

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 бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические станции и подстанции

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

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: 20.02.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) “Электрические станции и 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) “Электрические станции и 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 систем электроснабжения на основе знаний об особенностях функционирования их основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-2 - Способен проводить экспертизу и проектирование систем электроснабжения, производить необходимые расчеты, в том числе, с применением средств 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 7 з.е. (252 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):	80	48	32
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	32	16
Занятия семинарского типа	32	16	16

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 172 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; - шоминальные напряжения и номинальные токи электроустановок. источники энергии - электрические станции; - основные режимы и показатели работы элетро-энергетических 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 под-станций; - с хемы 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>Типы электрических станций и их технологические схемы.</p> <p>Основные характеристики генераторов.</p> <p>Понятия об устройстве и назначении систем с автоматическим регулированием возбуждения генераторов.</p> <p>Силовые и преобразовательные трансформаторы.</p> <p>Основные характеристики. Типы трансформаторов.</p> <p>Допускаемые длительные и кратковременные перегрузки</p>
4	<p>Процесс короткого замыкания в электрической системе.</p> <p>Виды коротких замыканий.</p> <p>Причины возникновения и последствия коротких замыканий.</p> <p>Способы уменьшения последствий коротких замыканий</p>
5	<p>Электрическая дуга. Коммутационные электрические аппараты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<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 напряжения 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 постоянного тока; - разъединители, отделители, короткозамыкатели, предохранители, токоограничители; - приводы электрических аппаратов; - применение ЭВМ для расчетов переходных процессов при коммутации цепей переменного и постоянного тока.
6	<p>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 удалённой точке тяговой сети</p>
7	<p>Физические основы электродинамического и термического действия токов короткого Определение сил, действующих на проводники в системе трёхфазного переменного тока. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов, шин, кабелей. Проверка на механическую прочность шинных конструкций.</p>
8	<p>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</p>
9	<p>Схемы 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.</p>
10	<p>Компоновка оборудования на тяговых подстанциях и конструкции тяговых Основные требования правил устройства электроустановок и правил техники безопасности к</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>планировке и конструкции тяговых подстанций.</p> <p>Типы и конструкции закрытых и открытых распределительных устройств переменного и выпрямленного тока на тяговых подстанциях.</p> <p>Примеры общих конструктивных решений размещения оборудования на тяговых подстанциях электрифицированных железных дорог, метрополитенов, трамвая и троллейбуса, промышленного транспорта (карьеры, заводы и т.п.), установка силовых трансформаторов, выпрямителей и другого оборудования</p>
11	<p>Собственные нужды подстанций.</p> <p>Общие сведения о собственных нуждах подстанций.</p> <p>Классификация потребителей и источники питания собственных нужд переменного тока.</p> <p>Схема устройства для различных типов подстанций.</p> <p>Собственные нужды постоянного тока.</p> <p>Типы аккумуляторов.</p> <p>Режимы работы и способы заряда аккумуляторных батарей.</p> <p>Выбор батареи. Типы зарядных агрегатов и подзарядных агрегатов.</p> <p>Источники оперативного переменного тока</p>
12	<p>Монтаж подстанций.</p> <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 объемы испытаний, нормы, методы, приборы и схемы испытаний).</p> <p>Приемо-сдаточная документация при вводе в эксплуатацию</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<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.
2	<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.
3	<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;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - расчет неударенного однофазного к. з. методом типовых кривых; - векторные диаграммы токов и напряжений в точках однофазных коротких замыканий.
4	<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. неударенного двухфазного на землю методом типовых кривых; - векторных диаграммы токов и напряжений в точке двухфазного к. з на землю.
5	<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.
6	<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).
7	<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.
8	<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.
9	<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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.
10	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.
11	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.
12	Понижающие и преобразовательные 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 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.
13	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.
14	Средства повышения качества электроэнергии на тяговых подстанциях постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - 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.
15	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;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций постоянного тока 3, 3 и 0,825 кВ.
16	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.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Примерный перечень тем (вариантов) курсовых проектов представлен в Приложении 1 к рабочей программе.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. — 3-е изд., доп. — Москва : НИУ МЭИ, 2018. — 224 с. — ISBN 978-5-7046-1991-8.	https://e.lanbook.com/book/276881 (дата обращения: 17.04.2024).
2	Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 2 частях / В. В. Афонин, К. А. Набатов. — Тамбов : ТГТУ, 2017 — Часть 2 : Электрические станции и подстанции — 2017. — 98 с. — ISBN 978-5-8265-1298-2.	https://e.lanbook.com/book/319826 (дата обращения: 17.04.2024)
3	Колодяжный, В. В. Основы эксплуатации электрических станций и подстанций : учебное пособие для вузов / В. В. Колодяжный. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 224 с. — ISBN 978-5-507-48886-5.	https://e.lanbook.com/book/401090 (дата обращения: 17.04.2024).

4	Электрические станции и подстанции : методические указания / составители Н. В. Ситников, С. А. Горемыкин. — Воронеж : ВГТУ, 2022. — 20 с.	https://e.lanbook.com/book/222713 (дата обращения: 17.04.2024)
---	---	---

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.miiit.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).

Маркерная доска или проектор, компьютерное оборудование

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, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

А.С. Соловьева

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин