

**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: Электродвижение и электроснабжение наземных транспортных средств**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория электрической тяги**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.С.


Гарбузюк

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)


О.С.

Саможей

(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-2 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

2. ПК-4 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

3. ПК-8 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

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

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	+		+	+		
Вес КМ:	10	20	40	20	10	

\$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-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения	Знать: 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	Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> 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	Построение кривых движения (Контрольная работа)

		электроподвижного состава	
ПК-2	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	Знать: Современные средства в области электропривода и методы их исследования и разработки Уметь: Владеет методами расчёта, проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов	Построение кривых движения (Контрольная работа) Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> 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	Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения (Контрольная работа) Нагревание тяговых электрических машин (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-4 <sub>ПК-4</sub> Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений	Знать: Методы экономии энергии при движении электроподвижного состава Уметь: Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы	По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость (Контрольная работа) Для заданной силовой схемы электроподвижного состава разработать схему реостатного (рекуперативного) торможения (Контрольная работа)

		механики, термодинамики, электричества и магнетизма	
ПК-8	ИД-1 <sub>ПК-8</sub> Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава	Знать: Критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования Уметь: Формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электропривода	Построение кривых движения (Контрольная работа) Оптимизация тягового электрооборудования (Контрольная работа)
ПК-8	ИД-2 <sub>ПК-8</sub> 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,	По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость (Контрольная работа) Построение кривых движения (Контрольная работа) Оптимизация тягового электрооборудования (Контрольная работа)

		дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	
--	--	--	--



## **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:**

**Краткое содержание задания:**

По заданным тормозным характеристикам установить электрическую и механическую устойчивость

**Контрольные вопросы/задания:**

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*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

### Краткое содержание задания:

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

### Контрольные вопросы/задания:

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 торможение для заданного подвижного состава

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

### Краткое содержание задания:

Построение кривых движения Определение расхода энергии на движение поезда

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Способы расчёта и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	1.Расчётный способ построения зависимости скорости от пути, времени от пути.
Знать: Критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	1.Методы снижения расхода энергии
Уметь: Выполняет тяговые расчеты, умеет рассчитывать	1.Аналитическое определение расхода энергии на торможение (до остановки и для снижения скорости).

расход энергии и параметры движения электроподвижного состава	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
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

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

#### Краткое содержание задания:

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

#### Контрольные вопросы/задания:

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
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)
Уметь: Анализирует	1. Выполнить проверку мощности двигателя методом

установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	эквивалентного тока
---	---------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**Краткое содержание задания:**

Оптимизация тягового электрооборудования

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электропривода	1.Определить допустимы скорости движения
Уметь: Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	1.Построить кривые движения. Дать рекомендации по оптимальному режиму движения.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> 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

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-2</sub> 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

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-2</sub> 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)  $P=U \cdot I^2$

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-4</sub> 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

**5. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-4</sub> 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

**6. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-8</sub> 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)  $V(L)$

**7. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-8</sub> 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)  $A=U \cdot I \cdot t$

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

## **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