



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Института электроэнергетики и  
электроники

Р.В. Ахметова

«30» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.05.07

Силовые преобразователи электромобилей и зарядных станций

---

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и)  
(профиль(и)) \_\_\_\_\_ Электромобильный и беспилотный транспорт

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭТКС	д.т.н., доцент	Хизбуллин Р.Н.
ЭТКС	Ст.преподаватель	Антипанова И.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	<hr/> Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	<hr/> Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №8	<hr/> Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №9	<hr/> Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Силовые преобразователи электромобилей и зарядных станций» является изучение принципов работы силовых полупроводниковых приборов и принципов построения различных типов преобразовательных устройств, применяемых в электромобилях и зарядных станций.

Задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов целостного представления о принципах работы основных силовых полупроводниковых приборов в различных режимах эксплуатации;
- структурирование сведений о принципах построения основных типов силовых преобразователей применяемых в электромобилях и зарядных станций;
- формирование практических навыков расчета силовых преобразовательных схем в электромобилях и зарядных станций.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен участвовать в проектировании электромобильного и беспилотного транспорта	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений ПК-2-2 Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромобильного и беспилотного транспорта

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Электрические и электронные аппараты, Теоретические основы электротехники, Цифровая техника и электроника

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			7	8	9
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108		108	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	49		49	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1	36		36	
Лекции	0,33	12		12	
Практические (семинарские) занятия	0,33	12		12	
Лабораторные работы	0,33	12		12	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2	72		72	
Проработка учебного материала	1	36		36	
Курсовой проект					
Курсовая работа					
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36		36	
Промежуточная аттестация:				Э	

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Полупроводниковые приборы	10	2		2	6	ТК1	ПК-2.1,ПК-2.2 3
Раздел 2. Режимы работы и защита полупроводниковых приборов	14	2	4	2	6	ТК2	ПК-2.1,ПК-2.2 3,У
Раздел 3. Электронные преобразователи и аппараты	18	2	8	2	6	ТК3	ПК-2.1,ПК-2.2 3,У,В
Раздел 4. Выпрямители	10	2		2	6	ТК4	ПК-2.1,ПК-2.2. 3
Раздел 5. Инверторы, ведомые сетью	10	2		2	6	ТК5	ПК-2.1,ПК-2.2. 3

Раздел 6. Автономные инверторы	10	2		2	6	ТК6	ПК-2.1,ПК-2.2 3,У,В
Экзамен	36				36	ОМ Э	ПК-2.1,ПК-2.2 3,У,В
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>72</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Полупроводниковые приборы

Назначение и классификация. Полупроводниковые диоды. Транзисторы. Тиристоры.

#### Раздел 2. Режимы работы и защита полупроводниковых приборов

Мощность потерь в полупроводниковых приборах. Нагревание и тепловые параметры полупроводниковых приборов. Охлаждение силовых полупроводниковых приборов.

#### Раздел 3. Электронные преобразователи и аппараты

Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов.

#### Раздел 4. Выпрямители

#### Раздел 5. Инверторы, ведомые сетью

Однофазные инверторы ведомые сетью. Схема и временные диаграммы напряжений и токов однофазного ведомого сетью инвертора.

#### Раздел 6. Автономные инверторы

Автономные инверторы напряжения. Трехфазный мостовой инвертор напряжения. Автономные инверторы тока. Трехфазный мостовой инвертор тока.

Применение автономных инверторов в тяговом электроприводе с асинхронными и синхронными двигателями трехфазного тока.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Практическое занятие 1 Исследование ВАХ силовых полупроводниковых приборов

Практическое занятие 2. Расчет максимально допустимого тока нагрузки

Практическое занятие 3. Расчет допустимых перегрузок полупроводниковых приборов по току.

Практическое занятие 4. Расчет двухполупериодного однофазного выпрямителя работающего на активную нагрузку.

Практическое занятие 5. Расчет инверторов, ведомых сетью.

Практическое занятие 6. Расчет автономных инверторов

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Исследование однофазной схемы выпрямления.

Лабораторная работа 2. Исследование однофазного управляемого схемы выпрямления на активно индуктивную и ёмкостную нагрузку.

Лабораторная работа 3. Исследование инвертора ведомого сетью.

### 3.6. Тематический план самостоятельных работ

1. Назначение и классификация полупроводниковых диодов.
2. Транзисторы.
3. Мощность потерь в полупроводниковых приборах.
4. Нагревание и тепловые параметры полупроводниковых приборов. Охлаждение силовых полупроводниковых приборов.
5. Расчет максимально допустимого тока нагрузки.
6. Расчет допустимых перегрузок полупроводниковых приборов по току.
7. Методика расчета рабочей перегрузки.
8. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Принципы конструирования электронных преобразователей.
9. Требования к конструкциям полупроводниковых преобразователей.
10. Унификация узлов преобразовательных агрегатов. Компоновка преобразовательных агрегатов.
11. Назначение и классификация выпрямителей.
12. Схемы выпрямителей однофазного тока.
13. Нулевая схема выпрямления.
14. Мостовая схема выпрямления.
15. Схемы выпрямителей трехфазного тока.

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	знать: Способы сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Свободно и в полном объеме описывает способы сбора и анализа данных для проектиро	Достаточно полно описывает способы сбора и анализа данных для проектиро	Плохо описывает способы сбора и анализа данных для проектиро	Не знает способы сбора и анализа данных для проектирования, составляе

	решений		вания, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	вания, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	составляет конкуретоспособные варианты технических решений	т конкуретоспособные варианты технических решений
		уметь:				
	Выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Свободно выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Умеет выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Слабо выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Не умеет выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	
		владеть:				
	Методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Владеет навыками сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Владеет слабо методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	Не владеет методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений	
	ПК-2.2 Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании	знать:				
	решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Свободно и в полном объеме описывает решения	Достаточно полно описывает решения при проектировании	Плохо описывает решения при проектировании	Не знает решения при проектировании электрооборудования	

	ии электрообил ьного и беспилотного транспорта		при проектиро вании электромо бильного и беспилотн ого транспорта	вании электромо бильного и беспилотн ого транспорта	электромо бильного и беспилотн ого транспорта	бильного и беспилотн ого транспорт а
		уметь:				
		Обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании электрообильн ого и беспилотного транспорта	Свободно обосновыв ает выбор целесообр азного решения при проектиро вании электромо бильного и беспилотн ого транспорта	Умеет обосновыв ает выбор целесообр азного решения при проектиро вании электромо бильного и беспилотн ого транспорта	Слабо обосновыв ает выбор целесообр азного решения при проектиро вании электромо бильного и беспилотн ого транспорта	Не умеет обосновы вать выбор целесообр азного решения при проектиро вании электромо бильного и беспилотн ого транспорт а
		владеть:				
		Проектирование электрообильн ого и беспилотного транспорта	Методико й проектиро вания электромо бильного и беспилотн ого транспорта	Владеет навыками проектиро вания электромо бильного и беспилотн ого транспорта	Владеет слабо проектиро ванием электромо бильного и беспилотн ого транспорта	Не владеет проектиро ванием электромо бильного и беспилотн ого транспорт а

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212921>.

2. О.З.Попков. Основы преобразовательной техники/ Учебное пособие для вузов. М. : Издательский дом МЭИ, 2017. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011638.html>

#### 5.1.2.Дополнительная литература

1. Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е. Справочник по силовой электронике. Справочное издание. М.: Издательский дом МЭИ 2019. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012512.html>

2. Силовые преобразователи электрической энергии в электрическом транспорте : программа, методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения направления подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника", профиля "Электрический транспорт", квалификации - бакалавр / сост. : Р. Н. Хизбуллин, М. Ф. Замалтдинов. - Казань : КГЭУ, 2013. - 42 с. - 4590. - Текст : непосредственный.

### 5.2. Информационное обеспечение

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	<i>Курс Moodle</i>	<a href="https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3837">https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3837</a>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Университетская информационная система Россия	uisrussia.msu.ru	uisrussia.msu.ru
3	Европейское патентное ведомство	ep.espacenet.com	ep.espacenet.com
4	Патентная база USPTO	patft.uspto.gov	patft.uspto.gov

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
2	Simulink Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Графическая среда имитационного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации

		большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Г-202»,	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Вентиляторная установка с асинхронным двигателем и преобразователем частоты Danfoss
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-112, Б-110	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) Б-112, Б-110	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-

двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге,

письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости,

уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	3.6	29.03.2024	В рамках реализации стратегического проекта КГЭУ вносим дополненные темы в тематический план самостоятельных работ	Павлов П.П.	Ахметова Р.В.
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.05.07

Силовые преобразователи электромобилей и зарядных станций

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023



(экзамен)									
В письменной форме по билетам									0-30

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	знать:				
		Способы сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Свободно и в полном объеме описывает способы сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Достаточно полно описывает способы сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Плохо описывает способы сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Не знает способы сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений
		уметь:				
		Выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Свободно выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Умеет выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Слабо выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Не умеет выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений

			варианты технических решений	варианты технических решений	варианты технических решений	способные варианты технических решений
		владеть:				
		Методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Владеет навыками сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Владеет слабо методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Не владеет методикой сбора и анализа данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений
		знать:				
	ПК-2.2 Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Свободно и в полном объеме описывает решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Достаточно полно описывает решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Плохо описывает решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Не знает решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта
		уметь:				
	Обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Свободно обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Умеет обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Слабо обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта	Не умеет обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании электрооборудования и беспилотного транспорта

			бильного и беспилотного транспорта	бильного и беспилотного транспорта	бильного и беспилотного транспорта	электромо бильного и беспилотного транспорт а
		владеть:				
		Проектирование электромобильного и беспилотного транспорта	Методико й проектирования электромо бильного и беспилотного транспорта	Владеет навыками проектирования электромо бильного и беспилотного транспорта	Владеет слабо проектированием электромо бильного и беспилотного транспорта	Не владеет проектированием электромо бильного и беспилотного транспорт а

*Оценка «отлично»* выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание принципов построения систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

*Оценка «хорошо»* выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; понимание принципов построения систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза, хорошие ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

*Оценка «удовлетворительно»* выставляется за выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; удовлетворительное понимание принципов построения систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза; удовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

*Оценка «неудовлетворительно»* выставляется за неполное выполнение практических и лабораторных работ в семестре; тестовых заданий; неудовлетворительные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание).

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

## Примеры заданий

### Для текущего контроля ТК1-ТК2:

Проверяемая компетенция:

ПК-2

Способен участвовать в проектировании электромобильного и беспилотного транспорта, ПК-2.1

Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений

ПК-2-2

Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромобильного и беспилотного транспорта

<b>Наименование оценочного средства</b>	ВАХ силовых полупроводниковых приборов
Представление и содержание оценочных материалов	Задача 1. На диоде марки ДЗ12 при изменении прямого напряжения от 0,2 до 0,4 В прямой ток увеличивается от 3 до 16 мА. Каково дифференциальное сопротивление этого диода? Задача 2. По семейству выходных характеристик транзистора КТ339А в схеме с общим эмиттером (рис. 1) определить ток базы $I_B$ и напряжение на коллекторе $U_K$ в рабочей точке А, в которой ток коллектора $I_K=6\text{мА}$ , а мощность, рассеиваемая на коллекторе, $P_K = 72\text{Вт}$ . Задача 3. По семейству выходных характеристик транзистора КТ339А в схеме с общим эмиттером (рис. 1) определить ток базы $I_B$ и напряжение на коллекторе $U_K$ в рабочей точке А, в которой ток коллектора $I_K=6\text{мА}$ , а мощность, рассеиваемая на коллекторе, $P_K = 72\text{Вт}$ .

### Для текущего контроля ТК3-ТК4:

Проверяемая компетенция:

ПК-2

Способен участвовать в проектировании электромобильного и беспилотного транспорта, ПК-2.1

Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений

ПК-2-2

Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромобильного и беспилотного транспорта

<b>Наименование оценочного средства</b>	Расчет максимально допустимого тока нагрузки.
---	---

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Задача 1. Определить максимально допустимый средний ток в открытом состоянии тиристора ТБ252 – 1000, предназначенного для работы в трёхфазной мостовой схеме при температуре охлаждающей среды 50 0 С. Угол проводимости тиристора 120 эл. град., охладитель типа О243 – 150, скорость охлаждающего воздуха 6 м/с. Из справочных данных: <math>UT(TO) = 1,1</math> В, <math>rT = 0,25 \cdot 10^{-3}</math> Ом, <math>Rthjc = 0,025</math> 0 С/Вт, <math>Tjmax = 125</math> 0 С, <math>Rthha = 0,08</math> 0 С/Вт, <math>Rthch = 0,03</math> 0 С/Вт, <math>kф = 1,73</math>. <math>Rthja = Rthjc + Rthch + Rthha = 0,025+0,03+0,08 = 0,035</math> 0 С/Вт.</p> <p>Задача 2. Определить максимально допустимую амплитуду тока тиристора, рассмотренного в примере1. Тиристор работает в импульсном режиме с частотой переключения 100 Гц и длительностью проводящего состояния, равной <math>\frac{1}{4}</math> периода.</p> <p>Задачи для самостоятельной проработки:</p> <p>Задача 1. Определить максимально допустимый средний ток в открытом состоянии тиристора ТБ252 – 1000, предназначенного для работы в трёхфазной мостовой схеме при температуре охлаждающей среды 41 0 С. Угол проводимости тиристора 120 эл. град., охладитель типа О243 – 150, скорость охлаждающего воздуха 8 м/с. Из справочных данных: <math>UT(TO) = 1,1</math> В, <math>rT = 0,25 \cdot 10^{-3}</math> Ом, <math>Rthjc = 0,025</math> 0 С/Вт, <math>Tjmax = 125</math> 0 С, <math>Rthha = 0,08</math> 0 С/Вт, <math>Rthch = 0,03</math> 0 С/Вт, <math>kф = 1,73</math>. <math>Rthja = Rthjc + Rthch + Rthha = 0,025+0,03+0,08 = 0,035</math> 0 С/Вт.</p> <p>Задача 2. Определить максимально допустимую амплитуду тока тиристора, рассмотренного в примере 1. Тиристор работает в импульсном режиме с частотой переключения 50 Гц и длительностью проводящего состояния, равной <math>\frac{1}{4}</math> периода.</p> <p>Задача 3. На диоде марки ДЗ12 при изменении прямого напряжения от 0,2 до 0,4 В прямой ток увеличивается от 3 до 16 мА. Каково дифференциальное сопротивление этого диода? Пример 4. В транзисторе марки КТ315А, включенном по схеме с общим эмиттером, ток базы изменился на 0,1 мА. Как при этом изменится ток эмиттера, если коэффициент усиления <math>\alpha = 0,975</math>?</p>
--	---

## Для текущего контроля ТК5-ТК6:

Проверяемая компетенция:

ПК-2

Способен участвовать в проектировании электромобильного и беспилотного транспорта,  
ПК-2.1

Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений

ПК-2-2

Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромобильного и беспилотного транспорта

Наименование оценочного средства	Расчет допустимых перегрузок полупроводниковых приборов по току.
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Задача 1. В транзисторе КТ315А, включенном по схеме с общим эмиттером, ток базы изменился на 0,1 мА. Определить изменение тока эмиттера, если коэффициент передачи тока базы <math>h_{21б}=0,975</math>.</p> <p>Задача 2. По семейству выходных характеристик транзистора КТ339А в схеме с общим эмиттером (рис. 1) определить ток базы <math>I_B</math> и напряжение на коллекторе <math>U_K</math> в рабочей точке А, в которой ток коллектора <math>I_K=6\text{мА}</math>, а мощность, рассеиваемая на коллекторе, <math>P_K = 72\text{Вт}</math>.</p> <p>Задача 3. В транзисторе КТ315А, включенном по схеме с общим эмиттером, ток базы изменился на 0,8 мА. Определить изменение тока эмиттера, если коэффициент передачи тока базы <math>h_{21б}=0,575</math>.</p> <p>Задача 4. Амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора двухполупериодной схемы выпрямителя <math>U'_{2т}=280\text{В}</math>. Определить выпрямленный ток, проходящий через каждый диод <math>I_D</math>, если сопротивление нагрузки <math>R_H= 900\text{ Ом}</math>.</p> <p>Задача 5. По семейству выходных характеристик транзистора КТ339А в схеме с общим эмиттером (рис. 1) определить ток базы <math>I_B</math> и напряжение на коллекторе <math>U_K</math> в рабочей точке А, в которой ток коллектора <math>I_K=6\text{мА}</math>, а мощность, рассеиваемая на коллекторе, <math>P_K = 72\text{Вт}</math>.</p>

Проверяемая компетенция:

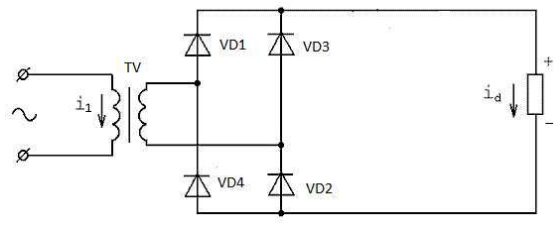
ПК-2

Способен участвовать в проектировании электромобильного и беспилотного транспорта,  
ПК-2.1

Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретоспособные варианты технических решений

ПК-2-2

Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромобильного и беспилотного транспорта

<p><b>Наименование оценочного средства</b></p>	<p>Расчет двухполупериодного однофазного выпрямителя работающего на активную нагрузку.</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>1. На рисунке изображена электрическая схема выпрямителя</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• однофазного двухполупериодного мостового <ul style="list-style-type: none"> <li>○ однофазного двухполупериодного с нулевым выводом</li> <li>○ однофазного однополупериодного</li> <li>○ трехфазного однополупериодного</li> </ul> </li> </ul> <p>2. Задача 2. Для схемы двухполупериодного выпрямителя с индуктивным сглаживающим фильтром определить коэффициент сглаживания <math>\rho</math>, если известно, что амплитуда напряжения вторичной обмотки трансформатора <math>U'_{2m}=300\text{В}</math>, выпрямленный ток, проходящий через нагрузку, <math>I_0 = 200 \text{ мА}</math>, частота сет и <math>f_c = 50 \text{ Гц}</math>, индуктивность дросселя <math>L_{\phi} = 10 \text{ Гн}</math>.</p>

### Вопросы к комплексному заданию *ТК1-ТК2*

1. Назначение и классификация полупроводниковых диодов.
2. Транзисторы.
3. Мощность потерь в полупроводниковых приборах.
4. Нагревание и тепловые параметры полупроводниковых приборов. Охлаждение силовых полупроводниковых приборов.
5. Расчет максимально допустимого тока нагрузки.
6. Расчет допустимых перегрузок полупроводниковых приборов по току.
7. Методика расчета рабочей перегрузки.
8. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Принципы конструирования электронных преобразователей.
9. Требования к конструкциям полупроводниковых преобразователей.
10. Унификация узлов преобразовательных агрегатов. Компоновка преобразовательных агрегатов.

### Вопросы к комплексному заданию *ТК3-ТК4*

1. Назначение и классификация выпрямителей.
2. Схемы выпрямителей однофазного тока.
3. Нулевая схема выпрямления.
4. Мостовая схема выпрямления.
5. Схемы выпрямителей трехфазного тока.
6. Нулевая шестипульсовая схема.
7. Схема выпрямления Кюблера
8. Симметричная шестифазная система переменного тока.
9. Коммутация в выпрямителях.
10. Уравнение коммутации. Влияние коммутации на работу выпрямителя.

### Вопросы к комплексному заданию *ТК5-ТК6*

1. Внешние характеристики и энергетические показатели.
2. Аварийные режимы работы выпрямителей.
3. Компенсированные и импульсные выпрямители.
4. Выпрямители с импульсным регулированием.
5. Применение выпрямителей в системе электроснабжения тяги и на электроподвижном составе.
6. Схемы двенадцатипульсового выпрямителя последовательного типа.
7. Схема двенадцатипульсового управляемого выпрямителя.
8. Однофазный инвертор, ведомый сетью
9. Трехфазный инвертор, ведомый сетью
10. Однофазный автономный инвертор тока

### **Для промежуточной аттестации:**

#### Пример экзаменационного билета

##### Билет 1

Вопрос 1. Назначение и классификация выпрямителей

Вопрос 2. Трехфазный инвертор, ведомый сетью

При выставлении баллов за ответы на теоретический вопрос билета учитываются следующие критерии:

1. *Логичность и последовательность ответа*
2. *Владение специальными терминами и использование их при ответе.*
3. *Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы*

## Перечень экзаменационных вопросов:

1. Назначение и классификация полупроводниковых диодов.
2. Транзисторы.
3. Мощность потерь в полупроводниковых приборах.
4. Нагревание и тепловые параметры полупроводниковых приборов. Охлаждение силовых полупроводниковых приборов.
5. Расчет максимально допустимого тока нагрузки.
6. Расчет допустимых перегрузок полупроводниковых приборов по току.
7. Методика расчета рабочей перегрузки.
8. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Принципы конструирования электронных преобразователей.
9. Требования к конструкциям полупроводниковых преобразователей.
10. Унификация узлов преобразовательных агрегатов. Компоновка преобразовательных агрегатов.
11. Назначение и классификация выпрямителей.
12. Схемы выпрямителей однофазного тока.
13. Нулевая схема выпрямления.
14. Мостовая схема выпрямления.
15. Схемы выпрямителей трехфазного тока.
16. Нулевая шестипульсовая схема.
17. Схема выпрямления Кюблера
18. Симметричная шестифазная система переменного тока.
19. Коммутация в выпрямителях.
20. Уравнение коммутации. Влияние коммутации на работу выпрямителя.
21. Управляемые выпрямители трехфазного тока.
22. Внешние характеристики и энергетические показатели.
23. Аварийные режимы работы выпрямителей.
24. Компенсированные и импульсные выпрямители.
25. Выпрямители с импульсным регулированием.
26. Применение выпрямителей в системе электроснабжения тяги и на электроподвижном составе.
27. Схемы двенадцатипульсового выпрямителя последовательного типа.
28. Схема двенадцатипульсового управляемого выпрямителя.
29. Однофазный инвертор, ведомый сетью
30. Трехфазный инвертор, ведомый сетью
31. Однофазный автономный инвертор тока
32. Однофазный автономный инвертор напряжения
33. Трехфазный автономный инвертор тока
34. Трехфазный автономный инвертор напряжения
35. Резонансный инвертор