

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Проектирование и эксплуатация объектов энергетики (системы энергоснабжения, электрооборудование электромобилей и автомобилей с комбинированными установками, электрические аппараты станций и подстанций)**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электронные преобразователи электромобилей и автомобилей с  
комбинированными энергоустановками**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.В.
	Идентификатор	R16d905df-RumiantsevMV-2d0d262

М.В.  
Румянцев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В.  
Михеев

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В.  
Михеев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии

ИД-3 знает способы производства, транспорта и использования электроэнергии

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)
2. Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)
3. Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)
4. Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 10 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)

КМ-2 Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)

КМ-3 Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)

КМ-4 Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	14
Общие сведения о преобразователях					
Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии				+	
Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе				+	

Преобразователи различного назначения				
Выпрямители	+			
Импульсные преобразователи постоянного тока			+	
Автономные инверторы	+			
Преобразователи переменного тока в переменный ток других параметров			+	+
Вспомогательные системы преобразователей				
Системы защиты преобразователей		+	+	
Обеспечение теплового режима работы преобразователей	+	+	+	
Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей				
Конструкция тягового преобразователя	+	+	+	
Вопросы эксплуатации преобразователей			+	
Вопросы проектирования тяговых преобразователей		+		
Вес КМ:	25	25	25	25

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-3ПК-1 знает способы производства, транспорта и использования электроэнергии	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>принципы управления тяговым приводом транспортного средства</li> <li>основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей</li> <li>основные технические показатели преобразователей</li> <li>методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода</li> <li>основные задачи проектирования электронных преобразователей</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей</li> <li>рассчитывать режимы работы</li> </ul>	<p>КМ-1 Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)</p> <p>КМ-2 Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)</p>

		<p>электрооборудования тягового привода рассчитывать параметры аппаратов защиты и охлаждения по различным критериям с учетом технических ограничений обоснованно выбирать алгоритмы управления вентиллями обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя выбирать вентили по номинальным параметрам анализировать данные о работе электронных преобразователей</p>	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Общие сведения об электронных преобразователях

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на вопрос, Проверка преподавателем.

#### Краткое содержание задания:

Составить техническое описание вентиля на основе данных о его обозначении

Классификация электронных преобразователей

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные технические показатели преобразователей	1. Основные критерии выбора электронных компонентов 2. Классификация, характеристики, уравнения и применение силовых транзисторов. Модули с полупроводниковыми приборами
Уметь: рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей	1. Составить техническое описание вентиля на основе данных о его обозначении

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в полном объеме раскрывает тему, демонстрирует как знание лекционного материала, так и знания, полученные самостоятельно. При описании объекта студентом приводится анализ его свойств, характеристик, преимуществ и недостатков, а также примеры применения. Студент интерпретирует данные схем и другой документации, а также обозначений самих объектов, предлагает альтернативные варианты решения технических задач, учитывает необходимые ограничения. Письменный ответ, как правило, сопровождается иллюстрациями, уравнениями и аналитическими описаниями объекта и альтернативных вариантов.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в полном объеме раскрывает тему, демонстрирует как знание лекционного материала, так и знания, полученные самостоятельно. При описании объекта студентом остаются пробелы в анализе свойств, характеристик, преимуществ и недостатков, приводятся некоторые примеры применения. Студент интерпретирует данные схем и другой документации, а также обозначений самих объектов, упускаются из вида альтернативные варианты решения технических задач, упоминаются ограничения. Письменный ответ, как правило, сопровождается неполными иллюстрациями. Уравнения и аналитические описания объекта и альтернативных вариантов приведены не достаточно полно.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 51*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент раскрывает тему не в полном объеме, демонстрирует посредственное знание лекционного материала, и не более того. При описании объекта студентом отсутствует анализ свойств, характеристик, преимуществ и недостатков, примеры применения не приводятся. Студент ошибочно интерпретирует данные схем и другой документации, а также обозначений самих объектов. Упускаются из вида альтернативные варианты решения технических задач, ограничения не учитываются.

Письменный ответ, и содержит правильно выполненных иллюстраций. Уравнения и аналитические описания объекта и альтернативных вариантов не приведены.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент не раскрывает тему вопроса, демонстрирует отсутствие знания лекционного материала. Описание объекта студентом отсутствует либо сопровождается недопустимыми ошибками. Анализ свойств, характеристик, преимуществ и недостатков, примеры применения не приводятся. Студент не способен интерпретировать данные схем и другой документации, а также обозначений самих объектов. Демонстрируется отсутствие представлений об альтернативных вариантах решения технических задач, ограничения не учитываются. Письменный ответ не содержит иллюстраций, уравнений и аналитических описаний объекта и альтернативных вариантов.

## **КМ-2. Преобразователи различного назначения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на вопрос. Проверка преподавателем.

### **Краткое содержание задания:**

Написать уравнение выходного сигнала на основании уравнения входного сигнала, принципиальной схемы и алгоритма управления

Формирование напряжения на выходе трёхфазного АИН при  $\Theta=150^\circ$

### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы управления тяговым приводом транспортного средства	1.Привести и охарактеризовать различные методы управления АИН
Уметь: обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями	1.Написать уравнение выходного сигнала на основании уравнения входного сигнала, принципиальной схемы и алгоритма управления
Уметь: рассчитывать режимы работы электрооборудования тягового привода	1.Построить диаграмму тока (напряжения) на выходе преобразователя на основании формы входного тока (напряжения), принципиальной схемы и алгоритма управления

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Вспомогательные системы преобразователей

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на вопрос. Проверка преподавателем.

#### Краткое содержание задания:

Осуществить расчёт и выбор элементов защиты преобразователя

Виды защиты

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей	1. Защита от перенапряжений
Уметь: анализировать данные о работе электронных преобразователей	1. Описать характер зависимости мощности динамических потерь от частоты коммутации
Уметь: выбирать вентили по номинальным параметрам	1. Осуществить выбор вентиля для преобразователя на основе данных о токах, напряжении, и их допустимых импульсных значений
Уметь: рассчитывать параметры аппаратов защиты и охлаждения по различным критериям с учетом технических ограничений	1. Осуществить расчёт тепловой цепи преобразователя 2. Осуществить расчёт и выбор индуктивного и ёмкостного элементов фильтра преобразователя
Уметь: рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей	1. Осуществить расчёт и выбор элементов защиты преобразователя

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### **КМ-4. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный ответ на вопрос, проверка преподавателем.

#### **Краткое содержание задания:**

Осуществить расчёт штатной численности участка ремонта тяговых преобразователей на основании технологического процесса обслуживания и программе ТОиР

Работы, проводимые при техобслуживании тягового преобразователя на примере электропоезда

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода	1.Классификация элементов тягового преобразователя по выбору: - вентили - фильтры - аппараты защиты - охладители
Знать: основные задачи проектирования электронных преобразователей	1.Состав, компоновка и назначение элементов тягового преобразователя 2.Основные требования безопасности при проведении техобслуживания электронного преобразователя
Знать: основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей	1.Работы, проводимые при техобслуживании тягового преобразователя на примере электропоезда
Уметь: обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя	1.Представить проект тягового преобразователя (компоновка, размеры блока, описание) на основе параметров основных компонентов

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

НИУ «МЭИ»	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждаю зав. кафедрой Румянцева М.Ю.  «17» января 2022г.
	Кафедра «ЭКАОиЭТ»	
	Дисциплина «Электронные преобразователи на электроподвижном составе»	
	«Институт электротехники и электрификации»	
1. Природа потерь в полупроводниковых приборах. Коммутационные потери (обобщенно по различным видам вентилей). Общие потери.		
2. Описание работы тягового преобразователя постоянного тока в режимах пуска и разгона.		

## Процедура проведения

Устная беседа с письменным пояснением материала по вопросам выбранного билета.

### ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 знает способы производства, транспорта и использования электроэнергии

#### **Вопросы, задания**

1. Принцип действия, схемы и основные уравнения, описывающие работу электрических преобразователей. Классификация основных потребителей электроэнергии на подвижном составе
2. Назначение преобразователей и их применение в электрификации. Классификация электронных преобразователей. Состав и общая структура электронных преобразователей
3. Основные этапы развития преобразовательной техники. Понятие идеализированного и реального вентиля. Общая классификация современных вентилей. Сравнительная характеристика вентилей
4. Назначение и режимы работы тяговых импульсных преобразователей. Работа импульсного преобразователя в режиме тяги. Работа импульсного преобразователя в режимах рекуперации и реостатного торможения

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какова общая структура преобразователя энергии?  
Верный ответ: Преобразователь – звено в цепи передаче энергии, имеющее вход и выход. Взаимное расположение входа и выхода определяется направлением потока энергии.
2. Каковы допущения, принятые для математического описания идеального вентиля?  
Верный ответ: Идеальному вентилю соответствует ВАХ, ветви которой (все или некоторые) аппроксимированы до координатных осей.
3. Каково назначение снаббера?

Верный ответ: Выпрямители в основном применяются на электровозах и электропоездах, работающих от сети переменного тока, а также на тепловозах с генераторами переменного тока

4. В чём основные отличия автономного инвертора тока от автономного инвертора напряжения?

Верный ответ: Характер инвертора определяется характером источника – в зависимости от того, что это за источник – тока или напряжения

5. Основные отличия преобразователя на ПС от стационарного (общепромышленного) преобразователя?

Верный ответ: Транспортный преобразователь должен удовлетворять следующим требованиям: - расширенный диапазон температур; - Устойчивость к нестабильному входному напряжению (току), а также к скачкам тока и напряжения; - Устойчивость к вибрации, более высокая пыле- и влагозащищённость; - Минимальные массогабаритные параметры; - Более высокая надёжность

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения задания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения задания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***