

**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
Электроснабжение электрического транспорта**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

О.С. Саможей

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

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. ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на электрическом транспорте

ИД-2 Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования

2. 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

3. ПК5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения

ИД-1 Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций

ИД-2 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения

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

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: Выступление (доклад)

1. КМ-1. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги. (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения. (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. КМ-3. Мгновенные схемы нагрузок в тяговых сетях, методы их расчета. (Расчетно-графическая работа)

2. КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания. (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического.					
1. Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического транспорта.					+
Общая характеристика энергосистем					+
Системы электроснабжения					
Принципы выполнения системы электроснабжения электрического транспорта.			+		+
Схемы и параметры внешнего электроснабжения		+			
Устройство и параметры тяговой сети					
Параметры тяговой сети			+		
Организация движения					
Описание движения поездов				+	
Тяговые электрические нагрузки					
Расходы электрической энергии			+		
Выбор расчетных параметров элементов системы тягового электроснабжения					
Методы технико-экономического расчета		+			
Вес КМ:		15	25	30	30

\$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-8	ИД-2 _{ПК-8} Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования	Уметь: •осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы	КМ-1. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги. (Реферат)
ПК4	ИД-3 _{ПК4} Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов	Уметь: •самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания. (Расчетно-графическая работа)
ПК4	ИД-4 _{ПК4} Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений	Знать: •основные источники научно-технической информации в области электрического оборудования электроподвижного состава городского наземного электрического транспорта, метрополитенов, магистрального транспорта	КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения. (Контрольная работа)

		постоянного и переменного тока, а также перспективных видов транспорта	
ПК5	ИД-1 _{ПК5} Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций	Уметь: •выбирать конструкционные материалы для изготовления основных элементов электрооборудования транспортных средств и систем электроснабжения в зависимости от условий работы	КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения. (Контрольная работа)
ПК5	ИД-2 _{ПК5} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения	Знать: •материалы и элементную базу, используемые в устройствах тягового привода ЭПС	КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания. (Расчетно-графическая работа)
ПК9	ИД-2 _{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	Уметь: •использовать программы расчетов характеристик электрооборудования	КМ-3. Мгновенные схемы нагрузок в тяговых сетях, методы их расчета. (Расчетно-графическая работа)
ПК9	ИД-3 _{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	Знать: •способы организации схемы тягового электроснабжения	КМ-1. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги. (Реферат)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги.

Формы реализации: Выступление (доклад)

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Доклад. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги.

Краткое содержание задания:

Подобрать информацию о тяговых сетях ЭТ.

- | |
|--|
| 1. По выданным материалам сделать конспект. Отметить следующие вопросы:
- основные определения и понятия
- вспомнить из предыдущих курсов типы тягового привода (сделать табличку)
- составить структурную схему системы электрической тяги |
|--|

Контрольные вопросы/задания:

Знать: •способы организации схемы тягового электрообеспечения	1.1. По выданным материалам сделать конспект. Отметить следующие вопросы: - основные определения и понятия - вспомнить из предыдущих курсов типы тягового привода (сделать табличку) -составить структурную схему системы электрической тяги
Уметь: •осуществлять поиск и анализировать научно- техническую информацию и выбирать необходимые материалы	1.Стандарты и ГОСТы при проектировании тягового электрообеспечения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Оценка: 2

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

КМ-2. КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа

Краткое содержание задания:

1. Задание №4

Заполнить таблицу «Системы тягового электроснабжения постоянного тока»

Название системы	Достоинства	Недостатки	Применение
1. Система с двухпроводной тяговой сетью			
2. Система с трехпроводной тяговой сетью			
3. Система электроснабжения постоянного тока двойного напряжения			
4. Система повышенного напряжения			
5. Система с вольтодобавочными установками			

Контрольные вопросы/задания:

Знать: •основные источники научно-технической информации в области электрического оборудования электроподвижного состава городского наземного электрического транспорта, метрополитенов, магистрального транспорта постоянного и переменного тока, а также перспективных видов транспорта	1.1. Задание №4 Заполнить таблицу «Системы тягового электроснабжения постоянного тока»			
	Название системы	Достоинства	Недостатки	Применение
	1. Система с двухпроводной тяговой сетью			
	2. Система с трехпроводной тяговой сетью			
	3. Система электроснабжения постоянного тока двойного напряжения			
	4. Система повышенного напряжения			
Уметь: •выбирать конструкционные материалы для	1.1. Задание №4 Заполнить таблицу «Системы тягового электроснабжения постоянного тока»			
	Название системы	Достоинства	Недостатки	Применение
	1. Система с двухпроводной тяговой сетью			
	2. Система с трехпроводной тяговой сетью			
	3. Система электроснабжения постоянного тока двойного напряжения			
	4. Система повышенного напряжения			

изготовления основных элементов электрооборудования транспортных средств и систем электроснабжения в зависимости от условий работы	Название системы	Достоинства	Недостатки	Применение
	1. Система с двухпроводной тяговой сетью			
	2. Система с трехпроводной тяговой сетью			
	3. Система электроснабжения постоянного тока двойного напряжения			
	4. Система повышенного напряжения			
	5. Система с вольтодобавочными установками			

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Оценка: 2

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

КМ-3. КМ-3. Мгновенные схемы нагрузок в тяговых сетях, методы их расчета.

Формы реализации: Проверка качества оформления задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: расчетное задание по курсовому проекту предыдущего семестра

Краткое содержание задания:

Задание:

1. Произвести расчет тягового электроснабжения на основе графика движения методом сечения по характерным точкам.
2. Выполнить расчет аналитическим методом
3. Выбор количества и типа преобразовательных агрегатов
4. Проверка защиты тяговой сети

5. Выводы.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: •использовать программы расчетов характеристик электрооборудования	1.Задание: 1. Произвести расчет тягового электроснабжения на основе графика движения методом сечения по характерным точкам. 2. Выполнить расчет аналитическим методом 3. Выбор количества и типа преобразовательных агрегатов 4. Проверка защиты тяговой сети 5. Выводы.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Оценка: 2

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

КМ-4. КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания.

Формы реализации: Проверка качества оформления задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание: 1.Произвести расчет тягового электроснабжения на основе графика движения методом сечения по характерным точкам. 2.Выполнить расчет аналитическим методом 3.Выбор количества и типа преобразовательных агрегатов 4.Проверка защиты тяговой сети 5.Выводы.

Краткое содержание задания:

Задание:

1. Произвести расчет тягового электроснабжения на основе графика движения методом сечения по характерным точкам.
2. Выполнить расчет аналитическим методом
3. Выбор количества и типа преобразовательных агрегатов
4. Проверка защиты тяговой сети
5. Выводы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: •материалы и элементную базу, используемые в устройствах тягового привода ЭПС	1.Задание: 1. Произвести расчет тягового электроснабжения на основе графика движения методом сечения по характерным точкам. 2. Выполнить расчет аналитическим методом 3. Выбор количества и типа преобразовательных агрегатов 4. Проверка защиты тяговой сети 5. Выводы.
Уметь: •самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	1.Задание: 1. Произвести расчет тягового электроснабжения на основе графика движения методом сечения по характерным точкам. 2. Выполнить расчет аналитическим методом 3. Выбор количества и типа преобразовательных агрегатов 4. Проверка защиты тяговой сети 5. Выводы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

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: 70

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Требования к системе и схемы тяговых сетей. Общая характеристика требований к системе. Принципы выполнения схем контактной сети в межподстанционной зоне.
2. Электрические параметры контактных подвесок
3. Задача. Компенсаторы удлинения проводов. (пояснить виды, принцип действия)
Пусть $T = 16$ кН, $K = 8$ кН. Найти усилие, передаваемое от тросов анкеровок на опоры, и вес грузов при двухблочных грузовых компенсаторах.

Процедура проведения

Экзамен

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-8} Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования

Вопросы, задания

- 1.1. Уровни напряжения в сетях общего и тягового электроснабжения.
2. Устройства и схемы подключения питающих линий тяговой сети
3. Задача. Параметры тяговой подстанции постоянного тока. Определить эквивалентное сопротивление ТП: $U_{\text{ном}}=600\text{В}$, $I_{\text{ном}}=1000\text{А}$, $U\%=8,6$, $N_{\text{вк}}=2$, схема агрегата трехфазная. Пояснить параметры.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Уровни напряжения в сетях общего и тягового электроснабжения.
2. Распределительные и тяговые сети постоянного и переменного тока.
Ответы:
Дополнительные вопросы
- 2.1. Расчёты потерь активной и реактивной мощности в распределительных сетях.
2. Расчёты потерь мощности в трансформаторах.
3. Расчёт потерь энергии в сетях методом максимальной нагрузки.
4. Расчёт потерь энергии в сетях методом среднегодовой нагрузки.

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

Вопросы, задания

- 1.1. Системы тягового электроснабжения городского электрического транспорта.
2. Расчет средних и действующих значений токов обобщенным аналитическим методом..
3. Задача.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Методы расчетов тяговых сетей.
2. Метод сечения графика движения, расчет мгновенных схем

3. Расчет усложненных схем методом сечения графика движения
4. Обобщенный аналитический метод расчета тяговых сетей, анализ допущений

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

Вопросы, задания

- 1.1. Системы электроснабжения на переменном токе (двухпроводные системы, пониженной частоты, с симметрирующими трансформаторами).
2. Обобщенный аналитический метод расчета тяговых сетей, анализ допущений
3. Задача. Найти сопротивление и допустимый ток контактной подвески при составе проводов: ПБСМ 1-95+МФ-100+А185.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Сопоставление систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока
2. Техничко-экономические оценки при расчетах систем электроснабжения.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК5} Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций

Вопросы, задания

- 1.1. Схемы тягового электроснабжения. Распределительные тяговые сети.
2. Кабельная сеть. Особенности работы, устройство.
3. Задача. Найти сопротивление и допустимый ток контактной подвески при составе проводов: ПБСМ 1-70+МФ-100+А185.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Параметры тяговых сетей постоянного и переменного тока
Токовые электрические величины, характеризующие работу тяговой сети

5. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК5} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения

Вопросы, задания

- 1.1. Контактные подвески
2. Токовые электрические величины, характеризующие работу тяговой сети
3. Задача. Найти сопротивление и допустимый ток контактной подвески при составе проводов: ПБСМ 1-95+МФ-100+А185.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Конструкция и материалы кабельных линий.
2. Автотрансформаторы, двух- и трёхобмоточные трансформаторы в системах тягового электроснабжения.

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

Вопросы, задания

- 1.1. Схемы тягового электроснабжения. Распределительные тяговые сети.
2. Автотрансформаторы, двух- и трёхобмоточные трансформаторы в системах тягового электроснабжения.

3. Задача. Параметры тяговой подстанции постоянного тока. Определить эквивалентное сопротивление ТП: $U_{\text{ном}}=600\text{В}$, $I_{\text{ном}}=1000\text{А}$, $U\%=8,6$, $N_{\text{вк}}=2$, схема агрегата трехфазная. Пояснить параметры.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Расчет средних и действующих значений токов обобщенным аналитическим методом.
2. Расчет потерь мощности обобщенным аналитическим методом
3. Максимальные электрические величины.
4. Малые токи кЗ в тяговых сетях.

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

Вопросы, задания

- 1.1. Сопоставление систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока
2. Материалы, применяемые для контактных сетей электрического транспорта..
3. Задача.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Системы тягового электроснабжения городского наземного транспорта
2. Системы тягового электроснабжения магистрального транспорта
3. Системы тягового электроснабжения метрополитена

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 80

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: 60

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

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Согласно Барс