

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тяговые и трансформаторные подстанции

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим
Валерьевич
Дата: 29.04.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) “Тяговые и трансформаторные подстанции” является:

- сформировать у студентов представления о предмете тяговые и трансформаторные подстанции, и методах их сооружения и эксплуатационного обслуживания;
- изучить студентами электрические аппараты, уметь рассчитать параметры заземляющего устройства и средства защиты от прямых ударов молнии; определить необходимую мощность трансформатора собственных нужд, выбрать аккумуляторную батарею с зарядным устройством; разработать чертежи размещения оборудования на территории и в здании тяговой подстанции; оценить (по укрупненным показателям стоимости) капитальные затраты, связанные с сооружением тяговой подстанции; использовать ЭВМ для расчетов токов к. з., переходных процессов при коммутации электрических цепей переменного и постоянного тока. Пользоваться Интернетом и компьютерными технологиями;
- освоение студентами конструктивного выполнения тяговых и трансформаторных подстанций, работой их устройств, основами эксплуатации и методами проектирования тяговых и трансформаторных подстанций.

Задачами дисциплины (модуля) “Тяговые и трансформаторные подстанции” является:

- овладение методологией проектирования тяговых подстанций, принципами построения схем главных электрических соединений и назначение каждого элемента в схеме;
- схемы соединений и конструктивное выполнение понизительных и преобразовательных трансформаторов тяговых подстанций; конструкции изоляторов и токоведущих частей; условия выбора электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей; принципы работы устройств для повышения качества электроэнергии; методы расчета заземляющих устройств и устройств защиты от перенапряжений;
- овладение организацией технического обслуживания и ремонта, особенностями процесса восстановления электрической прочности межконтактных промежутков коммутационных аппаратов для характерных случаев отключения токов к. з. и нагрузки;
- овладение перспективой современной электроэнергетики, путями ее развития, энергетическими программами;

- овладение проблемами экологии, связанными с развитием электроэнергетики, технологиями обработки результатов испытаний, элементами экономического анализа при сравнении вариантов технических решений;

- приобретение знаний и навыков по надёжному обслуживанию и эффективной работе тяговых и трансформаторных подстанций системы электрифицированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы электроснабжения железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-3 - Способен проводить разработку и экспертизу проектов систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов, их отдельных элементов и технологических процессов, в том числе, с использованием систем автоматизированного проектирования?.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- принципы построения схем главных электрических соединений тяговых подстанций и назначение каждого элемента в схеме;
- методы расчета токов симметричных и несимметричных к. з.
- принципы действия и конструктивное выполнение основных электрических аппаратов постоянного и переменного тока;
- схемы соединений и конструктивное выполнение понизительных и преобразовательных трансформаторов тяговых подстанций;
- конструкции изоляторов и токоведущих частей;
- условия выбора электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей;
- методы расчета заземляющих устройств и устройств защиты от перенапряжений.

Уметь:

- составить схему главных электрических соединений тяго-вой подстанции;
- рассчитать токи к. з., необходимые для, выбора основных электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей;
- выбрать электрические аппараты, изоляторы и токоведущие части;
- определить необходимую мощность трансформатора собственных нужд, выбрать аккумуляторную батарею с заряд-ным устройством;
- оценить (по укрупненным показателям стоимости) капи-тальные затраты, связанные с сооружением теговой подстанции;

Владеть:

- конструктивным выполнением распределительных уст-ройств и типовых ячеек распределительных устройств всех напряжений постоянного и переменного тока;
- особенностями процесса восстановления электрической прочности межконтактных промежутков коммутационных ап-паратов для характерных случаев отключения токов к. з. и нагрузки;

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	160	80	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	80	48	32
Занятия семинарского типа	80	32	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации

образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 164 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие вопросы энергетики. Электрификация транспорта, назначение и место тяговой подстанции в системе «Электрический транспорт». Основные параметры источников энергии, приёмников и потребителей. Генераторы, трансформаторы, линии электропередач, распределительные сети их типы, назначение и основные параметры. Связь основных параметров электрических сетей, генераторов и трансформаторов.
2	Типы электрических станций и их технологические схемы. Основные характеристики генераторов. Понятия об устройстве и назначении систем с автоматическим регулированием возбуждения генераторов. Силовые и преобразовательные трансформаторы. Основные характеристики. Типы трансформаторов. Допускаемые длительные и кратковременные перегрузки.
3	Схемы внешнего электроснабжения тяговых подстанций от электрической системы. Классификация тяговых подстанций. Особенности систем внешнего электроснабжения тяговых подстанций электрического транспорта
4	Процесс короткого замыкания в электрической системе. Виды коротких замыканий. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Способы уменьшения последствий коротких замыканий.
5	Режимы работы нейтрали. Краткие сведения об особенностях работы трехфазных сетей с незаземленными нейтралью, заземленными через дугогасительные катушки, резисторы и заземленными наглухо. Основные виды коротких замыканий в трехфазных системах, векторные диаграммы токов и напряжений.
6	Переходный процесс. Переходный процесс при трёхфазном коротком замыкании в цепи, питающейся от электрической системы неограниченной мощности. Математическая модель для анализа изменения полного тока КЗ и его составляющих во времени.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Ударный ток короткого замыкания и определение его значения. Значения ударного коэффициента и постоянной времени цепи в зависимости от удаленности места короткого замыкания.
7	Несимметричные короткие замыкания. Понятие о несимметричных коротких замыканиях. Соотношение между токами короткого замыкания при различных видах короткого замыкания. Определение тока двухфазного к. з. Расчет токов короткого замыкания в установках до 1000 В., за преобразовательным трансформатором, на шинах выпрямленного тока и в удаленной точке тяговой сети.
8	Общие положения в методах расчёта токов короткого замыкания. Основные упрощения, принимаемые в практических методах вычислений токов короткого замыкания. Понятие относительной системы единиц. Исходные данные для определения величины токов короткого замыкания. Сопроотивления элементов цепи короткого замыкания в различных расчётных системах единиц. Составление схем замещения цепи КЗ и преобразование их к расчётной схеме. Определение результирующего сопротивления цепи короткого замыкания в избранной системе единиц.
9	Частные случаи при вычислении токов короткого замыкания. Вычисление периодической составляющей и ударного тока трёхфазного короткого замыкания. Предельные значения ударного коэффициента. (1 час). Понятие о несимметричных коротких замыканиях. Соотношение между токами короткого замыкания при различных видах несимметричных коротких замыканий. Определение тока двухфазного короткого замыкания. (1 час). Особенности расчета токов короткого замыкания в установках до 1000 В., за преобразовательным трансформатором, на шинах выпрямленного тока и в удаленной точке тяговой сети.
10	Физические основы электродинамического и термического действия токов короткого замыкания. Определение сил, действующих на проводники в системе трёхфазного переменного тока. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов, шин, кабелей. Проверка на механическую прочность шинных конструкций.
11	Нагрев аппаратов и токоведущих частей. Нагрев аппаратов и токоведущих частей рабочим током. Допускаемые температуры нагрева. Понятие о тепловом импульсе при кратковременном нагреве током короткого замыкания. Определение температуры нагрева токоведущих частей при КЗ. Термическая стойкость аппаратов, шин, кабелей.
12	Аппараты с рабочим напряжением выше 1000 В. Требования, предъявляемые к аппаратам с рабочим напряжением выше 1000 В. Назначение, типы и основные технические параметры аппаратов: разъединители, отделители, короткозамыкатели, реакторы, выключатели, разрядники (ограничители перенапряжений), трансформаторы тока и напряжения.
13	Аппараты с рабочим напряжением ниже 1000 В. Требования, предъявляемые к аппаратам с рабочим напряжением до 1000 В. Назначение, типы и основные технические параметры аппаратов: рубильники, автоматические электромагнитные и вакуумные выключатели, трансформаторы тока, электроизмерительные приборы и приборы учёта электрической энергии, средства защиты и автоматики.
14	Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Трансформаторы напряжения. Назначение, характеристики, погрешности, схемы соединений трансформаторов напряжения, цепи

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	напряжения тяговой подстанции. Типы и конструкции трансформаторов напряжения. Трансформаторы тока, назначение, характеристики, векторная диаграмма, работа в штатном и аварийном режимах, погрешности. Применение трансформаторов тока в качестве источников оперативного тока. Типы и конструкции трансформаторов тока.
15	Выбор аппаратов и токоведущих частей. Общие параметры для выбора проводников, шин, коммутирующих и защитных аппаратов электроустановок. Выбор измерительных трансформаторов. Выбор предохранителей высокого напряжения. Выбор реакторов и разрядников. Выбор предохранителей и автоматических выключателей в электроустановках установках до 1000 В.
16	Заземляющие устройства. Защитное заземление на тяговых подстанциях. Естественные и искусственные заземлители. Наружный и внутренний контур заземления в РУ переменного и выпрямленного тока. Расчет защитного заземления. Грозозащита. Расчет и выбор защит от прямых ударов молнии.
17	Схемы тяговых подстанций. Схемы первичной коммутации тяговых подстанций. Требования, предъявляемые к электрическим схемам станций и подстанций. Сборные шины, схемы присоединения различных потребителей к сборным шинам. Секционирование сборных шин разъединителями и выключателями. Схема с двумя системами сборных шин с обходным выключателем. Примеры условного изображения отдельных элементов электрических цепей тяговых подстанций: схемы первичного питания, вводы, преобразователи, распределительные устройства выпрямленного тока, собственные нужды. Однолинейные и трёхлинейные схемы коммутации. Однолинейная схема как основной документ тяговой подстанции.
18	Собственные нужды тяговых подстанций. Общие сведения о собственных нуждах подстанций. Классификация потребителей и источники питания собственных нужд переменного тока. Схема устройства для различных типов подстанций. Собственные нужды постоянного тока. Типы аккумуляторов. Режимы работы и способы заряда аккумуляторных батарей. Выбор батареи. Типы зарядных агрегатов и подзарядных агрегатов. Источники оперативного переменного тока.
19	Компоновка оборудования на тяговых подстанциях и конструкции тяговых подстанций. Основные требования правил устройства электроустановок и правил техники безопасности к планировке и конструкции тяговых подстанций. Типы и конструкции закрытых и открытых распределительных устройств переменного и выпрямленного тока на тяговых подстанциях. Примеры общих конструктивных решений размещения оборудования на тяговых подстанциях электрифицированных железных дорог, метрополитенов, трамвая и троллейбуса, промышленного транспорта (карьер, заводы и т.п.), установка силовых трансформаторов, выпрямителей и другого оборудования.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
20	Монтаж тяговых подстанций. Организация монтажных работ. Основные монтажные механизмы, оборудование и приспособления, инструменты. Технология монтажных работ: примеры монтажа трансформаторов, выпрямителей, распределительных устройств, кабелей и проводов (основные правила, нормы, способы и приемы). Наладка и испытания оборудования тяговых подстанций (виды и объёмы испытаний, нормы, методы, приборы и схемы испытаний). Приемо-сдаточная документация при вводе в эксплуатацию.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование режимов работы нейтралей электроустановок. Рассматриваемые вопросы: - электрические сети с изолированными и компенсированными нейтралями; - электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями.
2	Производство оперативных переключений на тяговых подстанциях. Рассматриваемые вопросы: - схемы распределительных устройств 110 (220) кВ тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 35 кВ тяговых подстанций; - хемы распределительных устройств 10 (6) кВ тяговых подстанций; распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.
3	Исследование возможности увеличения номинального тока отключения Рассматриваемые вопросы: - возможности увеличения номинального тока отключения составного выключателя, образованного путем последовательного соединения двух стандартных выключателей: переменного тока; - возможности увеличения номинального тока отключения составного выключателя, образованного путем последовательного соединения двух стандартных выключателей: постоянного тока.
4	Исследование работы сглаживающего устройства тяговой подстанции Рассматриваемые вопросы: - исследование влияния сглаживающего устройства тяговой подстанции на процесс отключения тока к. з. фидерным выключателем постоянного тока; - исследование влияния сглаживающего устройства тяговой подстанции на качество выпрямленного напряжения тяговой подстанции.
5	Исследование влияния параметров отключаемой цепи переменного тока Рассматриваемые вопросы: - исследование влияния параметров отключаемой цепи переменного тока на величину восстанавливающегося напряжения; - исследование влияния параметров отключаемой цепи к. з. переменного тока на частоту восстанавливающегося напряжения.
6	Исследование процесса отключения тока к. з. выключателями переменного тока с дугогашением. Рассматриваемые вопросы: - исследование процесса отключения тока к. з. электромагнитным выключателем переменного тока; - исследование процесса отключения тока к. з. масляным выключателем переменного тока.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Исследование процесса отключения тока к. з. бесконтактными и контактно-вентильными выключателями. Рассматриваемые вопросы: - исследование процесса отключения тока к. з. бесконтактным и контактно- вентильным выключателем переменного и постоянного тока; - облегчение отключения тока к. з в сетях постоянного тока диодными и тиристорными устройствами; - исследование процесса бесконтактного переключения режимов выпрямительно-инверторного преобразователя.
8	Исследование энергетических характеристик понижающих и преобразовательных трансформаторы тяговых подстанций. Рассматриваемые вопросы: - понижающие трансформаторы тяговых подстанций переменного тока 27,5 и 2х27,5 кВ; - особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов; - полупроводниковые неуправляемые и управляемые выпрямительные преобразователи постоянного тока 3,3 и 0,825 кВ.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Режимы нейтралей электрических сетей. Рассматриваемые вопросы: - электрические сети с изолированными и компенсированными нейтралями; - векторные диаграммы токов и напряжений при замыкании одной фазы наземлю в сети с изолированными и компенсированными нейтралями; - электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями; - технико-экономические обоснования использования электрических сетей с изолированными, компенсированными, заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями при различных номинальных напряжениях.
2	Режимы перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными и компенсированными нейтралями. Рассматриваемые вопросы: - переходные процессы в режиме перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными нейтралями; - переходные процессы в режиме перемежающейся дуги в электрических сетях с компенсированными нейтралями; - векторные диаграммы токов и напряжений в режиме перемежающейся дуги.
3	Расчет тока трехфазного к. з. в заданной точке тяговой подстанции. Рассматриваемые вопросы: - составление схемы замещения для расчета трехфазного к. з. в заданной точке электрической системы; - определение результирующего сопротивления цепи к. з.; - оценка удаленности трехфазного к. з. в заданной точке; - расчет тока трехфазного к. з.
4	Расчет двухфазного тока к. з. Рассматриваемые вопросы: - составление схемы замещения прямой и обратной последовательности; - расчет удаленного тока двухфазного к. з. упрощенным методом; - расчет неудаленного двухфазного к. з. методом типовых кривых; - векторные диаграммы токов и напряжений в точках двухфазных коротких замыканий.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
5	Расчет однофазного тока к. з. Рассматриваемые вопросы: - составление схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности; - расчет удаленного тока однофазного к. з. упрощенным методом; - расчет неудаленного однофазного к., з. методом типовых кривых; - векторные диаграммы токов и напряжений в точках однофазных коротких замыканий.
6	Расчет тока двухфазного к. з на землю. Рассматриваемые вопросы: - составление схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности; - расчет удаленного тока двухфазного к.з. на землю упрощенным методом; - расчет тока к.з. неудаленного двухфазного на землю методом типовых кривых; - векторных диаграммы токов и напряжений в точке двухфазного к. з на землю.
7	Расчет тока к. з. на шинах РУ 3,3 кВ и РУ 0,825 тяговой подстанции постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - схемы 6- и 12-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций; - внешняя характеристика 6- и 12-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций в рабочем режиме; - внешняя характеристика 6- и 12-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций в режиме короткого замыкания; - переходные режимы и расчет максимальных токов к.з.
8	Оценка электродинамической и термической стойкости электрооборудования тяговых подстанций. Рассматриваемые вопросы: - определение электродинамической стойкости шинных конструкций и кабелей в заданной схеме электроустановки по данным расчетов трехфазного к.з.; - определение термической стойкости шинных конструкций и кабелей в заданной схеме электроустановки по данным расчетов трехфазного к.з.; - выбор токоведущих частей, изоляторов, шин, кабелей; - выбор коммутационных электрических аппаратов (выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, предохранителей, токоограничителей).
9	Расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя постоянного тока Рассматриваемые вопросы: - расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя при заданном законе изменения напряжения на дуге; - расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя при отсутствии разрядного устройства; - расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя при наличии разрядного устройства.
10	Расчет параметров восстанавливающегося напряжения при отключении характерных цепей переменного тока Рассматриваемые вопросы: - расчет параметров восстанавливающегося напряжения при отключении цепи переменного тока идеальным выключателем; - расчет параметров восстанавливающегося напряжения при отключении цепи переменного тока выключателем шунтированным активным сопротивлением.
11	Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции в соответствии с заданными условиями. Рассматриваемые вопросы: - схемы внешнего электроснабжения тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 110 (220) кВ тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 35 кВ тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 10 (6) кВ тяговых подстанций;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- схемы распределительных устройств 27,5 и 2 X27,5 кВ тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 3,3 кВ тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 0,825 кВ метрополитенов; - разработка последовательности производства основных переключений в схемах распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.
12	Источники электрической энергии собственных нужд - определение мощности трансформаторов собственных нужд тяговой подстанции; - схемы питания потребителей собственных нужд тяговых подстанций постоянного и переменного тока; - выбор мощности трансформатора собственных нужд; - выбор аккумуляторной батареи, зарядного и подзарядного преобразователей.
13	Измерительные трансформаторы - классификация и основные параметры трансформаторов тока применяемых на тяговых подстанциях, их выбор; - классификация и основные параметры трансформаторов напряжения, применяемых на тяговых подстанциях, их выбор; - трансреакторы.
14	Отключение цепи переменного тока высоковольтным выключателем с дугогашением. Рассматриваемые вопросы: - восстановление напряжения на полюсах выключателя переменного тока; - определение возвращающегося напряжения при отключении различных видов к. з. в трехфазной сети; - отключение цепи постоянного тока выключателем с дугогашением; - энергия, выделяемая в дуге выключателя при отключении; - особенности отключения выключателем тяговой нагрузки; - бездуговое отключение цепей переменного тока; - бездуговое отключение цепей постоянного тока; - разрядные устройства.
15	Понижающие и преобразовательные трансформаторы тяговых подстанций. Рассматриваемые вопросы: - понижающие трансформаторы тяговых подстанций переменного тока 27,5 и 2x27,5 кВ; - особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов; - полупроводниковые неуправляемые выпрямительные преобразователи постоянного тока 3,3 и 0,825 кВ; - полупроводниковые управляемые выпрямительные и выпрямительно-инверторные преобразователи постоянного тока 3,3 и 0,825 кВ.
16	Обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций со смежными и питающими сетями Рассматриваемые вопросы: - обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с электрическими сетями; - обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с линиями связи и устройствами СЦБ; - сглаживающие фильтры тяговых подстанций.
17	Средства повышения качества электроэнергии на тяговых подстанциях постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях переменного тока;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях постоянного тока; - регулирование напряжения на тяговых подстанциях переменного и постоянного тока; - устройства поперечной и продольной емкостной компенсации.
18	Конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций. Рассматриваемые вопросы: - общие требования к конструкциям открытых и закрытых распределительных устройств. Распределительные устройства 220, 110 кВ; - конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций 35, 10, 6 кВ; - конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций 27, 5 и 2х25 кВ; - конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций постоянного тока 3, 3 и 0,825 кВ.
19	Расчет параметров заземляющего устройства тяговой подстанции. Рассматриваемые вопросы: - рабочее и защитное заземление тяговых подстанций переменного и постоянного тока; - расчет заземляющих устройств тяговых подстанций переменного (27,5 и 2х27,5 кВ) и постоянного тока 3,3 кВ.
20	Методы технического обслуживания и ремонта тяговых подстанций. Рассматриваемые вопросы: - измерения, учет энергии на тяговых подстанциях; - схемы управления, сигнализации и контроля; - электромагнитные и механические блокировки безопасности; - правила техники безопасности и противопожарной безопасности при эксплуатации тяговых подстанций.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к лабораторным работам
2	подготовка к практическим занятиям
3	работа с лекционным материалом и литературой
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Примерный перечень тем курсовых проектов представлен в Приложении 1 к рабочей программе. При выполнении проекта: рассчитать токи короткого замыкания в характерных точках тяговой подстанции; составить однолинейную схему тяговой подстанции; выбрать основное электрооборудование тяговой подстанции; составить план размещения основного электрооборудования тяговой подстанции. Варианты исходных условий определяются заданием к курсовому проекту (примеры заданий см. Приложение 1). Различия определяются:

- типом подстанции
- схемой внешнего электроснабжения
- мощностью понизительных и преобразовательных трансформаторов
- количеством фидеров тяговой сети

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Штин, А. Н. Тяговые и трансформаторные подстанции: курс лекций : учебное пособие / А. Н. Штин, Ю. П. Неугольников. — Екатеринбург : , 2021. — 170 с.	https://e.lanbook.com/book/246842 (дата обращения: 31.01.2024).
2	Наумов, И. В. Расчет и выбор оборудования районных трансформаторных подстанций : учебное пособие / И. В. Наумов, Т. Б. Лещинская, Д. А. Иванов. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2012. — 96 с. — ISBN 978-5-91777-071-0.	https://e.lanbook.com/book/133346 (дата обращения: 21.02.2024).
3	Марков, В. С. Электрические схемы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов сети 6–10 кВ / В. С. Марков ; Под ред.: Вайтеленок Л. В.. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 108 с. — ISBN 978-5-507-44992-7.	https://e.lanbook.com/book/275522 (дата обращения: 21.02.2024).
4	Пузина, Е. Ю. Схемы распределительных устройств тяговых подстанций : учебное пособие / Е. Ю. Пузина. — Иркутск : ИрГУПС, 2022. — 84 с.	https://e.lanbook.com/book/342119 (дата обращения: 31.01.2024).
5	Кондратьев, Ю. В. Коммутационное оборудование тяговых и трансформаторных подстанций : учебно-методическое пособие / Ю. В. Кондратьев, В. Л. Незевак. — Омск : ОмГУПС, 2020 — Часть 3 — 2020. — 23 с.	https://e.lanbook.com/book/165663 (дата обращения: 31.01.2024).
6	Марикин, А. Н. Тяговые и трансформаторные подстанции 2: Методические указания к лабораторным работам : методические указания / А. Н. Марикин, В. М. Федоров, О. В. Хвостова. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 36	https://e.lanbook.com/book/93838 (дата обращения: 31.01.2024).

7	Аппаратура тяговых и трансформаторных подстанций : учебное пособие / составитель Е. Ю. Пузина. — Иркутск : ИрГУПС, 2017. — 180 с.	https://e.lanbook.com/book/134713 (дата обращения: 31.01.2024).
8	Марикин, А. Н. Тяговые и трансформаторные подстанции: методические указания к выполнению курсового проекта по специальности "Электроснабжение железных дорог" : методические указания / А. Н. Марикин, В. М. Федоров, Ю. П. Васильев. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012. — 40 с.	https://e.lanbook.com/book/41108 (дата обращения: 31.01.2024).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Маркепная доска или проектор.

Оборудования для лааборатоных работ по дисциплине Тяговые и трансформаторные подстанции.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Курсовой проект в 7 семестре.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

М.П. Бадёр

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин