

**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 - программа специалитета  
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: 01.09.2026

## 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 железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

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

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

### **Знать:**

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

**Уметь:**

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

**Владеть:**

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

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

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

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

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20       | <p><b>Монтаж тяговых подстанций.</b></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

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <p><b>Исследование режимов работы нейтралей электроустановок.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрические сети с изолированными и компенсированными нейтралями;</li> <li>- электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |
| 2        | <p><b>Производство оперативных переключений на тяговых подстанциях.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>схемы распределительных устройств 110 (220) кВ тяговых подстанций;</li> <li>- схемы распределительных устройств 35 кВ тяговых подстанций;</li> <li>- хемы распределительных устройств 10 (6) кВ тяговых подстанций;</li> </ul> <p>распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.</p>                                      |
| 3        | <p><b>Исследование возможности увеличения номинального тока отключения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможности увеличения номинального тока отключения составного выключателя, образованного путем последовательного соединения двух стандартных выключателей: переменного тока;</li> <li>- возможности увеличения номинального тока отключения составного выключателя, образованного путем последовательного соединения двух стандартных выключателей: постоянного тока.</li> </ul> |
| 4        | <p><b>Исследование работы сглаживающего устройства тяговой подстанции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследование влияния сглаживающего устройства тяговой подстанции на процесс отключения тока к. з. фидерным выключателем постоянного тока;</li> <li>- исследование влияния сглаживающего устройства тяговой подстанции на качество выпрямленного напряжения тяговой подстанции.</li> </ul>                                                                                          |
| 5        | <p><b>Исследование влияния параметров отключаемой цепи переменного тока</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследование влияния параметров отключаемой цепи переменного тока на величину восстанавливающегося напряжения;</li> <li>- исследование влияния параметров отключаемой цепи к. з. переменного тока на частоту восстанавливающегося напряжения.</li> </ul>                                                                                                                         |
| 6        | <p><b>Исследование процесса отключения тока к. з. выключателями переменного тока с дугогашением.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследование процесса отключения тока к. з. электромагнитным выключателем переменного тока;</li> <li>- исследование процесса отключения тока к. з. масляным выключателем переменного тока.</li> </ul>                                                                                                                                                   |

| №<br>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"> <li>- исследование процесса отключения тока к. з. бесконтактным и контактно- вентильным выключателем переменного и постоянного тока;</li> <li>- облегчение отключения тока к. з в сетях постоянного тока диодными и тиристорными устройствами;</li> <li>- исследование процесса бесконтактного переключения режимов выпрямительно-инверторного преобразователя.</li> </ul> |
| 8        | <p>Исследование энергетических характеристик понижающих и преобразовательных трансформаторы тяговых подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понижающие трансформаторы тяговых подстанций переменного тока 27,5 и 2х27,5 кВ;</li> <li>- особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов;</li> <li>- полупроводниковые неуправляемые и управляемые выпрямительные преобразователи постоянного тока 3,3 и 0,825 кВ.</li> </ul>                                                               |

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <p>Режимы нейтралей электрических сетей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрические сети с изолированными и компенсированными нейтралями;</li> <li>- векторные диаграммы токов и напряжений при замыкании одной фазы наземлю в сети с изолированными и компенсированными нейтралями;</li> <li>- электрические сети с заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями;</li> <li>- технико-экономические обоснования использования электрических сетей с изолированными, компенсированными, заземленными, и эффективно-заземленными нейтралями при различных номинальных напряжениях.</li> </ul> |
| 2        | <p>Режимы перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными и компенсированными нейтралями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переходные процессы в режиме перемежающейся дуги в электрических сетях с изолированными нейтралями;</li> <li>- переходные процессы в режиме перемежающейся дуги в электрических сетях с компенсированными нейтралями;</li> <li>- векторные диаграммы токов и напряжений в режиме перемежающейся дуги.</li> </ul>                                                                                                                                                |
| 3        | <p>Расчет тока трехфазного к. з. в заданной точке тяговой подстанции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составление схемы замещения для расчета трехфазного к. з. в заданной точке электрической системы;</li> <li>- определение результирующего сопротивления цепи к. з.;</li> <li>- оценка удаленности трехфазного к. з. в заданной точке;</li> <li>- расчет тока трехфазного к. з.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       |
| 4        | <p>Расчет двухфазного тока к. з.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составление схемы замещения прямой и обратной последовательности;</li> <li>- расчет удаленного тока двухфазного к. з. упрощенным методом;</li> <li>- расчет неудаленного двухфазного к., з. методом типовых кривых;</li> <li>- векторные диаграммы токов и напряжений в точках двухфазных коротких замыканий.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                            |

| №<br>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"> <li>- составление схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности;</li> <li>- расчет удаленного тока однофазного к. з. упрощенным методом;</li> <li>- расчет неудаленного однофазного к., з. методом типовых кривых;</li> <li>- векторные диаграммы токов и напряжений в точках однофазных коротких замыканий.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6        | <p>Расчет тока двухфазного к. з на землю.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составление схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности;</li> <li>- расчет удаленного тока двухфазного к.з. на землю упрощенным методом;</li> <li>- расчет тока к.з. неудаленного двухфазного на землю методом типовых кривых;</li> <li>- векторных диаграммы токов и напряжений в точке двухфазного к. з на землю.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                             |
| 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"> <li>- схемы 6- и 12-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций;</li> <li>- внешняя характеристика 6- и 12-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций в рабочем режиме;</li> <li>- внешняя характеристика 6- и 12-пульсовых выпрямителей тяговых подстанций в режиме короткого замыкания;</li> <li>- переходные режимы и расчет максимальных токов к.з.</li> </ul>                                                                                                                                                                                      |
| 8        | <p>Оценка электродинамической и термической стойкости электрооборудования тяговых подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение электродинамической стойкости шин-ных конструкций и кабелей в задан-ной схеме электроустановки по данным расчетов трехфазного к.з.;</li> <li>- определение термической стойкости шин-ных конструкций и кабелей в заданной схеме электроустановки по данным расчетов трехфазного к.з.;</li> <li>- выбор токоведущих частей, изоляторов, шин, кабелей;</li> <li>- выбор коммутационных электрических аппаратов (выключателей, разъединителей, отделителей, короткозамыкателей, предохранителей, токоограничителей).</li> </ul> |
| 9        | <p>Расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя постоянного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя при заданном законе изменения напряжения на дуге;</li> <li>- расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя при отсутствии разрядного устройства;</li> <li>- расчет энергии, выделяемой в дуге выключателя при наличии разрядного устройства.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10       | <p>Расчет параметров восстанавливающегося напряже-ния при отключении характерных цепей переменного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет параметров восстанавливающегося напряжения при отключении цепи переменного тока идеальным выключателем;</li> <li>- расчет параметров восстанавливающегося напряжения при отключении цепи переменного тока выключателем шунтированным активным сопротивлением.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                |
| 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"> <li>- схемы внешнего электроснабжения тяговых подстанций;</li> <li>- схемы распределительных устройств 110 (220) кВ тяговых подстанций;</li> <li>- схемы распределительных устройств 35 кВ тяговых подстанций;</li> <li>- схемы распределительных устройств 10 (6) кВ тяговых подстанций;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- схемы распределительных устройств 27,5 и 2 X27,5 кВ тяговых подстанций;</li> <li>- схемы распределительных устройств 3,3 кВ тяговых подстанций;</li> <li>- схемы распределительных устройств 0,825 кВ метрополитенов;</li> <li>- разработка последовательности производства основных переключений в схемах распределительных устройств тяговой подстанции на основании данных о ремонте и осмотре отдельных аппаратов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12       | <b>Источники электрической энергии собственных нужд</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение мощности трансформаторов собственных нужд тяговой подстанции;</li> <li>- схемы питания потребителей собственных нужд тяговых подстанций постоянного и переменного тока;</li> <li>- выбор мощности трансформатора собственных нужд;</li> <li>- выбор аккумуляторной батареи, зарядного и подзарядного преобразователей.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13       | <b>Измерительные трансформаторы</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация и основные параметры трансформаторов тока применяемых на тяговых подстанциях, их выбор;</li> <li>- классификация и основные параметры трансформаторов напряжения, применяемых на тяговых подстанциях, их выбор;</li> <li>- трансреакторы.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14       | <b>Отключение цепи переменного тока высоковольтным выключателем с дугогашением.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- восстановление напряжения на полюсах выключателя переменного тока;</li> <li>- определение возвращающегося напряжения при отключении различных видов к. з. в трехфазной сети;</li> <li>- отключение цепи постоянного тока выключателем с дугогашением;</li> <li>- энергия, выделяемая в дуге выключателя при отключении;</li> <li>- особенности отключения выключателем тяговой нагрузки;</li> <li>- бездуговое отключение цепей переменного тока;</li> <li>- бездуговое отключение цепей постоянного тока;</li> <li>- разрядные устройства.</li> </ul> |
| 15       | <b>Понижающие и преобразовательные трансформаторы тяговых подстанций.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- понижающие трансформаторы тяговых подстанций переменного тока 27,5 и 2x27,5 кВ;</li> <li>- особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов;</li> <li>- полупроводниковые неуправляемые выпрямительные преобразователи постоянного тока 3,3 и 0,825 кВ;</li> <li>- полупроводниковые управляемые выпрямительные и выпрямительно-инверторные преобразователи постоянного тока 3,3 и 0,825 кВ.</li> </ul>                                                                                                                                               |
| 16       | <b>Обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций со смежными и питающими сетями</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с электрическими сетями;</li> <li>- обеспечение электромагнитной совместимости оборудования тяговых подстанций с линиями связи и устройствами СЦБ;</li> <li>- сглаживающие фильтры тяговых подстанций.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              |
| 17       | <b>Средства повышения качества электроэнергии на тяговых подстанциях постоянного тока.</b><br>Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>- компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях переменного тока;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- компенсация реактивной мощности на тяговых подстанциях постоянного тока;</li> <li>- регулирование напряжения на тяговых подстанциях переменного и постоянного тока;</li> <li>- устройства поперечной и продольной емкостной компенсации.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 18       | <p><b>Конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие требования к конструкциям открытых и закрытых распределительных устройств.</li> </ul> <p>Распределительные устройства 220, 110 кВ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций 35, 10, 6 кВ;</li> <li>- конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций 27, 5 и 2х25 кВ;</li> <li>- конструктивное выполнение распределительных устройств тяговых подстанций постоянного тока 3, 3 и 0,825 кВ.</li> </ul> |
| 19       | <p><b>Расчет параметров заземляющего устройства тяговой подстанции.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рабочее и защитное заземление тяговых подстанций переменного и постоянного тока;</li> <li>- расчет заземляющих устройств тяговых подстанций переменного (27,5 и 2х27,5 кВ) и постоянного тока 3,3 кВ.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 20       | <p><b>Методы технического обслуживания и ремонта тяговых подстанций.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения, учет энергии на тяговых подстанциях;</li> <li>- схемы управления, сигнализации и контроля;</li> <li>- электромагнитные и механические блокировки безопасности;</li> <li>- правила техники безопасности и противопожарной безопасности при эксплуатации тяговых подстанций.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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 (вариантов) курсовых проектов представлен в Приложении 1 к рабочей программе.

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

| №<br>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.                                                                                                                           | <a href="https://e.lanbook.com/book/246842">https://e.lanbook.com/book/246842</a><br>(дата обращения: 31.01.2024). |
| 2 | Наумов, И. В. Расчет и выбор оборудования районных трансформаторных подстанций : учебное пособие / И. В. Наумов, Т. Б. Лещинская, Д. А. Иванов. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2012. — 96 с. — ISBN 978-5-91777-071-0.                                                             | <a href="https://e.lanbook.com/book/133346">https://e.lanbook.com/book/133346</a><br>(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.                                                         | <a href="https://e.lanbook.com/book/275522">https://e.lanbook.com/book/275522</a><br>(дата обращения: 21.02.2024). |
| 4 | Пузина, Е. Ю. Схемы распределительных устройств тяговых подстанций : учебное пособие / Е. Ю. Пузина. — Иркутск : ИрГУПС, 2022. — 84 с.                                                                                                                                         | <a href="https://e.lanbook.com/book/342119">https://e.lanbook.com/book/342119</a><br>(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.                                                                           | <a href="https://e.lanbook.com/book/165663">https://e.lanbook.com/book/165663</a><br>(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                                                             | <a href="https://e.lanbook.com/book/93838">https://e.lanbook.com/book/93838</a><br>(дата обращения: 31.01.2024).   |
| 7 | Аппаратура тяговых и трансформаторных подстанций : учебное пособие / составитель Е. Ю. Пузина. — Иркутск : ИрГУПС, 2017. — 180 с.                                                                                                                                              | <a href="https://e.lanbook.com/book/134713">https://e.lanbook.com/book/134713</a><br>(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. | <a href="https://e.lanbook.com/book/41108">https://e.lanbook.com/book/41108</a><br>(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](http://www.elibrary.ru))

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.mii.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, компьютерное оборудование

Оборудования для лабораторных работ по дисциплине Тяговые и трансформаторные подстанции.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Курсовой проект в 7 семестре.

Экзамен в 7 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

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

М.П. Бадёр

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова