

**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 трансформаторные подстанции (дополнительные разделы)**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: 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: 167365  
Подписал: заведующий кафедрой Бугреев Виктор Алексеевич  
Дата: 16.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Тяговые трансформаторные подстанции (доп. разделы)» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с СУОС по специальности «Системы обеспечения движения поездов» и приобретение ими:

- знаний о принципах построения схем главных электрических соединений и конструкции тяговых подстанций; методов расчета симметричных и несимметричных токов короткого замыкания; режимов работы подстанций; теории работы и принципы построения электрических аппаратов;

- умений применять расчеты и условия по выбору и проверке электрических высоковольтных аппаратов, токоведущих частей, изоляторов, применять современные технические решения при проектировании реконструкции и строительства новых подстанций; выполнять расчеты и схемы заземляющих устройств тяговых подстанций; применять основные положения современной нормативно-технической документации по тяговым подстанциям;

- навыков организации технического обслуживания и ремонта оборудования тяговых и трансформаторных подстанций; проектирования реконструкции и строительства новых подстанций.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ПК-51** - Способен выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту объектов системы электроснабжения железных дорог;

**ПК-52** - Способен осуществлять оперативное управление работой устройств электроснабжения для передачи электроэнергии потребителям.

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

### **Уметь:**

- умений применять расчеты и условия по выбору и проверке электрических высоковольтных аппаратов, токоведущих частей, изоляторов, применять современные технические решения при проектировании реконструкции и строительства новых подстанций; выполнять расчеты и

схемы заземляющих устройств тяговых подстанций; применять основные положения современной нормативно-технической документации по тяговым подстанциям;

**Знать:**

- знаний о принципах построения схем главных электрических соединений и конструкции тяговых подстанций; методов расчета симметричных и несимметричных токов короткого замыкания; режимов работы подстанций; теории работы и принципы построения электрических аппаратов;

**Владеть:**

- знаний о принципах построения схем главных электрических соединений и конструкции тяговых подстанций; методов расчета симметричных и несимметричных токов короткого замыкания; режимов работы подстанций; теории работы и принципы построения электрических аппаратов;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	20	20
В том числе:		
Занятия лекционного типа	8	8
Занятия семинарского типа	12	12

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 160 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>Раздел 1. Общие сведения о тяговых подстанциях.</p> <p>Назначение и классификация тяговых подстанций. Схемы присоединений тяговых подстанций к сетям электрических систем. Структурные схемы тя-говых подстанций постоянного тока, переменного тока системы электрической тяги 25 кВ и 2х25 кВ. Обзор информационного обеспечения и современной нормативно-технической документации по тяговым подстанциям.</p>
2	<p>Раздел 2. Схемотехника тяговых подстанций.</p> <p>Электрическая аппаратура тяговых подстанций и её назначение. Схемы главных электрических соединений распределительных устройств высоко-го напряжения (ОРУ 110 кВ) опорных, транзитных и отпаечных тяговых подстанций. Схемы главных электрических соединений распре-делительных устройств для питания нетяговых потребителей (РУ-10 кВ, ОРУ-35 кВ). Схемы главных электрических соединений распреде-лительных устройств тягового электроснабжения постоянного и переменного тока (РУ-3,3 кВ; ОРУ-27,5 кВ; ОРУ-2х27,5 кВ).</p> <p>Однолинейные схемы главных электрических соединений тяговых подстанций постоянного и переменного тока.</p> <p>Современные блочно-модульные подстанции. Перспективные тяговые подстанции повышенного напряжения постоянного (6, 12 кВ) и переменного (94 кВ) тока повышенного напряжения.</p>
3	<p>Раздел 3. Короткие замыкания и расчет токов к.з.</p> <p>Причины возникновения и последствия к.з. в системах электроснабжения. Цель расчета токов к.з. Виды к.з. Режимы работы элек-трических сетей напряжением выше 1000 В. Векторные диаграммы различных видов к.з.</p> <p>Процесс к.з. при питании места к.з. от системы неограниченной мощности. Аналитическое выражение для тока к.з. Ударный ток и его расчет. Оценка влияния начальной фазы напряжения и величины тока нагрузки на процесс к.з. Процесс к.з. при питании места к.з. от системы ограни-ченной мощности.</p> <p>Методы расчета токов к.з. Определение сопротивлений цепи к.з. в именованных и относительных единицах. Порядок расчета токов к.з. Расчет токов несимметричных к.з. методом симметричных составляющих и упрощенным способом.</p> <p>Процесс к.з. и расчет тока к.з. на стороне выпрямленного напряжения тяговых подстанций постоянного тока.</p> <p>Расчет токов к.з. в установках напряжением до 1000 В.</p> <p>Динамическое действие токов к.з. Электродинамическая стойкость аппаратов и токоведущих частей. Термическое действие токов к.з. Термическая стойкость токоведущих частей и аппаратуры. Тепловой импульс тока к.з. и его расчет.</p>
4	<p>Раздел 4. Выбор и проверка токоведущих частей и аппаратуры</p> <p>Гибкие и жесткие токоведущие части, их выбор и проверка.</p> <p>Разъединители, отделители, короткозамыкатели, их выбор и проверка.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Высоковольтные выключатели переменного тока, их выбор и проверка.  Высоковольтные выключатели постоянного тока, их выбор и проверка.  Измерительные трансформаторы тока и напряжения, их выбор и проверка.  Изоляторы, их выбор и проверка.  Кабели, их выбор и проверка.</p>
5	<p><b>Раздел 5. Основы теории электрических аппаратов.</b>  Электрическая дуга и её гашение в цепях постоянного тока. Энергия, выделяемая в дуге выключателя при отключении. Особенности отключения выключателем тяговой нагрузки. Электрическая дуга и её гашение в цепях переменного тока высоковольтными выключателями.  Электрические контакты. Типы контактов. Износ контактов электрических аппаратов.</p>
6	<p><b>Раздел 6. Устройства тяговых подстанций.</b>  Собственные нужды тяговых подстанций. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. Схемы питания установок собственных нужд тяговых подстанций.  Аккумуляторные батареи и их выбор. Зарядные и подзарядные устройства.  Источники бесперебойного питания (ИБП).  Установки поперечной и продольной емкостной компенсации.  Устройства для регулирования уровня напряжения на тяговых подстанциях постоянного и переменного тока.  Выпрямительные и инверторные агрегаты тяговых подстанций.  Сглаживающие и разрядные устройства тяговых подстанций постоянного тока.  Устройство постов секционирования и пунктов параллельного соединения на участках постоянного и переменного тока. Пункты повышения напряжения 6 кВ для участков постоянного тока.  Вторичные цепи тяговых подстанций. Дистанционное управление коммутационными аппаратами.  Контрольно-измерительные приборы тяговых подстанций. Учет расхода электрической энергии.  Рабочее и защитное заземление. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Расчет заземляющих устройств.  Защита оборудования тяговых подстанций от перенапряжений.  Производство оперативных переключений и подготовка рабочих мест на тяговых подстанциях.  Основы технической эксплуатации тяговых подстанций. Техника безопасности при эксплуатации тяговых подстанций.</p>
7	Допуск к экзамену
8	Экзамен

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p><b>Схемотехника тяговых подстанций.</b>  Изучение схемотехники тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Формирование на ЭВМ структурных схем подстанций.</p>
2	<p><b>Короткие замыкания и расчет токов к.з.</b>  Исследование с помощью математического моделирования на ЭВМ процессов к.з. на стороне выпрямленного напряжения тяговой подстанции постоянного тока и на шинах переменного напряжения тяговых подстанций</p>
3	<p><b>Устройства тяговых подстанций</b>  Изучение оборудования тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Работа на компьютерном тренажере "Оперативные переключения"</p>

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Схемотехника тяговых подстанций</b> Структурные и силовые схемы подстанций, самостоятельное изучение по учебной литературе структурных и однолинейных схем тяговых подстанций; работа со справочной и специальной литературой; работа с базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами.[2(240-273), 3(197-228), 5(338,432), 9(3-34)]
2	<b>Короткие замыкания и расчет токов к.з.</b> Процесс к.з. и расчет токов к.з. на стороне выпрямленного напряжения тяговых подстанций постоянного тока.; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; выполнение курсовой работы (проекта).[2(78-123), 3(19-79), 5(164-218)]
3	<b>Основы теории электрических аппаратов</b> Изучение средств гашения дуги в высоковольтных аппаратах различных систем; самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом; работа со справочной и специальной литературой; работа с базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами.[1(4-276), 2(135-276), 3(83-159), 5(21-109), 8(92-215)]

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с теоретическим (лекционным) материалом.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к лабораторным занятиям.
4	Самостоятельное изучение разделов (тем) дисциплины(модуля); работа с литературой.
5	Выполнение курсовой работы.
6	Подготовка к промежуточной аттестации.

### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

#### Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект по дисциплине «Тяговые трансформаторные подстанции» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося.

Темой курсового проекта является «Проект тяговой подстанции переменного (постоянного) тока». Вариант задания и соответствующие ему исходные данные выбираются в зависимости от цифр учебного шифра.

1. Проект тяговой подстанции переменного тока системы 25 кВ;

1.1. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока системы 25 кВ;

1.2. Проект транзитной тяговой подстанции переменного тока системы 25 кВ;

- 1.3. Проект отпаечной тяговой подстанции переменного тока системы 25 кВ;
- 1.4. Проект тупиковой тяговой подстанции переменного тока системы 25 кВ.
2. Проект тяговой подстанции переменного тока системы 2x25 кВ:
  - 2.1. Проект опорной тяговой подстанции переменного тока системы 2x25 кВ;
  - 2.2. Проект транзитной тяговой подстанции переменного тока системы 2x25 кВ;
  - 2.3. Проект отпаечной тяговой подстанции переменного тока системы 2x25 кВ;
  - 2.4. Проект тупиковой тяговой подстанции переменного тока системы 2x25 кВ.
3. Проект тяговой подстанции постоянного тока:
  - 3.1. Проект опорной тяговой подстанции постоянного тока;
  - 3.2. Проект транзитной тяговой подстанции постоянного тока;
  - 3.3. Проект отпаечной тяговой подстанции постоянного тока;
  - 3.4. Проект тупиковой тяговой подстанции постоянного тока.
4. Проект тяговой подстанции переменного тока системы 2x25 кВ с трехобмоточными однофазными трансформаторами.
5. Проект тяговой подстанции постоянного тока с двенадцатипульсовыми преобразовательными агрегатами.
6. Проект тяговой подстанции постоянного тока с трансформаторами 110/3 кВ.
7. Проект тяговой подстанции переменного тока системы повышенного напряжения (6, 12 кВ).
8. Проект тяговой подстанции переменного тока системы 94/27,5 кВ.
9. Проект тяговой подстанции блочно-модульного типа.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электрические машины. Ионов А.А. Учебник М.: УМЦ по образованию на ж.д. транспорте , 2008	<a href="https://umczdt.ru/books/1311/263598/">https://umczdt.ru/books/1311/263598/</a>

2	Электрические подстанции. Почаевец В.С. Учебник М.: ФГБОУ Учебно-методический центр по образованию на ж.д.транспорте. , 2012	<a href="https://umczdt.ru/read/225975/?page=1">https://umczdt.ru/read/225975/?page=1</a>
1	Электрические машины. Вольдек А.И. Учебник М.: Транспорт, 1986. (Библиотека РОАТ, МИИТ, ЭБС Лань, ЭБС Айбукс)	<a href="https://www.elec.ru/files/2020/01/17/voldek-ai-elektricheskie-mashiny_567bff004e0.PDF">https://www.elec.ru/files/2020/01/17/voldek-ai-elektricheskie-mashiny_567bff004e0.PDF</a>
2	Системы мониторинга силовых трансформаторов тяговых подстанций. Пузина Е.Ю. , Туйгунова А.Г. , Худоногов И.А. Учебное пособие М.: МПС, ЭБС Лань, ЭБС Айбукс)	<a href="https://umczdt.ru/books/1319/265114/">https://umczdt.ru/books/1319/265114/</a>

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

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. Официальный сайт МИИТ – <http://miit.ru/>
3. Электронно-библиотечная система РОАТ – <http://www.biblioteka.rgotups.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - <http://library.miit.ru/>
5. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам
6. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>
7. Электронно-библиотечная система ibooks.ru – <http://ibooks.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» – <http://www.biblio-online.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Академия» – <http://academia-moscow.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
11. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>

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

## ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Программное обеспечение должно позволять выполнить все предусмотренные учебным планом виды учебной работы по дисциплине «Тяговые и трансформаторные подстанции (доп. разделы)»: теоретический курс, практические занятия, задания на контрольную работу, тестовые и экзаменационные вопросы по курсу. Все необходимые для изучения дисциплины учебно-методические материалы объединены в Учебно-методический комплекс и размещены на сайте университета.

- Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения

- Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office.

- Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office.

- Программное обеспечение для выполнения текущего контроля успеваемости.

Учебно-методические издания в электронном виде..

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

### ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Раздел 2. Схемотехника тяговых подстанций

Изучение схемотехники тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Формирование на ЭВМ структурных схем подстанций.

Раздел 3. Короткие замыкания и расчет токов к.з.

Исследование с помощью математического моделирования на ЭВМ процессов к.з. на стороне выпрямленного напряжения тяговой подстанции постоянного тока и на шинах переменного напряжения тяговых подстанций ЭВМ, компьютерный класс.

Раздел 6. Устройства тяговых подстанций

Изучение оборудования тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Работа на компьютерном тренажере "Оперативные переключения" ЭВМ, компьютерный класс.

1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения занятий соответствует требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов, а также соответствует условиям пожарной безопасности.

Кабинеты оснащены следующим оборудованием, приборами и расходными материалами, обеспечивающими проведение предусмотренных учебным планом занятий по дисциплине:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: переносной проектор и переносной компьютер или интерактивная доска.

- для выполнения текущего контроля успеваемости: учебная аудитория для проведения занятий;

- для проведения практических и лабораторных занятий: ПК с программным продуктом Excel и тренажер "Оперативные переключения" ;

- для организации самостоятельной работы студентов: учебная аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационную среду.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 5 семестре.

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электрификация и  
электрообеспечение»

Е.В. Новиков

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭ РОАТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

В.А. Бугреев

С.Н. Климов