

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**Уральский государственный университет путей сообщения**  
**(УрГУПС)**

Факультет ИЗО

Кафедра Электроснабжение транспорта

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Допускается к защите  
Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«13» 06 2017 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема: Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями

(пояснительная записка)

23.05.05.22.ПД.СОэ621.01.ПЗ

(шифр документа)

Разработал: студент-дипломник СОэ-621 Пехтелев А.А.  
(студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Руководитель: ЭЧП ЭЧ-2 Златоуст Газе Ю.В.  
(должность, звание) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Консультанты: к.т.н., доцент Афанасьева Н.А.  
(должность, звание) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

ст.преподаватель Павлов В.В.  
(должность, звание) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Н. контролер: к.т.н., доцент Штин А.Н.  
(должность, звание) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Рецензент: ЭЧП ЭЧ-1 Челябинск Знаменцов  
(должность, звание) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Екатеринбург  
2017

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**Уральский государственный университет путей сообщения  
(УрГУПС)**

Факультет ИЗО Кафедра Электроснабжение транспорта

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«04» 04 2017 г.

**Задание**

**на дипломный проект студенту**

Пехтелеву Александру Александровичу  
(фамилия, имя, отчество)

1 Тема проекта Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями

утверждена приказом по университету от «05» апреля 2017 г. № 382-сз

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 05.06.2017

3 Исходные данные к проекту Приведены на странице пояснительной записки

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Модернизация транзитной тяговой подстанции постоянного тока;

2) Ячейка фидера контактной сети 3,3 кВ с выкатным выключателем;

3) Расчет экономической эффективности внедрения КРУ-3,3 кВ на выкатных ячейках;

4) Безопасность жизнедеятельности.

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, не включая слайды презентации)

1) Структурная, расчетная, схема замещения и преобразование схемы замещения;

2) СГЭС транзитной тяговой подстанции до модернизации;

3) Схема ОРУ-110 кВ после модернизации;

4) Схема РУ-10 кВ после модернизации;

5) Схема РУ-3,3 кВ после модернизации;

6) Ячейка КРУ-3,3 кВ с быстродействующим выключателем выкатного типа;

7) Положение выкатного элемента в ячейке КРУ-3,3 кВ;


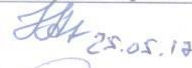

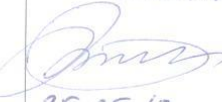
8) Расположение ячейки КРУ-3,3 кВ в модуле;

9) План расположения оборудования распределительного устройства 3,3 кВ после модернизации;

10) Вывод в ремонт фидерного выключателя 3,3 кВ.

6 Консультанты по проекту (работе, с указанием относящихся к ним разделов проекта)

6 Консультанты по проекту (работе, с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Афанасьева Н.А	 15.05.17	 25.05.17
Безопасность жизнедеятельности	Павлов В.В	 15.03.17	 25.05.17

7 Дата выдачи задания 13.02.17

Руководитель  / Газе Ю.В. /

Задание принял к исполнению студент  / Пехтелев А.А. /

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Отметка о выполнении
Утверждение тем ВКР	22.02.17	выполнено
Сбор исходных данных для выполнения ВКР	28.02.17	выполнено
Постановка целей и задач ВКР, написание введения	01.03.17	выполнено
Разработка основной части ВКР	17.03.17	выполнено
Разработка специальной части ВКР	07.04.17	выполнено
Разработка раздела по экономической части ВКР	21.04.17	выполнено
Разработка раздела по БЖД	28.04.17	выполнено
Подготовка графической части ВКР	01.05.17 – 10.05.17	выполнено
Оформление ВКР	10.05.17 – 12.05.17	выполнено
Подписание ВКР у консультантов	15.05.17 – 19.05.17	выполнено
Подписание ВКР у руководителя	22.05.17 – 25.05.17	выполнено
Проверка ВКР на плагиат	25.05.17 – 01.06.17	выполнено
Нормоконтроль ВКР	01.06.17 – 05.06.17	выполнено
Утверждение ВКР у заведующего кафедрой	07.06.17 – 09.06.17	выполнено
Сдача ВКР на кафедру	16.06.17	выполнено
Получение рецензии на ВКР	07.06.17 – 16.06.17	выполнено
Защита ВКР	26.06.17 – 05.07.17	выполнено

Руководитель 

студент - дипломник 

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение транспорта»

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« 13 » 06 2017 г.

**Задание**  
на специальный раздел ВКР  
(дипломный проект)

Студент Пехтелев Александр Александрович Группа СОЭ-621  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет экономической эффективности внедрения КРУ-3,3 кВ на выкатных ячейках  
(название специального раздела)

1. Тема Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от « 05 » апреля 2017 г. № 382-сз

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта ЭЧЗП ЭЧ-2 Златоуст Газе Ю.В.  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела к.т.н., доцент Афанасьева Н.А.

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела \_\_\_\_\_

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Основные положения экономической эффективности инвестиций;

2) Расчет показателей экономической эффективности инвестиций;

3) Определение капитальных затрат;

4) Определение экономической эффективности.

6. Дата выдачи задания 15.03.2017 Консультант Н.А. Афанасьева  
(подпись)

Согласовано: 15.03.17 / Ю.В. Газе /  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.03.17 А.А. Пехтелев  
(дата и подпись студента-дипломника)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
«Электрооборудование транспорта»  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.  
«05» 04 2017 г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР  
(дипломного проекта)**

Студент Пехтелев Александр Александрович Группа СОЭ-621  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «05» апреля 2017 г. № 382-сз

Выпускающая кафедра Электрооборудование транспорта

Руководитель проекта ЭЧЗП ЭЧ-2 Златоуст Газе Ю.В.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела ст. преподаватель Павлов В.В.

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 15.06.2017

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Разработка безопасной технологии ремонта и осмотра быстродействующего выключателя

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Бланк переключений на вывод в ремонт быстродействующего выключателя

7. Дата выдачи задания 15.03.2017 Консультант

(подпись)

Согласовано:

15.03.17  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Газе Ю.В.

Принято к исполнению

15.03.17  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

В данном дипломном проекте всего: страниц 82, рисунков 15, таблиц 20, приложений 1, использованных источников 24 названий, чертежей и плакатов 9 листов.

**ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, ТРАНСФОРМАТОР, МОНТАЖ, РЕКОНСТРУКЦИЯ, КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ, ПЛАН, ОТКРЫТАЯ ЧАСТЬ, ТРАНЗИТНАЯ И РЕМОНТНАЯ ПЕРЕМЫЧКИ, ВЫПРЯМИТЕЛЬ, ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ, ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ.**





**SURGICAL SUBSTATION, DISTRIBUTION DEVICE, TRANSFORMER, INSTALLATION, RECONSTRUCTION, COMPLETE DISTRIBUTION DEVICE OF THE EXTERNAL INSTALLATION, PLAN, OPEN PART, TRANSIT AND REPAIR INTERRUPTIONS, RECTIFIER, COSTS, FACILITIES, ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL ACTIVITIE.**

Объектом исследования является транзитная тяговая подстанция постоянного тока для питания контактной сети и нетяговых потребителей.

**Цель проекта** – модернизация транзитной тяговой подстанции

В процессе разработки составлен проект модернизации с применением в части распределительного устройства 3,3 кВ ячеек фидеров контактной сети с быстродействующими выключателями выкатного типа.

**Экономический эффект** произведен расчет экономической эффективности внедрения быстродействующих выключателей на выкатных ячейках.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	23.05.05.22.ПД.СОэ621.01.ПЗ			
Разраб.		Пехтелев А.А.		6.06.17	Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Газе Ю.В.		6.06.17		у	6	82
Т.контр.						УрГУПС кафедра ЭЛС		
Н.контр.		Штин А.Н.		09.06.17				
Утв.		Ковалев А.А.		09.06.17				

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

## ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента факультета ИЗО

специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Тема ВКР: Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями

Соответствие содержания ВКР заданию

Уровень выполнения и оформления проекта соответствует предъявленным требованиям и нормам.

Характеристика проделанной работы по всем ее разделам

В дипломном проекте на тему «Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети с выкатными быстродействующими выключателями» было модернизировано РУ-3,3 кВ транзитной тяговой подстанции.

Выполнен расчет мощности тяговой подстанции, токов короткого замыкания, максимальных рабочих токов. По данным расчетов произведен выбор и проверка силового оборудования в соответствии со всеми нормами и правилами проектирования. Спроектирована РУ-3,3 кВ с монтажом ячеек КРУ-3,3кВ с выкатными быстродействующими выключателями.

В экономической части проекта рассмотрен вопрос эффективности применения ячеек КРУ-3,3кВ с выкатными выключателями.


В разделе «Безопасность жизнедеятельности» разработана безопасная технология ремонта и осмотра быстродействующего выключателя, а также произведена экспертиза проекта тяговой подстанции на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

Во время работы над дипломным проектом Пехтелев Александр Александрович проявил себя грамотным специалистом, добросовестно, ответственно и с энтузиазмом относился к работе.

Считаю, что работа над дипломным проектом заслуживает оценки «отлично».

Руководитель ЭЧП ЭЧ-2 Златоуст Газе Юрий Владимирович  
(ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)

Дата 30.05.17

  
(подпись)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

## РЕЦЕНЗИЯ

о дипломном проекте студента факультета Электромеханического  
специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Рецензент ЭЧЗП ЭЧ-1 Челябинск Знамцов А.А.

*(ученая степень, ученое звание, должность, место работы, фамилия, имя, отчество)*

Тема дипломного проекта: Проект модернизации тяговой подстанции постоянного тока с применением ячеек фидеров контактной сети, с выкатными быстродействующими выключателями.

Дипломный проект посвящен Модернизации тяговой подстанции, что является одной из актуальных проблем, так как повышаются требования экологической и электробезопасности, производственной санитарии при эксплуатации подстанций, к уменьшению эксплуатационных расходов, к компактности оборудования, к замене изношенного и морально устаревшего оборудования на более современное и надежное.

Основные результаты В дипломном проекте в полном объеме произведены технические и технико-экономические расчеты для выбора оборудования тяговой подстанции. Запроектировано применение современного оборудования, выпускаемое в настоящее время промышленностью.

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу работы, а также методы ее выполнения Основным достоинством дипломного проекта является применение современных модулей с оборудованием 3,3 кВ и быстродействующих выключателей выкатного типа.

Практическая значимость работы При применении современных быстродействующих выключателей выкатного типа уменьшаются габаритные размеры распределительных устройств, снижаются расходы на техническое обслуживание оборудования, обеспечивается более высокая надежность



электроснабжения, повышается безопасность обслуживающего персонала подстанции.

Анализ обоснованности выводов и предложений Применение модулей с оборудованием 3,3 кВ и быстродействующих выключателей выкатного типа может быть рекомендовано при проектировании вновь строящихся подстанций и модернизации действующих (в особенности с расположением оборудования распределительного устройства 3,3 кВ в блоках на открытой части подстанции).

Качество оформления Оформление дипломного проекта полностью осуществлялось на персональном компьютере, что подразумевает необходимость глубокого изучения и умение использовать текстовые редакторы (Word) и графических программ (Visio).

Пояснительная записка выполнена грамотно, аккуратно; чертежи, схемы разработаны и выполнены согласно требований ГОСТ, ЕСКД.

Недостатки работы (замечания) Замечаний к выполненной дипломной работе нет.

Изложенное позволяет считать, что рецензируемый дипломный проект студента Пехтелева А.А. по качеству выполнения заслуживает оценки «отлично».

Дата 08.06.2017



  
(подпись)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрены и решены следующие вопросы.

1. В основной части дипломного проекта произведён расчёт реальной транзитной тяговой подстанции постоянного тока с питающим напряжением 110 кВ. Определены токи короткого замыкания, максимальные рабочие токи и мощности короткого замыкания для всех распределительных устройств подстанции. Выбраны головные трансформаторы - ТДН– 16000/110, трансформаторы собственных нужд - ТМ–250/10, трансформаторы преобразователя - ТРДП-12500/10ЖУ. Так в качестве коммутационных аппаратов в РУ-110 кВ предложено использовать элегазовые выключатели ВЭБ-110, для РУ-10 кВ — вакуумные выключатели ВВ/TEL – 12, в РУ-3,3 кВ выключатели автоматические быстродействующие – ВАБ-206. Для защиты от перенапряжения вентильные разрядники заменяем ограничителями перенапряжения ОПН-110, ОПН-10, ОПН-3,3.

Всё выбранное оборудование соответствует предъявляемым к нему требованиям, и прошло проверку.

2. В специальной части дипломного проекта произведена модернизация транзитной тяговой подстанции постоянного тока на Южно-Уральской железной дороге.

Реконструкцию РУ-3,3 кВ предложено осуществить с применением комплектных распределительных устройств постоянного тока серии КВ-ФКС-3,3-УХЛ4 (выкатного типа), взамен уже устаревших ВАБ-28.

Рассмотрено, их назначение и область применения. Конструктивное исполнение ячеек КРУ-3,3 кВ и их основные характеристики. Приведено основное силовое оборудование применяемое для установки в ячейках и их основные характеристики. Описаны блокировки и механизмы защиты. А так же преимущества применения ячеек 3,3 кВ данного типа.

Преимущество таких ячеек обуславливается выбором быстродействующего выключателя серии ВАБ-206. Небольшой его размер и позволяет установить выключатель на выкатные элементы, существенно снизив габариты функциональных блоков. Рассмотрены все типовые схемы ячеек. На основе этого разработан план расположения этих ячеек для комплектования РУ - 3,3 кВ.

Также к преимуществам таких ячеек необходимо отнести: безопасность, надежность и удобство при монтаже, наладке и эксплуатации.

3. В экономической части проекта произведен расчет экономической эффективности внедрения КРУ-3,3 кВ на выкатных ячейках. В результате расчета, сравнив приведенные затраты на обслуживание выключателей

получаем, что замена быстродействующих выключателей ВАБ-28 стационарного типа на ВАБ-206 выкатного типа, экономически невыгодна. Учитывая то, что быстродействующие выключатели установленные на модернизируемой подстанции физически и морально устарели, принимаем решение на установку на проектируемой подстанции современных быстродействующих выключателей выкатного типа ВАБ-206-4000/30 устанавливаемых в малогабаритных ячейках 3,3 кВ.

4. Разработаны мероприятия для обеспечения безопасности при выводе в ремонт фидера контактной сети 3,3 кВ быстродействующего выключателя на выкатных тележках. Составлена технологическая карта вывода в ремонт (Бланк переключения). Произведено сравнение технологий вывода в ремонт БВ выкатного типа и стационарно установленных.

Проведена экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Штин А.Н, Несенюк Т.А. Проектирование тяговых и трансформаторных подстанций электрифицированных железных дорог. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2014. – 88 с.
2. Штин А.Н, Несенюк Т.А. Выбор оборудования распределительных тяговых и трансформаторных подстанций. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2009. – 68 с.
3. Прохорский А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 496 с.
4. Почаевец В.С. Электрические подстанции: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. – М.: Желдориздат, 2001. – 512 с.
5. Васильев И.Л., Кузнецова Г.С., Ляшкова А.П. Релейная защита тяговых подстанций. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2006. – 73 с.
6. Справочник по электроснабжению железных дорог. Том 2 / Под ред. К.Г. Марквардта. - М.: Транспорт, 1981. - 392с.
7. Кузнецова, Г.С.; Штин, А.Н. Расчет трехфазных коротких замыканий в распределительных тяговых и трансформаторных подстанций. - Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 1997. – 37 с.
8. Марикин А.Н., Мизинцев А.В. Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций: Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.д. транспорте», 2008. – 220 с.
9. Кузнецова Г.С., Тер-Оганов Э.В., Штин А.Н. Проектирование тяговых и трансформаторных подстанций электрифицированных железных дорог. Методическое пособие для курсового и дипломного проектирования. – Екатеринбург: Издательство УрГУПС, 2003. – 70 с.
10. Бей Ю. М.; Мамошин Р.Р.; Пупынин В.Н.; Шалимов М.Г. Тяговые подстанции: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. - М.: Транспорт, 1986. – 319 с.
11. Несенюк Т.А., Штин А.Н. Проектирование тяговых и трансформаторных подстанций: методические указания к курсовому проектированию. – Екатеринбург: Издательство УрГУПС, 2014. – 88 с.
12. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.
13. Кузнецова Г.С., Ляшкова А.П., Неугодников Ю.П. Проектирование тяговых подстанций электрических железных дорог с применением ЭВМ: Руководство к курсовому и дипломному проектированию. – Екатеринбург: Изд-во УрГАПС, 1992. – 63 с.

14. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 1989. –608 с.

15. Неклепаев, Б.Н.; Крючков, И.П.; Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

16. Силовое оборудование тяговых подстанций железных дорог (сборник справочных материалов) ОАО «РЖД», филиал « Проектно конструкторское бюро по электрификации ж.д.». – М.: ТРАНСИЗДАТ, 2004. –384 с.

17. Типовые нормы времени на текущий ремонт оборудования и устройств тяговых подстанций и постов секционирования электрифицированных железных дорог. – М.: Трансиздат, 2001. – 168 с.

18. Типовые нормы времени на капитальный ремонт устройств и оборудования тяговых подстанций. – М.: Трансиздат, 20013. – 184 с.

19. Нормы времени и нормативы численности на текущий ремонт и межремонтные испытания оборудования тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог. Сборник для ОАО «РЖД». – М.: Транспорт, 2007. – 283 с.

20. Инструкция по безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог ОАО «РЖД» № – 4054. М.: Техинформ, 2008. – 192с.

21. Охрана труда и основы экологии на ж.д. транспорте и в транспортном строительстве. Под ред. Крутякова В.С.: - М.: Транспорт, 1993. – 358с.

22. Межотраслевые правила по охране труда ( правила безопасности ) при эксплуатации электроустановок, ПОТРМ – 016 – 2001, выпуск 2003 г.

23. Кузнецов К. Б., Мишарин А. С. Электробезопасность в электроустановках железнодорожного транспорта. – Екатеринбург: УрГАПС, 1999.

24. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности новой техники и технологий, объектов интеллектуальной собственности и рациональных предложений: Утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 28 ноября 2008 г. № 2538р.