

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
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 ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 3221

Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим
Валерьевич

Дата: 01.10.2026

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 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	<p>Монтаж тяговых подстанций.</p> <p>Организация монтажных работ.</p> <p>Основные монтажные механизмы, оборудование и приспособления, инструменты.</p> <p>Технология монтажных работ: примеры монтажа трансформаторов, выпрямителей, распределительных устройств, кабелей и проводов (основные правила, нормы, способы и приемы).</p> <p>Наладка и испытания оборудования тяговых подстанций (виды и объёмы испытаний, нормы, методы, приборы и схемы испытаний).</p> <p>Приемо-сдаточная документация при вводе в эксплуатацию.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Исследование режимов работы нейтралей электроустановок.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрические сети с изолированными и компенсированными нейтралями; - электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями.
2	<p>Производство оперативных переключений на тяговых подстанциях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> схемы распределительных устройств 110 (220) кВ тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 35 кВ тяговых подстанций; - хемы распределительных устройств 10 (6) кВ тяговых подстанций; <p>распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.</p>
3	<p>Исследование возможности увеличения номинального тока отключения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Исследование работы сглаживающего устройства тяговой подстанции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Исследование влияния параметров отключаемой цепи переменного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Исследование процесса отключения тока к. з. выключателями переменного тока с дугогашением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Исследование процесса отключения тока к. з. бесконтактными и контактно-вентильными выключателями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Исследование энергетических характеристик понижающих и преобразовательных трансформаторы тяговых подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Режимы нейтралей электрических сетей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Режимы перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными и компенсированными нейтралями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет тока трехфазного к. з. в заданной точке тяговой подстанции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет двухфазного тока к. з.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет однофазного тока к. з.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет тока двухфазного к. з на землю.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет тока к. з. на шинах РУ 3,3 кВ и РУ 0,825 тяговой подстанции постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Оценка электродинамической и термической стойкости электрооборудования тяговых подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя постоянного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет параметров восстанавливающегося напряжения при отключении характерных цепей переменного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Выбор рациональных схем распределительных устройств тяговой подстанции в соответствии с заданными условиями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
	<ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях переменного тока;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях постоянного тока; - регулирование напряжения на тяговых подстанциях переменного и постоянного тока; - устройства поперечной и продольной емкостной компенсации.
18	<p>Конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие требования к конструкциям открытых и закрытых распределительных устройств. <p>Распределительные устройства 220, 110 кВ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Расчет параметров заземляющего устройства тяговой подстанции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Методы технического обслуживания и ремонта тяговых подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

1. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.
2. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.
3. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 40 МВА.
4. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока напряжением 2х25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

5. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

6. Проект опорной тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 22,8 МВА.

7. Проект опорной тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 26,86 МВА.

8. Проект концевой тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

9. Проект концевой тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

10. Проект концевой тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 40 МВА.

11. Проект концевой тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

12. Проект концевой тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

13. Проект концевой тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 40 МВА.

14. Проект концевой тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 22,8 МВА.

15. Проект концевой тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 26,86 МВА.

16. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

17. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

18. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 40 МВА.

19. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

20. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

21. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 22,8 МВА.

22. Проект промежуточной транзитной тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 26,86 МВА.

23. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

24. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

25. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции переменного тока напряжением 25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 40 МВА.

26. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 16 МВА.

27. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции переменного тока напряжением 2?25 кВ с суммарной мощностью понижающих трансформаторов 25 МВА.

28. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 22,8 МВА.

29. Проект промежуточной на ответвлениях тяговой подстанции постоянного тока напряжением 3 кВ с суммарной номинальной мощностью преобразовательных агрегатов 26,86 МВА.

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.	https://e.lanbook.com/book/246842 (дата обращения: 31.01.2024).

	Штин, Ю. П. Неугольников. — Екатеринбург : , 2021. — 170 с.	
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, комьютерное оборудование

Оборудования для лаборатоных 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:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»
Института железнодорожного
транспорта

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

Н.А. Андриянова