В}$; $R_{\text{внут.}}=6\text{ Ом}$; $U_{\text{пор.}}=2,0\text{В}$. Нестабильность сети $N_1=\pm 0,16$.

Задание 9

Построить семейство внешних характеристик в диапазоне изменения тока $I_{0\min}=70\text{A}$; $I_{0\max}=425\text{A}$. Параметры схемы замещения выпрямителя (схема 3-х фазная мостовая) следующие: $U_{0\text{xx}}=1800\text{ В}$; $R_{\text{внут.}}=7\text{ Ом}$; $U_{\text{пор.}}=2,25\text{В}$. Нестабильность сети $N_1=\pm 0,17$.

Задание 10

Построить семейство внешних характеристик в диапазоне изменения тока $I_{0\min}=90\text{A}$; $I_{0\max}=475\text{A}$. Параметры схемы замещения выпрямителя (схема 3-х фазная мостовая) следующие: $U_{0\text{xx}}=1800\text{ В}$; $R_{\text{внут.}}=9\text{ Ом}$; $U_{\text{пор.}}=2,755\text{В}$. Нестабильность сети $N_1=\pm 0,19$.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.7. Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава	Обучающийся умеет: выбирать методику и параметры для оценки правильности функционирования электронных преобразователей ЭПС

Примеры вопросов/заданий

Задание 11

Имеем симметричный управляемый мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. При каких значениях угла α напряжение U_0 будет равно 300 В , если значение амплитудное значение напряжения $U_m=1200\text{ В}$.

Задание 12

Имеем симметричный управляемый мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. При каких значениях угла α напряжение U_0 будет равно 500 В , если значение амплитудное значение напряжения $U_m=1500\text{ В}$.

Задание 13

Имеем симметричный управляемый мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. При каких значениях угла α напряжение U_0 будет равно 200 В , если значение амплитудное значение напряжения $U_m=1600\text{ В}$.

Задание 14

Имеем симметричный управляемый мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. При каких значениях угла α напряжение U_0 будет равно 650 В , если значение амплитудное значение напряжения $U_m=1750\text{ В}$.

Задание 15

Имеем симметричный управляемый мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. При каких значениях угла α напряжение U_0 будет равно 1000 В , если значение амплитудное значение напряжения $U_m=1800\text{ В}$.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.7. Анализирует электромагнитные процессы в электронных преобразователях электроподвижного состава	Обучающийся владеет: навыками определения численных значений характеристик электронных преобразователей ЭПС

Примеры вопросов/заданий

Задание 16

Определить коэффициент полезного действия выпрямителя если известны следующие данные: выпрямленное напряжение $U=1600$ В, ток нагрузки $I= 500$ А, потери мощности выпрямительной установки $\Delta P=60$ кВт

Задание 17

Определить коэффициент полезного действия выпрямителя если известны следующие данные: выпрямленное напряжение $U=1500$ В, ток нагрузки $I= 550$ А, потери мощности выпрямительной установки $\Delta P=50$ кВт

Задание 18

Определить коэффициент полезного действия выпрямителя если известны следующие данные: выпрямленное напряжение $U=1400$ В, ток нагрузки $I= 600$ А, потери мощности выпрямительной установки $\Delta P=40$ кВт

Задание 19

Определить коэффициент полезного действия выпрямителя если известны следующие данные: выпрямленное напряжение $U=1550$ В, ток нагрузки $I= 525$ А, потери мощности выпрямительной установки $\Delta P=45$ кВт

Задание 20

Определить коэффициент полезного действия выпрямителя если известны следующие данные: выпрямленное напряжение $U=1650$ В, ток нагрузки $I= 575$ А, потери мощности выпрямительной установки $\Delta P=45$ кВт

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к промежуточной аттестации (зачету)

1. История развития силовой электроники ЭПС
2. Сущность и работа р-п перехода.
3. Полупроводниковые материалы и их свойства.
4. Классификация силовых полупроводниковых приборов (СПП), их обозначения на электрических схемах
5. Коммутационные процессы, протекающие в полупроводниковых приборах
6. Диоды: классификация, конструкция, характеристики.
7. Тиристоры: классификация, конструкция, характеристики.
8. Транзисторы: классификация, конструкция, характеристики.
9. Биполярный транзистор, работа биполярного транзистора
10. Униполярные транзисторы, работа и характеристики
11. Последовательное и параллельное соединение полупроводниковых приборов
12. Отличительные особенности СПП различных фирм-производителей, применяемых на ЭПС
13. Электронные преобразователи: классификация, конструкция, основы функционирования
14. Методы анализа электромагнитных процессов в электронных преобразователях ЭПС
15. Выпрямители: классификация, конструкция, характеристики.
16. Нулевые и мостовые схемы выпрямления
17. Соотношения между токами и напряжениями в различных схемах выпрямления
18. Внешние характеристики выпрямителей
19. Регулировочные характеристики выпрямителей
20. Двухпульсовая нулевая и мостовая схемы выпрямления. Основные соотношения токов и напряжений.
21. Шестипульсовая схема выпрямления, работа и основные параметры
22. Двенадцатипульсовая схема выпрямления. Особенности работы
23. Однофазные управляемые схемы выпрямителей
24. Трехфазные управляемые схемы выпрямителей
25. Коммутация тока в неуправляемых выпрямителях
25. Коммутация тока в управляемых выпрямителях

Контрольные вопросы к промежуточной аттестации (экзамену)

1. Неуправляемые полупроводниковые приборы
2. Управляемые полупроводниковые приборы и их характеристики
3. Управляемые полупроводниковые приборы, угол регулирования
4. Вольтамперные характеристики СПП
5. Условия запираания тиристора, угол управления
6. Статический режим усиления транзистора. Рабочая точка.
7. Работа транзисторов в ключевом режиме. Элементы импульсных схем на транзисторах
8. Перспективные СПП – возможности применения на ЭПС
9. Влияние индуктивности цепи выпрямленного тока
10. Пульсации в схемах выпрямителей, способы борьбы с ними
11. Коэффициент мощности и полезного действия выпрямителей
12. Классификация инверторов. Условия, необходимые для режима инвертирования с помощью статистических преобразователей.
13. Конструктивное выполнение и технические данные мощных тиристорных.
14. Преобразователи с частотно-импульсным регулированием напряжения. Принцип действия, назначение.
15. Коэффициент мощности инвертора. Способы его повышения.
13. Характеристики инвертора.
14. Коммутация тока в зависимом инверторе. Внешняя характеристика инвертора.
15. Статический режим усиления транзистора. Рабочая точка.
16. Обеспечение устойчивой работы зависимого инвертора. Ограничительная характеристика.
17. Классификация и конструктивное исполнение транзисторов.
18. Выпрямительно-инверторные преобразователи. Схемные решения для ЭПС.
19. Работа транзисторов в ключевом режиме. Элементы импульсных схем на транзисторах.
20. Автономные инверторы. Назначение. Принцип действия.
21. Регулирование частоты и уровня напряжения автономных инверторов
22. Однофазный автономный инвертор напряжения
23. Однофазные инверторы тока, принцип работы
24. Многофазный инвертор напряжения
25. Многофазный инвертор тока, принцип работы и основные характеристики
26. Принцип действия одноконтурного транзисторного инвертора с прямым включением выпрямительного диода (с внешним управлением).
27. Принцип действия одноконтурного транзисторного инвертора с обратным включением выпрямительного диода (с внешним управлением).
28. Принцип действия мостового транзисторного инвертора напряжения с внешним управлением.
29. Принцип действия полумостового транзисторного инвертора напряжения с внешним управлением.
30. Принцип действия транзисторного инвертора напряжения со средней точкой трансформатора.
25. Система управления транзисторных инверторов напряжения.
26. Принцип действия тиристорного инвертора.
31. Преобразователи частоты, принцип работы, формирование выходных величин
32. Непосредственные преобразователи частоты
33. Способы импульсного регулирования напряжения, принцип работы
34. Принудительная коммутация в импульсных преобразователях
35. Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме тяги
36. Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме электрического торможения
37. Виды и причины отказов СПП и статических преобразователей.
38. Способы повышения эксплуатационной надежности электронных преобразователей ЭПС
39. Регулирование частоты и уровня напряжения автономных инверторов при питании асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
40. Тиристоры. Физические процессы в них. Вольтамперные характеристики. Способы отпираания и запираания.
41. Преобразователи частоты и их применение при регулировании режимов работы трехфазных двигателей.
42. Параллельное и последовательное соединение тиристорных.

43. Понижающие преобразователи частоты. Принцип действия, назначение.
44. Классификация полупроводниковых диодов; основные параметры полупроводниковых вентиляей;
45. Основные характеристики транзисторов и их схемы включения;
46. Принципы и схемы выпрямления переменного тока;
47. Коэффициент мощности и полезного действия выпрямителей;
48. Принцип импульсивного регулирования напряжения постоянного тока;
49. Импульсивное регулирование напряжения при рекуперативном торможении;
50. Структурные варианты компоновки принципиальных силовых схем ЭПС постоянного тока
51. Структурные варианты компоновки принципиальных силовых схем ЭПС переменного тока
52. Структурные варианты компоновки принципиальных силовых схем ЭПС двойного питания
53. Особенности управления электронными преобразователями ЭПС в режиме тяги
54. Особенности управления электронными преобразователями ЭПС в режиме электрического торможения
55. Системы управления электронными преобразователями ЭПС
56. Методы управления, реализуемые в системах управления электронными преобразователями ЭПС
57. Четырехквadrантный преобразователь: принцип действия, упрощенная схема, алгоритм функционирования
58. Состояние и перспективы развития электронной техники и преобразователей ЭПС

2.4 Курсовая работа

Тема курсовой работы: «Проектирование однофазного управляемого несимметричного мостового выпрямителя для электроподвижного состава переменного тока».

Типовые исходные данные для выполнения курсовой работы:

1. Номинальное напряжение контактной сети
2. Частота питающего напряжения
3. Номинальное напряжение
4. Номинальный ток нагрузки
5. Расчетный угол регулирования
6. Относительное значение напряжения короткого замыкания трансформатора

Вопросы, подлежащие решению

1. Коммутационные процессы
2. Пределы изменения угла регулирования
3. Внешние и регулировочные характеристики
4. Токовые характеристики
5. Выбор вентиляей для плеч выпрямителя
6. Индуктивность цепи выпрямленного тока
7. Мощностные и энергетические показатели выпрямителя
8. Диаграммы напряжений и токов в элементах выпрямителя
9. Система управления выпрямителем

Типовые вопросы для подготовки обучающихся к защите курсовой работы:

1. Перечислить виды и схемы однофазных выпрямителей и принципы, лежащие в основе их работы.
2. Чем определяется и от чего зависит продолжительность коммутационных процессов?
3. Почему в период коммутации выпрямленное напряжение равно нулю?
4. Какова форма тока в силовых полупроводниковых приборах (СПП) выпрямителя, во вторичной и первичной обмотках трансформатора? Какова зависимость между этими токами?
5. Какова форма обратного напряжения на СПП выпрямителя?
6. Чему равна максимальная величина обратного напряжения на СПП?
7. Какова форма выпрямленного напряжения?
8. Чему равняется амплитудное значение выпрямленного напряжения?
9. От чего зависит среднее значение выпрямленного напряжения?
10. Чем определяется и от чего зависит степень пульсации выпрямленного тока?

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объема заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения заданий; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

Критерии формирования оценок по защите курсовой работы

«Отлично» – ставится за курсовую работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо» – ставится за курсовую работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно» – ставится за курсовую работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Не зачтено» – обучающийся демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

Критерии формирования оценок по экзамену

«Отлично» – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо» – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно» – обучающийся допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно» – обучающийся демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.