

**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: Электрический транспорт

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электронные преобразователи на электроподвижном составе**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

М.В.
Румянцев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушенков В.А.
	Идентификатор	R5e5809b4-GlushenkovVA-5aef358

(подпись)

В.А.
Глушенков

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.
Румянцев

(расшифровка
подписи)

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 учитывать экологические факторы при решении профессиональных задач
ИД-1 Демонстрирует умение учитывать требования экологического законодательства при решении задач профессиональной деятельности
2. ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления
ИД-1 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления
ИД-2 Выполняет анализ простых систем автоматического управления
3. ПК-7 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на электрическом транспорте
ИД-1 Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава
ИД-2 Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования
ИД-3 Демонстрирует способность производить расчет кривых движения с учетом требований по обеспечению энергетической эффективности

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

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
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:	20	20	20	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-1 _{ПК-1} Демонстрирует умение учитывать требования экологического законодательства при решении профессиональной деятельности задач	Знать: элементную базу, применяемую в современной преобразовательной технике Уметь: использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования	Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа) Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления	Знать: принципы управления тяговым приводом транспортного средства Уметь: обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями	Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа) Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Выполняет анализ простых систем автоматического управления	Знать: методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода Уметь:	Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа) Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)

		обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя	
ПК-7	ИД-1 _{ПК-7} Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава	Знать: основные технические показатели преобразователей Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели преобразователей	Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)
ПК-7	ИД-2 _{ПК-7} Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования	Знать: основные задачи проектирования электронных преобразователей Уметь: анализировать данные о работе электронных преобразователей рассчитывать режимы работы электрооборудования тягового привода	Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа) Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа) Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)
ПК-7	ИД-3 _{ПК-7} Демонстрирует способность производить расчет кривых движения с учетом требований по обеспечению энергетической эффективности	Знать: основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей Уметь: рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей	Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа) Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)

		определять параметры схемы замещения основных элементов преобразователей, используя справочную литературу	
--	--	--	--

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: 20

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

Краткое содержание задания:

Письменно ответить на вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы управления тяговым приводом транспортного средства	1.Преимущества и недостатки основных типов вентилях, используемых в современных силовых преобразователях 2. Ограничения и требования, предъявляемые к компонентам электронных преобразователей 3.Основные критерии выбора электронных компонентов
Уметь: использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования	1.Осуществить обоснованный выбор вентиля по номинальным параметрам 2.Предложить замену для вентилях группы, используя данные каталогов современных производителей полупроводниковой техники
Уметь: анализировать данные о работе электронных преобразователей	1. Составить техническое описание вентиля на основе данных о его обозначении

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 51

Описание характеристики выполнения знания: Студент раскрывает тему не в полном объёме, 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, не содержит правильно выполненных иллюстраций. Уравнения и аналитические описания объекта и альтернативных вариантов не приведены.

КМ-2. Преобразователи различного назначения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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

Краткое содержание задания:

Письменно ответить на вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы управления тяговым приводом транспортного средства	1.Привести и охарактеризовать различные методы управления АИН
Уметь: обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями	1.Построить диаграмму тока (напряжения) на выходе преобразователя на основании формы входного тока (напряжения), принципиальной схемы и алгоритма управления 2.Написать уравнение выходного сигнала на основании уравнения входного сигнала, принципиальной схемы и алгоритма управления

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент в полном объёме 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент в полном объёме 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 51

Описание характеристики выполнения знания: Студент раскрывает тему не в полном объёме, 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, не содержит правильно выполненных иллюстраций. Уравнения и аналитические описания объекта и альтернативных вариантов не приведены.

КМ-3. Вспомогательные системы преобразователей

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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

Краткое содержание задания:

Письменно ответить на вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода	1.Привести и охарактеризовать различные системы охлаждения силовых полупроводниковых приборов
Знать: основные задачи проектирования электронных преобразователей	1.Защита от перенапряжений 2.Подавление помех
Знать: основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей	1.Виды защиты
Уметь: обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя	1.Осуществить расчёт и выбор элементов защиты преобразователя
Уметь: анализировать данные о работе электронных преобразователей	1.Осуществить выбор вентиля для преобразователя на основе данных о токах, напряжении, и их допустимых импульсных значений
Уметь: рассчитывать режимы работы электрооборудования тягового привода	1. Осуществить расчёт тепловой цепи преобразователя
Уметь: определять параметры	1.Осуществить расчёт и выбор индуктивного и

схемы замещения основных элементов преобразователей, используя справочную литературу	ёмкостного элементов фильтра преобразователя
Уметь: рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей	1.Описать характер зависимости мощности динамических потерь от частоты коммутации

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент в полном объёме 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент в полном объёме 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 51

Описание характеристики выполнения знания: Студент раскрывает тему не в полном объёме, 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, не содержит правильно выполненных иллюстраций. Уравнения и аналитические описания объекта и альтернативных вариантов не приведены.

КМ-4. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

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

Краткое содержание задания:

Письменно ответить на вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Знать: элементную базу, применяемую в современной преобразовательной технике	1.Классификация элементов тягового преобразователя по выбору: - вентили - фильтры - аппараты защиты - охладители
Знать: основные технические показатели преобразователей	1.Состав, компоновка и назначение элементов тягового преобразователя
Знать: основные задачи проектирования электронных преобразователей	1.Работы, проводимые при техобслуживании тягового преобразователя на примере электропоезда
Знать: основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей	1.Системы техобслуживания и ремонта (ТОиР): описание, характеристика
Уметь: обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя	1.Представить проект тягового преобразователя (компоновка, размеры блока, описание) на основе параметров основных компонентов
Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели преобразователей	1.Осуществить расчёт штатной численности участка ремонта тяговых преобразователей на основании технологического процесса обслуживания и программе ТОиР

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент в полном объёме 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент в полном объёме 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 51

Описание характеристики выполнения знания: Студент раскрывает тему не в полном объёме, 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, не содержит правильно выполненных иллюстраций. Уравнения и аналитические описания объекта и альтернативных вариантов не приведены.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 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-1_{ПК-1} Демонстрирует умение учитывать требования экологического законодательства при решении задач профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Принцип действия, схемы и основные уравнения, описывающие работу электрических преобразователей. Классификация основных потребителей электроэнергии на подвижном составе

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какая из систем ТО и ремонта является оптимальной?

Верный ответ: Оптимальных систем ТОиР не существует, у каждой из них есть преимущества и недостатки. Необходимо разумно использовать их сочетания, развивая автоматизированное применение системы «По состоянию» как наиболее прогрессивной

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления

Вопросы, задания

1. Описание работы инвертора напряжения на примере трехфазного инвертора.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Выполняет анализ простых систем автоматического управления

Вопросы, задания

1. Общие принципы импульсного регулирования. Основные допущения, диаграммы и уравнения. Работа импульсного регулятора в режимах прямой и обратной передачи энергии. Варианты схем, обеспечивающих многоквadrантные режимы импульсного регулятора

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.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-7 Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава

Вопросы, задания

1. 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. Каковы допущения, принятые для математического описания идеального вентиля?

Верный ответ: Идеальному вентилю соответствует ВАХ, ветви которой (все или некоторые) аппроксимированы до координатных осей.

5. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-7 Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования

Вопросы, задания

1. Описание работы тягового преобразователя постоянного тока в режимах пуска и разгона.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Вентили какого рода максимально распространены в преобразователях?

Верный ответ: В настоящее время самое широкое распространение получили транзисторы IGBT.

6. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-7 Демонстрирует способность производить расчет кривых движения с учетом требований по обеспечению энергетической эффективности

Вопросы, задания

1. Назначение преобразователей и их применение в электрификации. Классификация электронных преобразователей. Состав и общая структура электронных преобразователей

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какова область применения выпрямителей на современном подвижном составе?

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

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу