

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Наименование образовательной программы: Электротехнические комплексы и системы
электрического транспорта**

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Теория электрической тяги**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гарбузюк В.С.
	Идентификатор	Rb3a753bb-GarbuziukVS-c35eb4b4

В.С. Гарбузюк

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саможей О.С.
	Идентификатор	R058c8cab-SamozheyOS-273aedb4

О.С.
Саможей

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

М.Ю.
Румянцев

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. ПК4 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи

ИД-3 Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

ИД-4 Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений

2. ПК8 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

3. ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования

ИД-1 Демонстрирует знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения

ИД-2 Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования

ИД-3 Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения (Контрольная работа)
2. По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость (Контрольная работа)
3. Построение кривых движения (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Оптимизация тягового электрооборудования (Контрольная работа)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость (Контрольная работа)
- КМ-2 Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения (Контрольная работа)
- КМ-3 Построение кривых движения (Контрольная работа)
- КМ-4 Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)
- КМ-5 Оптимизация тягового электрооборудования (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	5	8	12	14	16
Системы механического торможения поезда, тормозные задачи						
Системы механического торможения поезда, тормозные задачи		+				+
Системы электрического торможения и его характеристики						
Системы электрического торможения и его характеристики			+			
Тяговые расчёты						
Тяговые расчёты			+	+		+
Нагрев тяговых электрических машин						
Нагрев тяговых электрических машин					+	
Компьютерные методы и оптимизация тягового электрооборудования.						
Компьютерные методы и оптимизация тягового электрооборудования		+		+	+	
Вс КМ:		10	20	40	20	10

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
ПК4	ИД-3 _{ПК4} Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов	Знать: Методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин Уметь: Анализирует свойства современных средств в области электропривода и возможности методов их исследования и разработки	КМ-2 Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения (Контрольная работа) КМ-4 Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)
ПК4	ИД-4 _{ПК4} Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений	Знать: Методы экономии энергии при движении электроподвижного состава Уметь: Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	КМ-1 По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость (Контрольная работа) КМ-2 Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения (Контрольная работа)
ПК8	ИД-1 _{ПК8} Демонстрирует знание методов экономии	Знать: Критерии оптимальности	КМ-3 Построение кривых движения (Контрольная работа) КМ-5 Оптимизация тягового электрооборудования (Контрольная работа)

	энергии при движении электроподвижного состава	показателей качества объекта проектирования Уметь: Формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электропривода	работа)
ПК8	ИД-2 _{ПК8} Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования	Знать: Соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач Уметь: Умеет оформлять техническую документацию по результатам исследования и обсуждать полученные результаты Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	КМ-1 По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость (Контрольная работа) КМ-3 Построение кривых движения (Контрольная работа) КМ-5 Оптимизация тягового электрооборудования (Контрольная работа)
ПК9	ИД-1 _{ПК9} Демонстрирует	Знать:	КМ-4 Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)

	знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения	Ограничения допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения Уметь: Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	
ПК9	ИД-2 _{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	Знать: Способы расчёта и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования Уметь: Выполняет тяговые расчеты, умеет рассчитывать расход энергии и параметры движения электроподвижного состава	КМ-3 Построение кривых движения (Контрольная работа)
ПК9	ИД-3 _{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	Знать: Современные средства в области электропривода и методы их исследования и разработки Уметь: Владеет методами расчёта,	КМ-3 Построение кривых движения (Контрольная работа) КМ-4 Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)

		проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверочная работа.

Краткое содержание задания:

По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	1. Колесно-колодочный тормоз. Дисковый, барабанный, рельсовый тормоз. Характеристики. Ограничение тормозной силы. Устойчивость процесса торможения.
Уметь: Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	1. Рассчитать характеристику удельной тормозной силы при колесно-колодочном тормозе с чугунными стандартными колодками (композиционными) для электровоза, тепловоза

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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-2. Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверочная работа.

Краткое содержание задания:

Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Методы экономии энергии при движении электроподвижного состава	1.Рекуперативное торможение. Принцип действия и основные уравнения. Схема с независимым возбуждением. Последовательно-параллельное переключение ТЭД
Уметь: Анализирует свойства современных средств в области электропривода и возможности методов их исследования и разработки	1.Рассчитать тормозное усилие при рекуперативном торможении для заданного подвижного состава

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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. Построение кривых движения

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверочная работа.

Краткое содержание задания:

Построение кривых движения. Определение расхода энергии на движение поезда

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	1.Методы снижения расхода энергии
Знать: Способы расчёта и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	1.Расчётный способ построения зависимости скорости от пути, времени от пути.
Уметь: Умеет оформлять техническую документацию по результатам исследования и обсуждать полученные результаты	1.Аналитическое определение потерь энергии в двигателях, преобразователе, в тяговых подстанциях, в контактной сети и на собственные нужды
Уметь: Выполняет тяговые расчеты, умеет рассчитывать расход энергии и параметры движения электроподвижного состава	1.Аналитическое определение расхода энергии на торможение (до остановки и для снижения скорости). Учёт рекуперации
Уметь: Владеет методами расчёта, проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов	1.По построенным кривым движения рассчитать среднюю скорость движения по перегону, пусковое ускорение, тормозное замедление

Описание шкалы оценивания:*Оценка: 5 («отлично»)**Нижний порог выполнения задания в процентах: 80**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. Нагревание тяговых электрических машин****Формы реализации:** Обмен электронными документами**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверочная работа.**Краткое содержание задания:**

Рассчитать температуру обмоток тяговой электрической машины при заданной кривой движения на перегоне

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	1.Определение перегрева ТЭД при повторяющихся рейсах (в конце рейса и в различных его промежуточных точках)
Знать: Ограничения допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения	1.Анализ уравнения нагревания однородного тела. Влияние потерь, теплоёмкости и теплоотдачи на процесс нагревания. Физический смысл постоянной времени
Знать: Современные средства в области электропривода и методы их исследования и разработки	1.Уравнение теплового баланса однородного тела. Уравнение нагревания однородного тела и его вывод
Уметь: Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	1.Выполнить проверку мощности двигателя методом эквивалентного тока

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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-5. Оптимизация тягового электрооборудования

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверочная работа.

Краткое содержание задания:

Оптимизация тягового электрооборудования

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электропривода	1.Определить допустимы скорости движения
Уметь: Применяет математический аппарат	1.Построить кривые движения.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	Дать рекомендации по оптимальному режиму движения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Процедура проведения

Письменные ответы на вопросы

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК4} Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

Вопросы, задания

1. Аналитическое определение потерь энергии в двигателях, преобразователе, в тяговых подстанциях, в контактной сети и на собственные нужды. Виды потребителей собственных нужд на ЭПС

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Для каких типов подвижного состава применяется электромагнитный тормоз

Ответы:

1) Трамвай 2) Тепловозы 3) Пригородные электропоезда

Верный ответ: 1) Трамвай

2. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК4} Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений

Вопросы, задания

1. Реостатное торможение. Принцип действия и основные уравнения. Характеристики реостатного торможения при независимом возбуждении ТЭД. Ограничения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой тип тормоза используется на электровозах

Ответы:

1) Барабанный 2) Колесно-колодочный 3) Электромагнитный

Верный ответ: 2) Колесно-колодочный

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК8} Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава

Вопросы, задания

1. Характеристики рекуперативного торможения ТЭД последовательного возбуждения по схеме со стабилизирующим сопротивлением в цепи якоря ТЭД. Ограничения устойчивости

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какая характеристика называется кривой движения

Ответы:

1) $F(V)$ 2) $V(L)$ 3) $I(V)$

Верный ответ: 2) $V(L)$

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК8} Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования

Вопросы, задания

1. Построение кривых тока и мощности поезда (локомотива) в функции времени и пути при реостатном, импульсном и трансформаторно-выпрямительном регулировании напряжения
2. Построение кривой перегрева ТЭД с помощью сетки температурных кривых

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определить, в каком ответе определяется работа постоянного тока

Ответы:

- 1) $P=U \cdot I$ 2) $A=U \cdot I \cdot t$ 3) $A=U \cdot I/t$

Верный ответ: 2) $A=U \cdot I \cdot t$

5. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК9} Демонстрирует знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения

Вопросы, задания

1. Расчётно-графический способ построения кривых движения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие ограничения накладывают на тяговые характеристики

Ответы:

- 1) Ограничения по сцеплению, ограничения по конструкционной скорости 2) Ограничения на движение в кривой и на перегоне 3) Ограничение по допустимой скорости на участке

Верный ответ: 1) Ограничения по сцеплению, ограничения по конструкционной скорости

6. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования

Вопросы, задания

1. Нагревание тягового электрооборудования ЭПС. Общие положения. Постановка задачи расчёта на нагревание

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие факторы влияют на величину силы тока

Ответы:

- 1) Сопротивление 2) Напряжение 3) Напряжение и сопротивление

Верный ответ: 3) Напряжение и сопротивление

7. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования

Вопросы, задания

1. Методы снижения расхода энергии (отдельно по каждой составляющей)

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Найдите ошибку при определении мощности

Ответы:

- 1) $P=I^2 \cdot R$ 2) $P=U \cdot I^2$ 3) $P=U^2/R$

Верный ответ: 2) $P=U \cdot I^2$

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.