

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: 16.04.2024

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;
- 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

Уметь:

оценивать и выбирать рациональные технологические режимы работы тяговых и трансформаторных подстанций; использовать на практике теоретические знания о технических характеристиках и конструктивных особенностях основных элементов тяговых и трансформаторных подстанций

Владеть:

конструктивным выполнением распределительных устройств и типовых ячеек распределительных устройств всех напряжений постоянного и переменного тока;

Знать:

- методы расчета токов симметричных и несимметричных к. з.
- условия выбора электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей;
- методы расчета заземляющих устройств и устройств защиты от перенапряжений.

Уметь:

- составить схему главных электрических соединений тяговой 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 зарядным устройством;
- оценить (по укрупненным показателям стоимости) капитальные затраты, связанные с сооружением теговой подстанции;

Владеть:

: навыками расчета мощности и выбора типа понижающего трансформатора и преобразовательного агрегата; составления схем главных электрических соединений тяговых и трансформаторных подстанций; навыками выбора и проверки электрооборудования подстанций;

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	<p>Общие сведения об энергетических, электроэнергетических системах и электрических сетях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - краткий обзор состояния и развития электрификации народного хозяйства и железнодорожного транспорта России; - энергетическая программа, основные понятия, терминология; - номинальные напряжения и номинальные токи электроустановок, источники энергии - электрические станции; - основные режимы и показатели работы электроэнергетических системы, проблемы экологии; - режимы работы нейтралей электрических сетей (изолированные, компенсированные, заземленные и эффективно-заземленные электрические сети), технико-экономические обоснования их использования при различных номинальных напряжениях.
2	<p>Схемы внешнего электроснабжения и распределительных устройств тяговых подстанций</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схемы внешнего электроснабжения тяговых подстанций; - схемы распределительных устройств 110 (220) кВ; - схемы распределительных устройств 35 кВ и 10 (6) кВ; - схемы распределительных устройств 27,5 и 2X X27,5 кВ; - схемы распределительных устройств 3,3 и 0,825 кВ.
3	<p>Короткие замыкания в электрических сетях переменного и постоянного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - виды замыканий в электрических сетях переменного тока, их причины и последствия, основные расчетные соотношения; - сопротивления элементов цепи при трех-, двух- и однофазн к. з.; - неудаленные и удаленные к. з. ; - переходный режим короткого замыкания, расчетный вид к. з.; - система относительных единиц, относительные со-противления, переход от обычных к относительным сопротив-лениям; - практические методы расчета трехфазного к. з. в сетях с выше 1000 В; - расчет токов к. з. в цепях 380/220 В собственных нужд тяговых подстанций; - несимметричные короткие замыкания, сопротивления прямой, обратной и нулевой после-довательностей элементов цепи к. з.; - схемы замещения для симметричных составляющих токов и расчеты несимметричных к.з. ; - комплексные схемы замещения, трансформация симметричных составляющих токов и напряжений; - особенности расчетов токов к. з. в РУ 27,5 кВ и РУ 2х27,5 кВ; - особенности расчетов к. з. в РУ 3,3 и в РУ 0,825 кВ постоянного тока; - электродинамическое и термическое действия то-ков к. з.; - режимные и активные методы ограничения токов к.з.; - выбор электрических аппаратов и токоведущих частей.
4	<p>Измерительные трансформаторы Изоляторы, шины, кабели, реакторы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация измерительных трансформаторов, применяемых на тяговых подстанциях; - основные параметры трансформаторов тока, трансформаторов напряжения; - измерительные трансформаторы постоянного тока и напряжения, трансреакторы, изоляторы, шины, кабели, реакторы, их выбор.
5	<p>Электрическая дуга. Коммутационные электрические аппараты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие сведения, электрическая дуга и ее основные свойства и характеристики, физические процессы в столбе дуги; - отключение цепи переменного тока высоковольтным выключателем с дугогашением; - восстановление напряжении на полюсах выключателя переменного тока; - определение возвращающегося напряжения при отключении различных видов к. з. в трехфазной сети; - высоковольтные выключатели переменного тока с дугогашением; - общие принципы отключения цепей постоянного тока; - отключение цепи постоянного тока выключателем с дугогашением, энергия, выделяемая в дуге выключателя при отключении; - особенности отключения выключателем тяговой нагрузки; - автоматические быстродействующие выключатели постоянного тока, разрядные устройства; - бездуговое отключение цепей переменного и посто-янного тока; - разъединители, отделители, короткозамыкатели, предохранители, токоограничители; - приводы электрических аппаратов; - применение ЭВМ для расчетов переходных про-цессов при коммутации цепей переменного и постоянного тока.
6	<p>Понижающие трансформаторы и преобразовательные агрегаты 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; - автотрансформаторы, режимы их работы; - преобразовательные трансформаторы тяговых подстанций 3,3 кВ; - полупроводниковые выпрямительные преобразователи (регулируемые и нерегулируемые); - полупроводниковые выпрямительно-инверторные преобразователи; - компенсация реактивной мощности на тяговых под-станциях постоянного тока;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - регулирование напряжения на тяговых подстанциях переменного и постоянного тока; - устройства поперечной и продольной емкостной компенсации; - обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с электрическими сетями; - обеспечение электромагнитной совместимости преобразователей и тяговой сети 3,3 кВ с линиями связи и устройствами СЦБ; - средства повышения качества электроэнергии и обеспечения электромагнитной совместимости.

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 нейтральями; - электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтральями.
2	<p>Производство оперативных переключений на тяговых подстанциях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>схемы распределительных устройств 110 (220) кВ тяговых подстанций;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>Производство оперативных переключений в тяговых ру.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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; - последовательность производства основ-ных переключений в схемах распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.
4	<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.
5	<p>Исследование работы сглаживающего устройства тя-говой 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.
6	<p>Исследование влияния параметров отключаемой цепи переменного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование влияния параметров отключа-емой цепи переменного тока на величину вос-становливающегося напряжения; - исследование влияния параметров отключа-емой цепи к. з. переменного тока на частоту вос-становливающегося напряжения.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	<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.
8	<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.
9	<p>Исследование работы измерительных трансформаторов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные параметры трансформаторов тока применяемых на тяговых подстанциях; - основные параметры трансформаторов напряжения, применяемых на тяговых подстанциях; - трансреакторы.
10	<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.
11	<p>Исследование электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций со смежными и питающими сетями</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с электрическими сетями; - исследование электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с линиями связи и устройствами СЦБ; - исследование сглаживающих фильтров тяговых подстанций.
12	<p>Исследование эффективности средств повышения качества электроэнергии на тяговых подстанциях постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях переменного тока; - компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях постоянного тока. - регулирование напряжения на тяговых подстанциях переменного и постоянного тока; - устройства поперечной и продольной емкостной компенсации.

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 нейтральями; - векторные диаграммы токов и напряжений при замыкании одной фазы на землю в сети с изолированными и компенсированными нейтральями; - электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтральями;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- технико-экономические обоснования использования электрических сетей с изолированными, компенсированными, заземленными, и эффективно-заземленными нейтральными при различных номинальных напряжениях.
2	<p>Режимы перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными и компенсированными нейтральными.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - переходные процессы в режиме перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными нейтральными; - переходные процессы в режиме перемежающейся дуги в электрических сетях с компенсированными нейтральными; - 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 не удаленного двухфазного к. з. методом типовых кривых; - векторные диаграммы токов и напряжений в точках двухфазных коротких замыканий.
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 не удаленного 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. не удаленного 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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>электроустановки по данным расчетов трехфазного к.з.;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - 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	<p>Источники электрической энергии собственных нужд</p> <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	<p>Измерительные трансформаторы</p> <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	<p>Отключение цепи переменного тока высоковольтным выключателем с дугогашением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - бездуговое отключение цепей переменного тока; - бездуговое отключение цепей постоянного тока; - разрядные устройства.
15	<p>Понижающие и преобразовательные 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 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	<p>Обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций со смежными и питающими сетями</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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	<p>Средства повышения качества электроэнергии на тяговых подстанциях постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях переменного тока; - 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

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	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).
3	Марикин, А. Н. Тяговые и трансформаторные	https://e.lanbook.com/book/93838 (дата обращения: 31.01.2024).

	подстанции 2: Методические указания к лабораторным работам : методические указания / А. Н. Марикин, В. М. Федоров, О. В. Хвостова. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 36	
4	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).
1	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).
2	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).
3	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).
4	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).

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).

Меловая (маркерная) доска или проектор
Оборудование для проведения лабораторных работ:

Опорный узел контактной сети КС-200 постоянного тока (М-120+2МФ-100) с рессорным тросом (М-35),

Воздушная стрелка контактных подвесок,

Анкеровка компенсированной цепной подвески с блочно-полиспастным компенсатором,

Консоль изолированная типа КИС,

Фиксаторы прямые и обратные (ФИП и ФИО),

Компенсатор барабанного типа,

Разрядники постоянного и переменного тока,

Изоляторы керамические и полимерные, Секционные изоляторы постоянного и переменного тока,

Секционные разъединители постоянного и переменного тока,

Арматура контактной сети,

Устройство средней анкеровки,

Искровые промежутки и диодные заземлители,

Ограничители перенапряжений.

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 кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

В.А. Фокина

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин