

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 29.07.2022 15:51:40
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(СамГУПС)**

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 28 июня 2022 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала

Н.Н. Маланичева
05 июля 2022 г.



**Энергосберегающие технологии
рабочая программа дисциплины**

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: очная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Вуколов В.Ю.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Электроснабжение железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «18» июня 2022 г. № 11

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.



ПОДПИСЬ

С.М. Корсаков

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Энергосберегающие технологии» является изучение теоретических основ и практической реализации мероприятий в рамках энергосберегающих технологий в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности «Системы обеспечения движения поездов» и приобретение ими:

- знаний правовых нормативно-технических и иных актов рационального природопользования для решения задач профессиональной деятельности;
- умений находить решения по сохранению топливно-энергетических ресурсов;
- навыков оценки расхода топливно-энергетических ресурсов.

1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Индикаторы	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-5. Способен управлять процессом выполнения работ при эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения	
ПК-5.2. Разрабатывает мероприятия по повышению энергетической эффективности систем электроснабжения.	Знать - основные параметры системы тягового электроснабжения железных дорог; - методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог; - методы выбора мест расположения тяговых подстанций на электрических железных дорогах
	Уметь: - анализировать основные параметры системы тягового электроснабжения железных дорог; - применять методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения магистральных электрических железных дорог; - обосновывать методы выбора мест расположения тяговых подстанций на магистральных электрических железных дорогах
	Владеть: - навыками обоснования основных параметров системы тягового электроснабжения железных дорог; - методикой расчета параметров системы тягового электроснабжения железных дорог; - методологией выбора мест расположения тяговых подстанций железных дорог;

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Энергосберегающие технологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) и является дисциплиной по выбору

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		

Б1.В.ДВ.04.01	Энергосберегающие технологии	ПК-5 (ПК-5.2.)
Предшествующие дисциплины		
Б1.В.01	Магистральные электрические железные дороги	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.02	Электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.03	Электронная техника и преобразователи в электроснабжении	ПК-5 (ПК-5.2.)
Дисциплины осваиваемые параллельно		
Б1.В.04	Контактные сети и линии электропередачи	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.05	Тяговые трансформаторные подстанции	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.06	Электроснабжение железных дорог	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.09	Электроснабжение высокоскоростных магистралей	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.ДВ.03.01	Сооружение и монтаж устройств электроснабжения	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.ДВ.03.02	Организация работ в дистанции электроснабжения	ПК-5 (ПК-5.2.)
Б1.В.ДВ.04.02	Тепловые процессы в устройствах электроснабжения	ПК-5 (ПК-5.2.)
Последующие дисциплины		
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПК-5 (ПК-5.2.)

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1 Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы
		4
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	108	108
- зачетных единиц	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	48,25	48,25
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	48,25	48,25
в т.ч.:		
лекции	32	32
практические занятия	-	-
лабораторные работы	16	16
КА		
КЭ	0,25	0,25
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	8,75	8,75
Самостоятельная работа (всего), часов	51	51
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы	2	2
расчетно-графической работы		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	3а	3а

Текущий контроль (вид, количество)		
------------------------------------	--	--

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Темы и краткое содержание курса

Тема 1. Понятие электросбережения

Электросбережение на железной дороге. Электросбережение в тяговом электроснабжении. Электросбережение в системах нетягового электроснабжения. Определение энергоэффективности на железной дороге.

Тема 2. Электросбережение в тяговой электросети

Сопряжение систем внешнего и тягового электроснабжения. Снижение уравнивающих потоков электроэнергии. Снижение потерь энергии в контактной сети. Снижение потерь энергии в рельсовой сети.

Тема 3. Снижение потерь электроэнергии за счёт повышения её качества

Снижение энергопотребления на тягу поездов. Экономия ЭЭ в системе тягового электроснабжения. Компенсация реактивной мощности в системе тягового электроснабжения. Нормализация уровня высших гармоник в системах внешнего, тягового электроснабжения и в сетях нетранспортных и нетяговых железнодорожных потребителей. Экономия ЭЭ на предприятиях железнодорожного транспорта (стационарная энергетика).

Тема 4. Снижение потерь в сетях нетягового электроснабжения

Общие положения проблемы расчета потерь электрической энергии и мощности при ее транспорте. Методика расчета потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям. Методика оценки технического эффекта мероприятий по снижению технологического расхода электроэнергии на ее транспорт. Организационные мероприятия. Технические мероприятия.

4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СР
		ЛЗ	ЛЗ	ПЗ	
Тема 1. Понятие электросбережения	14	4			10
Тема 2. Электросбережение в тяговой электросети	14	4			10
Тема 3. Снижение потерь электроэнергии за счёт повышения её качества	40	12	8		20
Тема 4. Снижение потерь в сетях нетягового электроснабжения	31	12	8		11
КА					
КЭ	0,25				
Контроль	8,75				
Итого	108	32	16		51

4.3 Тематика практических занятий

Практические работы учебным планом не предусмотрены

4.4 Тематика лабораторных работ

Тема лабораторной работы	Количество часов		
	всего	в т.ч. в интерактивной форме	
		часы	форма занятия
Раздел 3. Снижение потерь электроэнергии за счёт повышения её качества	8		
Раздел 4. Снижение потерь в сетях нетягового электроснабжения	8		
Всего	16		

4.5 Тематика контрольной работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1 Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
Тема 1. Понятие электросбережения	10	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 2. Электросбережение в тяговой электросети	10	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 3. Снижение потерь электроэнергии за счёт повышения её качества	20	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
Тема 4. Снижение потерь в сетях нетягового электроснабжения	11	Выполнение контрольной работы, работа с литературой, подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний
ИТОГО:	51	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала
- методические рекомендации по выполнению контрольной работы – фонд оценочных средств;
- методические рекомендации по самостоятельной работе – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	-
Курсовая работа	-
Промежуточный контроль	
Экзамен	-
Зачет	1

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Ковалев И.Н.	Электроэнергетические системы и сети: учебник.	М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — 363 с. - Режим доступа: http://umczdt.ru/books/41/39329/	Электронный ресурс
Л1.2	Чернов Ю.А.	Электроснабжение железных дорог: учеб. пособие.	М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. - 406 с. - Режим доступа: http://umczdt.ru/books/41/39327/	Электронный ресурс
Л1.3	Иващенко В.О., Чудаков А.И.	Энергосберегающие технологии при эксплуатации электроподвижного состава : учебное пособие	Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. - 60 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111725	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Марквардт К.Г.	Электроснабжение электрифицированных железных дорог: учебник	М.: Транспорт, 1982. - 528 с.	43
Л2.2	Фомина З.А.	Электрические железные дороги	М.: МИИТ. - 2011. - 84 с.	49

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Официальный сайт
2. Электронная библиотечная система
3. Поисковая система «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные, лабораторные работы, участвовать в дискуссиях по установленным темам, проводить самостоятельную работу, сдать зачет

Указания для освоения теоретического и практического материала

1. Обязательное посещение лекционных, практических занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. При подготовке к лабораторным работам по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

4. Рекомендуется следовать советам лектора, связанным с освоением

предлагаемого материала, использовать рекомендованные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «интернет», а также использование библиотеки Нижегородского филиала для самостоятельной работы.

5. Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины является основным видом учебных занятий. Умение самостоятельно работать необходимо для успешного овладения курсом.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: Microsoft Office 2003 и выше. Компьютерные программы: MathCad, Electronics Workbench для расчета контрольных и моделирования лабораторных работ.

Профессиональные базы данных,

используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

1. Общероссийский математический портал (информационная система) - <http://www.mathnet.ru>
2. Mathcad - обучающий ресурс - <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp>
3. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина
https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=500&Itemid=569&lang=ru

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - аудитория № 405. Специализированная мебель: столы ученические - 18 шт., стулья ученические - 36 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций, плакатов.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Контактная сеть», аудитория № 506. Специализированная мебель: столы ученические - 10 шт., стулья ученические - 21 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт. Лабораторное оборудование: установка ПДМ-В-УХЛ1, установка ПСС - 1У2, набор моделей контактной сети, набор фрагментов контактной сети. Стенды: «Изоляторы

контактной сети», «Защитные и монтажные средства», «Соединение проводов», «Детали контактной сети», «Схема питания и секционирования контактной сети постоянного тока», «Схема питания и секционирования контактной сети системы 2х25кВ», «Схема питания и секционирования контактной сети переменного тока системы 25кВ», «Схема питания и секционирования станции стыковой линии постоянного и переменного тока».

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ПК-8. Способен выполнять проекты устройств электрификации и электроснабжения и разрабатывать к ним техническую документацию.

Индикатор ПК-8.5. Разрабатывает программу по энергосбережению и повышению энергетической эффективности систем электроснабжения

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы	ПК-8 (ПК-8.5)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы	ПК-8 (ПК-8.5)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Лабораторные работы	ПК-8 (ПК-8.5)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Зачет	ПК-8 (ПК-8.5)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ПК-8 (ПК-8.5)	- посещение лекционных занятий, лабораторных работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов.	устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПК-8 (ПК-8.5)	- выполнение лабораторных работ	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных работ	отчет по лабораторным и практическим работам
Этап 3. Формирование навыков	ПК-8 (ПК-8.5)	- выполнение лабораторных работ	- успешное самостоятельное выполнение	отчет по лабораторным и практическим

практического использования знаний и умений			лабораторных работ	работам
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПК-8 (ПК-8.5)	- успешное прохождение тестирования - зачет	- ответы на вопросы к зачету на дополнительные вопросы по билету (при необходимости)	устный ответ, решение задач

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПК-8 (ПК-8.5)	Знать: - основные параметры системы тягового электроснабжения железных дорог Уметь: - анализировать основные параметры системы тягового электроснабжения железных дорог Владеть: - навыками обоснования основных параметров системы тягового электроснабжения железных дорог	Знать: - методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения железных дорог Уметь: - применять методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения магистральных электрических железных дорог Владеть: - методикой расчета параметров системы тягового электроснабжения железных дорог	Знать: - методы выбора мест расположения тяговых подстанций на электрических железных дорогах Уметь: - обосновывать методы выбора мест расположения тяговых подстанций на магистральных электрических железных дорогах Владеть: - методологией выбора мест расположения тяговых подстанций железных дорогах

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. Студент: - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы; - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачет	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не

	может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.
--	--

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ПК-8 (ПК-8.5)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- лабораторные занятия
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- контрольная работа
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету (Приложение 1)

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Зачет

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении зачета учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 20 мин.

Лабораторная работа

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Учащиеся приобретают умения и навыки, необходимые им в последующей профессиональной деятельности и способствуют формированию причинно-следственных связей законов физики и исследуемых явлений.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопросы студентам необходимо определить схему дальнейшего решения поставленной задачи. Также при ответе на вопросы необходимо провести анализ напряженно-деформируемого состояния конструкции.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Схемы питания контактной сети. Посты секционирования. Посты параллельного соединения.
2. Продольная компенсация. Принципиальная схема и векторная диаграмма.
3. Влияние внешних характеристик тяговых подстанций на процесс рекуперативного торможения. Избыточный ток и избыточная энергия рекуперации.
4. подстанций при соединении обмоток трансформаторов в открытый треугольник.
5. Угол сдвига фазы, коэффициент искажения и коэффициент мощности тяговых нагрузок ж.д. переменного тока.
6. Питание и секционирование контактной сети переменного тока.
7. Питание и секционирование контактной сети переменного тока при соединении обмоток трансформаторов по схеме Y/Δ . Векторные диаграммы для токов и напряжений.
8. Схемы соединения обмоток трансформаторов на тяговых подстанциях переменного тока.
9. Влияние мгновенных колебаний и длительных отклонений напряжения от расчётного на работу подвижного состава.
10. Схема питания контактной сети участка эл.ж.д. однофазного тока от шести тяговых подстанций при соединении обмоток трансформатора по схеме открытого треугольника. Векторная диаграмма напряжения контактной сети.
11. Схемы присоединения тяговых подстанций переменного тока к линиям передачи при трёхфазных трансформаторах.

Вопросы для уровня обученности «УМЕТЬ»

12. Внешние характеристики тяговых подстанций постоянного тока. Внутреннее эквивалентное сопротивление подстанции. Влияние их на распределение нагрузок между подстанциями.
13. Токораспределение в трансформаторе подстанции переменного тока, соединённом по схеме звезда – треугольник. Векторные диаграммы.
14. Схемы соединения обмоток трансформаторов на тяговых подстанциях переменного тока.
15. Посты секционирования для двухпутных и однопутных участков постоянного тока и переменного тока.
16. Сравнительный анализ методов расчёта системы электроснабжения, основанных на исследовании графика движения поездов.
17. Расчёт токораспределения в тяговой сети при линейных и нелинейных характеристиках тяговых подстанций на постоянном токе.
18. Расчёт средних и эффективных токов фидеров, а также потерь мощности в тяговой сети методом равномерных сечений графика движения поездов.
19. Расчёт потери напряжения в контактной сети до поезда за время его

хода по лимитирующему перегону или блок-участку.

20. Расчёт мощности подстанций и сечения проводов контактной сети.

21. Расчёт потенциалов и токов в рельсах на постоянном токе для схемы одностороннего питания с одной нагрузкой.

22. Методы расчёта системы электроснабжения, основанные на анализе графика движения. Особенности применения этих методов при проектировании метрополитена.

23. Расчёт мгновенных схем при переменном токе. Особенности расчёта при продольной компенсации.

24. Расчёт системы электроснабжения методом анализа графика движения.

Вопросы для уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

25. Падение и потеря напряжения в тяговой сети переменного тока. Расчёт.

26. Определение мгновенной потери мощности в контактной сети. Влияние схемы питания на потери мощности.

27. Расчёт мгновенных схем на постоянном токе при неравных напряжениях шин подстанций.

28. Средние потери напряжения. Расчёт их методом характерных сечений графика движения поездов.

29. Расчёт потенциалов рельс – земля и токов в рельсах на участке с двухсторонним питанием тяговой сети (пост. ток).

30. Расчёт нагрузок фидеров методом характерных сечений графика движения.

31. Расчёт токораспределения в тяговой сети при узловой схеме методом фиктивной подстанции.

32. Построение зависимостей тока фидера и потерь мощности в тяговой сети от времени при помощи методов анализа графика движения.

33. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые задачи.

Оценочные средства

ПК-8. Способен выполнять проекты устройств электрификации и электроснабжения и разрабатывать к ним техническую документацию.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. На рисунке представлена:



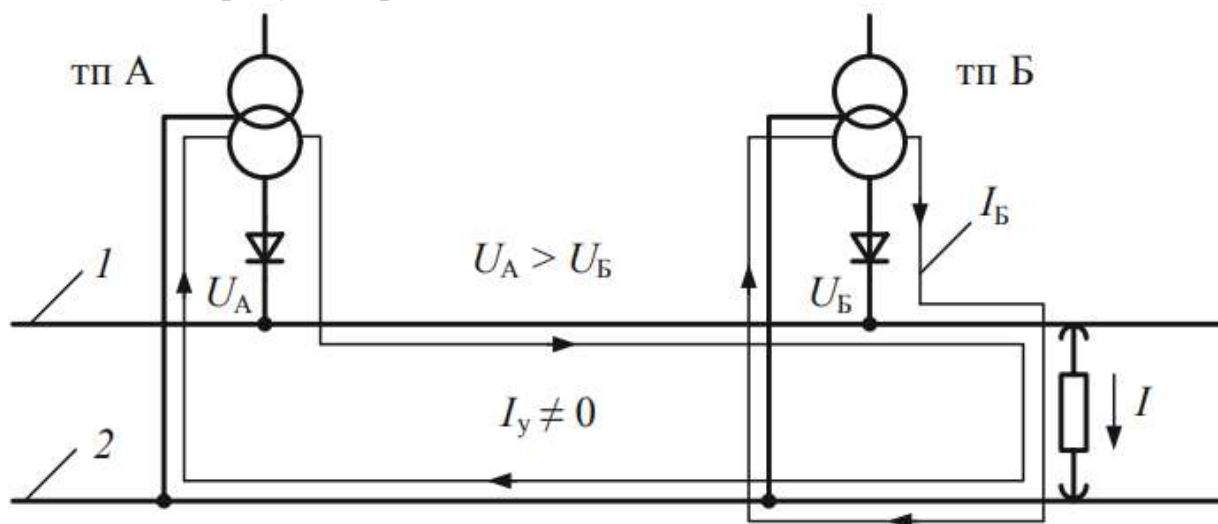
- а Структура потребления электрической энергии на железной дороге
 б Смешанная схема электроснабжения нагрузок первой категории на железной дороге
 в Структурная схема энергосбережения на железной дороге
 г Структура подразделений энергоснабжения на железной дороге
2. На какое время допускается перерыв в электроснабжении потребителей 3-й категории?
- а На время автоматического включения резервного питания
 б Не более 3 часов
 в Не более суток
 г Не более 1 часа
3. Что применяется для резервирования потребителей 1-й особой категории?
- а Дополнительный выключатель в распредустройстве
 б Дизель-генератор
 в Автоматическое повторное включение
 г Солнечная электростанция
4. Что из перечисленного не относится к негативным последствиям протекания уравнительного тока в электротяговой сети:
- а Заметно снижается надежность работы контактной сети
 б Заметно снижается надежность работы оборудования тяговых подстанций
 в Появление дополнительных потерь энергии в системе тягового электроснабжения
 г Появление существенных дополнительных потерь энергии в системе нетягового электроснабжения
5. Для снижения уравнительного тока применяется:
- а Использование устройств регулирования напряжения на трансформаторах тяговых подстанций
 б Использование систем электроснабжения постоянного тока
 в Установка шунтирующих реакторов

г Установка токоограничивающих реакторов

6. Потери в рельсовой сети определяются:

- а Только сопротивлением рельсов
- б Сопротивлением рельсов и рельсовых стыков
- в Только сопротивлением рельсовых стыков
- г Нет правильного ответа

7. На рисунке представлена:



- а Схема протекания уравнивающего тока при отсутствии токовой нагрузки на межподстанционной зоне АБ
- б Схема протекания уравнивающего тока при наличии электроподвижного состава на межподстанционной зоне АБ
- в Схема протекания тока нагрузки в контактной сети
- г Эпюры падения напряжения в межподстанционной зоне

8. Мероприятия по снижению потерь подразделяются на:

- а Организационные и технические
- б Технические и коммерческие
- в Технические, технологические и организационные
- г Технические, технологические, организационные и коммерческие

9. Выберите выражение для определения потерь электроэнергии от уравнивающего тока:

- а $\Delta W_{\text{уп}} = I_{\text{уп}}^2 R_{11} L T_{\text{уп}} \cdot 10^{-3}$
- б $\Delta W_{\text{уп}} = I_{\text{уп}}^2 R_{11} L T_{\text{уп}} \cdot 10^3$
- в $\Delta W_{\text{уп}} = I_{\text{уп}}^2 X_{11} L T_{\text{уп}} \cdot 10^{-3}$
- г $\Delta W_{\text{уп}} = I_{\text{уп}}^2 R_{11}$

10. Допустимое отклонение напряжения от номинального в точках подключения устройств СЦБ составляет:

- а $\pm 10\%$
- б $\pm 5\%$
- в $\pm 15\%$

г -5 и +10%

11. Допустимое отклонение напряжения в точках разграничения балансовой принадлежности между линией продольного электроснабжения и сетями сторонних нежелезнодорожных потребителей составляет:

а $\pm 10\%$

б $\pm 5\%$

в $\pm 15\%$

г -5 и +10%

12. Совершенствование системы нормирования энергозатрат направлено на:

а Снижение электропотребления на тягу поездов и повышение стимулирующего эффекта технологических норм

б Снижение технологических потерь электроэнергии в контактной сети

в Снижение технологических потерь электроэнергии в рельсовой цепи

г Снижение технологических потерь электроэнергии в сетях нетягового электроснабжения

13. Снижение энергопотребления на тягу поездов может быть достигнуто путем реализации следующего мероприятия:

а замена трансформаторов на тяговых подстанциях

б замена трансформаторов собственных нужд на тяговых подстанциях

в оптимизация энергозатрат при пропуске поездопотока

г Совершенствование методов расчета нагрузочных потерь электроэнергии

14. Применение устройств ПБВ на трансформаторах для регулирования напряжения эффективно в случае:

а Питания нагрузок, имеющих резкопеременный характер

б Установки на подстанциях с сезонной нагрузкой

в Встречного регулирования напряжения

г Питания потребителей первой категории надежности

15. Оптимизация числа работающих трансформаторов на подстанциях предназначена для:

а Снижения потерь холостого хода трансформаторов подстанций

б Внедрения систем автоматизированного учета электроэнергии

в Повышения пропускной способности линий электропередачи

г Увеличения потерь электроэнергии на подстанциях

16. Какое напряжение применяется для распределительных сетей крупных станций с целью снижения потерь:

а 2 кВ

б 4 кВ

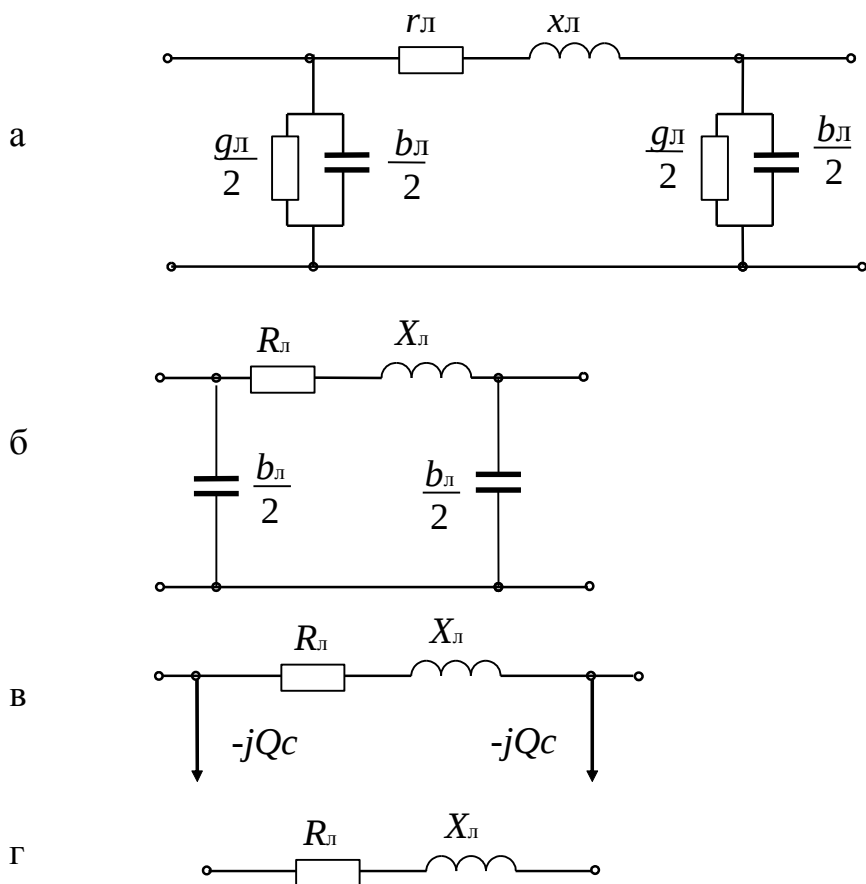
в 8 кВ

г 10 кВ

17. Снижение затрат энергии на тягу поездов и потерь электроэнергии, вызванных введением временных ограничений скорости движения по контактной сети и «окнами» для ремонтных работ на контактной сети может быть достигнуто:

- а Путем ликвидации в первую очередь самых затратных ограничений скорости движения по вине дистанции электроснабжения
- б За счет снижения технологических потерь электроэнергии в контактной сети
- в Изменением схемы питания контактной сети
- г Изменением схемы питания нетяговой сети

18. Выберите схему замещения ЛЭП, которую необходимо использовать при расчете потерь в электрических сетях напряжением до 35 кВ:



19. Для питания электроприёмников какой категории применяются однотрансформаторные подстанции:

- а 1-й категории
- б 2-й категории
- в 3-й категории
- г Не применяются

20. Минимальному значению потерь электроэнергии соответствует система тягового электроснабжения:

- а Постоянного тока напряжением 3 кВ
- б Однофазного переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц
- в Постоянного тока напряжением 5 кВ

- г Потери в системах электроснабжения постоянного тока и переменного тока одинаковы
21. Для неэлектрифицированных железных дорог ВЛ СЦБ:
- а Не применяются
 - б Выполняются двухцепными
 - в Выполняется аналогично электрифицированным участкам железных дорог
 - г Выполняются исключительно двухцепными
22. Недостатком системы тягового электроснабжения постоянного тока является:
- а Меньшее расстояние между тяговыми подстанциями по сравнению с системой тягового электроснабжения переменного тока
 - б Большее расстояние между тяговыми подстанциями по сравнению с системой тягового электроснабжения переменного
 - в Отсутствие потерь электрической энергии в пусковых реостатах электровазов при разгоне
 - г Отсутствие возможности для подключения нетяговых потребителей к тяговым подстанциям
23. Предприятия или установки, предназначенные для производства электроэнергии:
- а Электростанция
 - б Энергосистема
 - в Трансформаторная подстанция
 - г Система электроснабжения
24. Из приведенного ряда напряжений (кВ): 10; 20; 35; 50 для питания нетяговых нагрузок не применяется:
- а 10
 - б 20
 - в 35
 - г 50
25. Что является потребителями собственных нужд на трансформаторных подстанциях?
- а Осветительные установки
 - б Вентиляционные установки
 - в Обогрев приводов выключателей
 - г Все вышеперечисленные
26. Обозначение и единицы измерения реактивной мощности:
- а P , Вт, кВт
 - б Q , вар, квар
 - в S , ВА; кВА
 - г S , Вт, кВт

27. По какой формуле определяется полная расчетная мощность?

- а $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
- б $S = P \cdot \cos \varphi$
- в $S = Q \cdot \sin \varphi$
- г $S = P^2 + Q^2$

28. Какие используют средства регулирования напряжения в системах электроснабжения:

- а Установки продольной компенсации
- б Линейные регулировочные трансформаторы
- в Силовые трансформаторы с РПН (с ПБВ)
- г Все перечисленные средства

29. Суммарная допустимая длительность отключений стороннего нежелезнодорожного потребителя на годовом интервале, независимо от категории надежности электроснабжения, не должна превышать:

- а 72 часа
- б 24 часа
- в 42 часа
- г Не регламентируется

30. Отношение потребляемой электроприемником активной мощности к полной мощности, называют:

- а $\operatorname{tg} \varphi$
- б Коэффициент загрузки
- в Коэффициент мощности
- г КПД

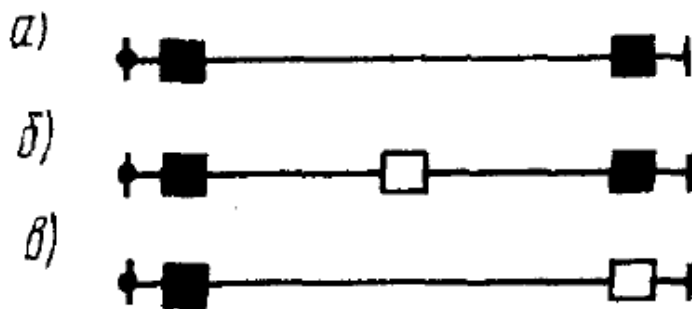
31. Отношение потребляемой подключенными электроприемниками полной мощности к номинальной мощности трансформатора называют:

- | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|
| а | $\operatorname{tg} \varphi$ | Коэффициент готовности |
| б | Коэффициент загрузки | Время аварийного простоя |
| в | Коэффициент мощности | Время восстановления |
| г | КПД | Вероятность безотказной работы |

32. Что относится к системе внешнего электроснабжения железных дорог?

- а Тяговые подстанции и питающие их линии
- б Главная понизительная подстанция ГПП
- в Районная электрическая сеть, к которой подключены тяговые подстанции
- г Линии электропередачи от тяговых подстанций до линейных КТП

33. Под какой буквой на рисунке представлена схема встречно-консольного питания ВЛ СЦБ?



- | | |
|---|-----------------|
| а | а |
| б | б |
| в | в |
| г | Не представлена |

34. Достоинством системы тягового электроснабжения переменного тока является:

- | | |
|---|---|
| а | Независимые режимы напряжения в контактной сети и на тяговом двигателе при сохранении тягового двигателя постоянного тока |
| б | Меньшее расстояние между тяговыми подстанциями по сравнению с системой тягового электроснабжения постоянного тока |
| в | Низкий коэффициент мощности электровозов переменного тока |
| г | Повышенные потери электроэнергии |

35. Для снижения потерь электроэнергии в контактной сети от уравнительного тока не применяется:

- | | |
|---|---|
| а | Согласование уровней напряжений смежных подстанций при двусторонних схемах питания тяговой сети |
| б | Переход на одностороннее питание контактной сети на всю межподстанционную зону или до середины межподстанционной зоны |
| в | Включение установок параллельной компенсации |
| г | Использование устройств регулирования напряжения на тяговых подстанциях |

36. Организация работы тяговых трансформаторов по критерию минимума потерь электроэнергии заключается в:

- | | | |
|---|---|---------------------------------|
| а | Отключении обоих работающих трансформаторов в режиме наименьших нагрузок | Гамма-распределению |
| б | Отключении одного из двух работающих трансформаторов в режиме наименьших нагрузок | Экспоненциальному распределению |
| в | Отключении одного из двух работающих трансформаторов в режиме наибольших нагрузок | Равномерному распределению |
| г | Отключении одного из двух работающих трансформаторов в режиме перегрузки | Нормальному распределению |

37. Воздушные линии СЦБ как правило выполняются:

- | | |
|---|--|
| а | Трёхфазными с номинальным напряжением 6(10) кВ |
|---|--|

- б По системе провод-рельс 25 кВ
 - в Однофазными с номинальным напряжением 6 кВ
 - г Четырехпроводными с номинальным напряжением 0,4 кВ
38. Для линий ДПР обычно используется:
- а Консольное питание
 - б Продольное электроснабжение
 - в Повторно-кратковременный режим работы
 - г Двухстороннее питание
39. Подключение ВЛ СЦБ осуществляется:
- а К шинам 6(10) кВ системы собственных нужд тяговых подстанций через специальный повышающий трансформатор
 - б К шинам 6(10) кВ системы собственных нужд тяговых подстанций
 - в К шинам 0,4 кВ системы собственных нужд тяговых подстанций
 - г К шинам 0,4 кВ системы собственных нужд тяговых подстанций через специальный повышающий трансформатор
40. Допустимая длительность перерыва электроснабжения для потребителей второй категории надежности определяется:
- а Временем действия релейной защиты и автоматическим вводом резерва
 - б Временем включения резервного дизель-генераторного агрегата
 - в Временем выезда оперативно-выездной бригады и проведением ручных переключений
 - г 24 часа
41. Технологические потери электроэнергии включают:
- а Условно-постоянные и нагрузочные потери
 - б Нагрузочные потери и потери холостого хода трансформаторов
 - в Условно-постоянные, нагрузочные потери и потери от допустимой погрешности системы учета
 - г Потери на холостой ход трансформаторов, потери в изоляции кабелей и потери от токов утечки через изоляторы воздушных линий
42. Организация работы трансформаторов на двухтрансформаторной подстанции нетяговой сети по критерию минимума потерь электроэнергии заключается в:
- а Отключении одного из двух работающих трансформаторов в режиме наименьших нагрузок
 - б Отключении одного из двух работающих трансформаторов в режиме наибольших нагрузок
 - в Отключении одного из двух работающих трансформаторов в режиме перегрузки
 - г Организации продолжительной параллельной работы двух трансформаторов подстанции

43. Какие составляющие потерь электроэнергии невозможно определить расчётным путём?
- а Технические потери
 - б Фактические потери
 - в Нагрузочные потери
 - г Условно-постоянные потери
44. К какой группе относятся потери в вентильных разрядниках, ОПН и устройствах ВЧ-связи:
- а Нетехнические (коммерческие) потери
 - б Потери, обусловленные погрешностью системы учета
 - в Нагрузочные потери
 - г Условно-постоянные потери
45. Потери, обусловленные допустимой погрешностью системы учета, зависят от погрешностей следующих устройств:
- а Трансформаторов тока, трансформаторов напряжения, счетчиков
 - б Амперметров и вольтметров
 - в Ваттметров и варметров
 - г Терминалов релейной защиты и автоматики
46. При наличии информации об электропотреблении, полученной с помощью АИИС КУЭ, для расчета нагрузочных потерь электроэнергии целесообразно использовать:
- а Метод средних нагрузок
 - б Метод числа часов наибольших потерь мощности
 - в Метод расчетных суток
 - г Метод оперативных расчетов
47. Снижение потерь электроэнергии путем применения устройств поперечной компенсации реактивной мощности определяется:
- а Снижением потребления активной мощности
 - б Увеличением потребления реактивной мощности индуктивного характера
 - в Разгрузкой сети на участке «Центр питания – Источник реактивной мощности»
 - г Снижением активного сопротивления сети
48. Среди составляющих условно-постоянных потерь, наибольшая доля, как правило, приходится на:
- а Потери в соединительных проводах и шинах подстанций
 - б Потери в дополнительном оборудовании
 - в Потери от токов утечки через изоляторы воздушных линий
 - г Потери холостого хода трансформаторов
49. Какой способ включения конденсаторных батарей наиболее эффективен для снижения потерь:
- а Включение конденсаторных батарей как можно ближе к источнику

питания

- б Включение конденсаторных батарей на повышающих подстанциях
- в Включение конденсаторных батарей как можно ближе к устройствам конечного потребления электроэнергии
- г Включение конденсаторных батарей в системе собственных нужд тяговых подстанций

50. При подключении потребителей первой категории надежности необходимо обеспечить:

- а Один независимый источник питания
- б Два независимых источника питания
- в Три независимых источника питания
- г Автономный резервный источник питания

51. Для расчета нагрузочных потерь электроэнергии в сетях напряжением выше 1 кВ не используется метод:

- а Оперативных расчетов
- б Средних нагрузок
- в Оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузках сети
- г Числа часов наибольших потерь мощности

52. Оптимизация мест размыкания распределительных электрических сетей позволяет решить следующие задачи:

- а Снизить коммерческие потери электрической энергии
- б Повысить класс точности систем коммерческого учета электроэнергии
- в Снизить капитальные затраты на сооружение трансформаторных подстанций потребителей
- г Снизить потери электроэнергии при ее передаче

53. Наиболее точные результаты расчета нагрузочных потерь будут получены при использовании метода:

- а Метод средних нагрузок
- б Метод числа часов наибольших потерь мощности
- в Метод расчетных суток
- г Метод оперативных расчетов

54. Фактические (отчетные) потери электроэнергии это:

- а Разность между электроэнергией, отпущенной в сеть с шин электрических станций и от смежных ТСО, и электроэнергией, отпущенной из сети потребителям и израсходованной на производственные нужды
- б Разность между электроэнергией, поступившей в сеть, и технологическими потерями электроэнергии
- в Разность между электроэнергией, поступившей в сеть с шин электрических станций, и электроэнергией, отпущенной из сети потребителям
- г Разность между электроэнергией, произведенной электрическими

станциями ТСО, и электроэнергией, отпущенной из сети потребителям

55. К мероприятиям по снижению коммерческих потерь электрической энергии относится:

- а Замена недогруженных трансформаторов на подстанциях на трансформаторы меньшей мощности
- б Проведение рейдов по выявлению хищений электроэнергии
- в Использование современных программных комплексов для расчета потерь
- г Составление энергетического паспорта территориальной сетевой организации

56. По условию надежности устройства СЦБ относятся к:

- а 1-й категории
- б 2-й категории
- в 3-й категории
- г 3-й особой категории

57. Компенсированные тяговые сети применяются для:

- а Компенсации потерь напряжения в сети внешнего электроснабжения и тяговом трансформаторе, выравнивания напряжений на шинах смежных подстанций и снижения величины уравнительных токов
- б Снижения уровней высших гармоник
- в Снижения потерь холостого хода тяговых трансформаторов
- г Снижения потерь в трансформаторах собственных нужд тяговых подстанций

58. Для резервного питания устройств СЦБ используется:

- а Линия продольного электроснабжения
- б Аккумуляторные батареи на тяговых подстанциях
- в ВЛ СЦБ
- г Контактная сеть

59. Для нормализации уровня высших гармоник в системах внешнего, тягового электроснабжения не применяется:

- а Вывод из работы устройств регулирования напряжения на трансформаторах
- б Улучшение формы кривой сетевого тока
- в Установка силовых резонансных фильтров
- г Нет правильного ответа

60. Снижение потерь электроэнергии в нетяговых сетях позволяет:

- а Увеличить временные интервалы для проведения планово-предупредительных ремонтов оборудования
- б Увеличить пропускную способность электрических сетей, разгрузить основное электрооборудование и выявить резервы мощности для подключения новых потребителей

- в Увеличить КПД электроподвижного состава
г Повысить точность системы учета электрической энергии
61. Соотнесите категории надежности электроснабжения потребителей и допустимое время нарушения электроснабжения:
- I Время действия релейной защиты и автоматики (несколько секунд)
II Время выезда оперативной бригады и проведения ручных переключений (в среднем около получаса)
III До 24 часов
62. Вставить пропущенное слово: в состав технических потерь входят условно-постоянные и «...» потери электроэнергии:
- а Условно-переменные
б Нагрузочные
в Безнагрузочные
г Условно-нагрузочные
63. Решить задачу: Для трансформатора ОМ-2/10/0,23 кВ номинальный ток на низкой стороне составляет:
- а 8,7 А
б 0,2 А
в 0,87 А
г 2 А

Вопросы для подготовки к тестовым заданиям:

1. Схемы питания контактной сети. Посты секционирования. Посты параллельного соединения.
2. Продольная компенсация. Принципиальная схема и векторная диаграмма.
3. Влияние внешних характеристик тяговых подстанций на процесс рекуперативного торможения. Избыточный ток и избыточная энергия рекуперации.
4. подстанций при соединении обмоток трансформаторов в открытый треугольник.
5. Угол сдвига фазы, коэффициент искажения и коэффициент мощности тяговых нагрузок ж.д. переменного тока.
6. Питание и секционирование контактной сети переменного тока.
7. Питание и секционирование контактной сети переменного тока при соединении обмоток трансформаторов по схеме у/Δ. Векторные диаграммы для токов и напряжений.
8. Схемы соединения обмоток трансформаторов на тяговых подстанциях переменного тока.
9. Влияние мгновенных колебаний и длительных отклонений напряжения от расчётного на работу подвижного состава.
10. Схема питания контактной сети участка эл.ж.д. однофазного тока от шести тяговых подстанций при соединении обмоток трансформатора по схеме открытого треугольника. Векторная диаграмма напряжения контактной сети.
11. Схемы присоединения тяговых подстанций переменного тока к

линиям передачи при трёхфазных трансформаторах.

12. Внешние характеристики тяговых подстанций постоянного тока. Внутреннее эквивалентное сопротивление подстанции. Влияние их на распределение нагрузок между подстанциями.

13. Токораспределение в трансформаторе подстанции переменного тока, соединённом по схеме звезда – треугольник. Векторные диаграммы.

14. Схемы соединения обмоток трансформаторов на тяговых подстанциях переменного тока.

15. Посты секционирования для двухпутных и однопутных участков постоянного тока и переменного тока.

16. Сравнительный анализ методов расчёта системы электроснабжения, основанных на исследовании графика движения поездов.

17. Расчёт токораспределения в тяговой сети при линейных и нелинейных характеристиках тяговых подстанций на постоянном токе.

18. Расчёт средних и эффективных токов фидеров, а также потерь мощности в тяговой сети методом равномерных сечений графика движения поездов.

19. Расчёт потери напряжения в контактной сети до поезда за время его хода по лимитирующему перегону или блок-участку.

20. Расчёт мощности подстанций и сечения проводов контактной сети.

21. Расчёт потенциалов и токов в рельсах на постоянном токе для схемы одностороннего питания с одной нагрузкой.

22. Методы расчёта системы электроснабжения, основанные на анализе графика движения. Особенности применения этих методов при проектировании метрополитена.

23. Расчёт мгновенных схем при переменном токе. Особенности расчёта при продольной компенсации.

24. Расчёт системы электроснабжения методом анализа графика движения.

25. Падение и потеря напряжения в тяговой сети переменного тока. Расчёт.

26. Определение мгновенной потери мощности в контактной сети. Влияние схемы питания на потери мощности.

27. Расчёт мгновенных схем на постоянном токе при неравных напряжениях шинах подстанций.

28. Средние потери напряжения. Расчёт их методом характерных сечений графика движения поездов.

29. Расчёт потенциалов рельс – земля и токов в рельсах на участке с двухсторонним питанием тяговой сети (пост. ток).

30. Расчёт нагрузок фидеров методом характерных сечений графика движения.

31. Расчёт токораспределения в тяговой сети при узловых схемах методом фиктивной подстанции.

32. Построение зависимостей тока фидера и потерь мощности в тяговой сети от времени при помощи методов анализа графика движения.

33. Характеристики тяговых двигателей. Режимы ведения поезда. Тяговые задачи.