

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

Факультет Электромеханический

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: Модернизация опорной подстанции с разработкой учебного стенда испытаний коммутационных аппаратов 0,4 кВ.

(пояснительная записка)

23.05.05.22.СОэ512.01.ПЗ

(шифр документа)

Разработал: студент СОэ-512 Третьяков А.В.  
(студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Руководитель: доцент, к.т.н. Шумаков К.Г.  
(должность, звание) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

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

доцент, к.м.н. Закирова А.Р.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

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

Рецензент: ЭЧЭ-1,11 Путников А.А.  
(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 Электромеханический Кафедра Электроснабжение транспорта  
Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

УТВЕРЖДАЮ: \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.  
« 15 » 03 2017 г.

**Задание**


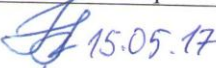
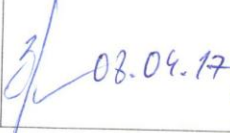
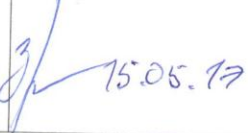
**на дипломный проект студенту**

Третьякову Алексею Владимировичу  
(фамилия, имя, отчество)

- 1 Тема проекта Модернизация опорной подстанции с разработкой учебного стенда испытаний коммутационных аппаратов 0,4 кВ  
утверждена приказом по университету от « 15 » марта 2017 г. № 495-со
- 2 Срок сдачи студентом законченного проекта 25.05.2017
- 3 Исходные данные к проекту приведены в подразделе 1.1
- 4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1. Модернизация опорной подстанции переменного тока  
2. Разработка стенда испытаний коммутационных аппаратов 0,4 кВ  
3. Определение стоимости модернизации с применением вакуумного выключателя ВВЭ-М-10  
4. Безопасность жизнедеятельности
- 5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, не включая слайды презентации) 1. Схема главных электрических соединений опорной подстанции «А» после модернизации;
  - 1.1 Структурная схема опорной подстанции «А»;
  - 1.2 ОРУ-110 кВ опорной подстанции «А» после модернизации;
  - 1.3 СГЭС ОРУ-35 кВ опорной подстанции «А» после модернизации;
  - 1.4. СГЭС ОРУ-27,5 кВ опорной подстанции «А» после модернизации;
  - 1.5 СГЭС ЗРУ-6 кВ опорной подстанции «А» после модернизации;
  2. План ОРУ-110 кВ опорной подстанции;
  3. Разрез ОРУ-110 кВ опорной подстанции;
  4. Вид стенда спереди;
  5. Электрическая схема стенда;
  6. Меры электробезопасности при эксплуатации стенда



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.	 21.04.17	 15.05.17
Безопасность жизнедеятельности	Закирова А.Р.	 08.04.17	 15.05.17

7 Дата выдачи задания 30.01.17

Руководитель  (подпись) Шумаков К.Г. /

Задание принял к исполнению студент  (подпись) Третьяков А.В. /

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Отметка руководителя
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	02.06.17-06.06.17	выполнено
Нормоконтроль ВКР	06.06.17 – 09.06.17	выполнено
Утверждение ВКР у заведующего кафедрой	13.06.17 – 16.06.17	выполнено
Сдача ВКР на кафедру	19.06.17	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»

*Ковалев А.А.*  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«15» марта 2017 г.

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

Студент Третьяков Алексей Владимирович Группа СОЭ-512  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Определение стоимости модернизации с применением вакуумного выключателя ВВЭ-М-10  
(название специального раздела)

1. Тема Модернизация опорной подстанции с разработкой учебного стенда испытаний коммутационных аппаратов 0.4 кВ  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «15» марта 2017 г. № 495-со

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта к.т.н., доцент Шумаков К.Г.  
(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 15.05.2017

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Определение затрат на замену оборудования

2 Расчет эксплуатационных затрат

3 Расчет приведенных затрат

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) Определение стоимости модернизации с применением вакуумного выключателя ВВЭ-М-10

7. Дата выдачи задания 15.03.2017 Консультант *Афанасьева Н.А.* /Афанасьева Н.А./  
(подпись)

Согласовано: 15.03.17 *Шумаков К.Г.* /Шумаков К.Г./  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.03.17 *Третьяков А.В.* /Третьяков А.В./  
(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  
«Электроснабжение транспорта»

*Ковалев А.А.*  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«15» марта 2017 г.

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

Студент Третьяков Алексей Владимирович Группа СОЭ-512  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема Модернизация опорной подстанции с разработкой учебного стенда испытаний коммутационных аппаратов 0,4 кВ  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «15» марта 2017 г. № 495-со

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта к.т.н., доцент Шумаков К.Г.

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

2. Консультант раздела к.т.н., доцент Закирова А.Р.

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 06.05.2017

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Меры электробезопасности при эксплуатации стенда

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Технические мероприятия по предупреждению поражения электрическим током при эксплуатации стенда

7. Дата выдачи задания 15.03.2017 Консультант *Закирова А.Р.* / Закирова А.Р./  
(подпись)

Согласовано: 15.03.17 / *Шумаков К.Г.* / Шумаков К.Г./  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.03.17 / *Третьяков А.В.* / Третьяков А.В. /  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 83 с., 17 рис., 30 табл., 16 источников, 1 приложение, 10 чертежей.

**ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ИЗОЛЯТОР, ТОК КРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ, МОЩНОСТЬ, ТРАНСФОРМАТОР, РАБОЧИЙ ТОК, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, СХЕМА ГЛАВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, КОММУТАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ, РАЗРЯДНИК, ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, УЧЕБНЫЙ СТЕНД**

**TRANSFORMER SUBSTATION, INSULATOR, SHORT CIRCUIT CURRENT, POWER, TRANSFORMER, OPERATING CURRENT, BREAKER, SCHEME OF MAIN ELECTRICAL CONNECTIONS, SWITCHGEAR, SWITCHING DEVICE, DISCHARGER, SURGE PROTECTION DEVICE, TRAINING STAND**

Объектом разработки является опорная подстанция переменного тока.

Цель проекта – произвести модернизацию. В процессе работы произведен расчет трансформаторной мощности подстанции и токов короткого замыкания на шинах РУ-110; 35; 27,5; 6; 0,4 кВ. На основании расчетов произведен выбор оборудования для модернизации подстанции.

Произведено определение стоимости модернизации с применением вакуумного выключателя ВВЭ-М-10.

Рассмотрены меры электробезопасности при эксплуатации стенда.

Выполнена экспертиза проекта на соответствие требованиям безопасности жизнедеятельности

					23.05.05.22.ПД.СОэ512.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Модернизация опорной подстанции с разработкой учебного стенда испытаний коммутационных аппаратов 0.4 кВ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Третьяков А.В.		10.06.17			6	83
Провер.		Шумаков К.Г.		10.06.17				
Н. Контр.		Штин А.Н.		09.06.17				
Утверд.		Ковалев А.А.		08.06.17				

УрГУПС,  
Кафедра ЭЛС



## ОТЗЫВ

на работу по дипломному проектированию студента очного факультета  
**Третьякова** Алексея Владимировича  
«Модернизация опорной подстанции с разработкой учебного стенда испытаний  
коммутационных аппаратов 0,4 кВ»

В дипломном проекте выполнена модернизация ОРУ – 110 кВ, ОРУ – 35 кВ и ОРУ – 27,5 кВ тяговой подстанции переменного тока: рассчитаны токи короткого замыкания на шинах РУ и определены рабочие максимальные токи. На основании этих расчетов произведен выбор и проверка оборудования.

В специальной части дипломного проекта разработан и смонтирован учебный стенд испытаний коммутационных аппаратов 0,4 кВ. Разработана методика проведения испытаний в соответствии с действующей организационно-распорядительной документацией с применением прибора комплексного контроля ПКК 57. Предусмотрено определение сопротивления петли фаза-ноль и тока короткого замыкания, определение времени и тока срабатывания УЗО.

Произведено технико-экономическое обоснование внедрения при модернизации вакуумного выключателя ВВЭ – М – 110.

В разделе «Безопасность и экологичность» рассмотрены вопросы техники безопасности при эксплуатации разработанного учебного стенда.

Во время работы над дипломным проектом Третьяков А. В. показал себя знающим специалистом, достаточно глубоко разбирающимся в работе тяговой подстанции, добросовестно относящихся к порученному ему делу.

Пояснительная записка выполнена в соответствии со стандартом предприятия.

Считаю, что работа над дипломным проектом заслуживает оценки **«ОТЛИЧНО»**, а Третьяков Алексей Владимирович – звания инженера путей сообщения.

Руководитель дипломного проекта:

доцент кафедры «Электроснабжение транспорта»

  
К.Г. Шумаков

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»,  
специализации «Электроснабжение железных дорог»

Студент группы СОЭ-512 Третьяков Алексей Владимирович

Рецензент Нагальник Ирина Викторовна  
Метростроительный филиал ФГУП «Метрострой» г. Москва  
Мухомов Александр Юрьевич  
Александр Юрьевич  
(ученая степень, ученое звание, должность, место работы, фамилия, имя, отчество)

Тема дипломного проекта: Модернизация опорной подстанции с разработкой  
учебного стенда испытаний коммутационных аппаратов 0,4 кВ

Дипломный проект посвящен актуальной проблеме повышения  
эффективности и надежности системы электроснабжения  
(актуальность и социально-экономическая значимость темы)

Основные результаты Основными итогами работы является модернизация  
подстанции с применением открытых и закрытых распределительных  
устройств

В результате расчетов токов короткого замыкания, максимальных рабочих  
токов и мощности подстанции было выбрано оборудование для ОРУ-110 кВ,  
ОРУ-35 кВ, ОРУ-27,5 кВ, ЗРУ-6 кВ.

В специальной части проекта был разработан стенд для испытаний  
коммутационных аппаратов 0,4 кВ. Разработана методика проведения  
испытаний в соответствии действующей организационно-распорядительной  
документацией с применением прибора комплексного контроля ПКК-57.

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу работы, а также  
методы ее выполнения Модернизация подстанции является необходимостью  
так как многие подстанции были построены в прошлом веке и требовали  
постоянного обслуживания персоналом

Практическая значимость работы Предложено применить стенд  
лабораторных работ, чтобы студенты могли получить теоретические и  
практические знания

(возможность внедрения результатов работы в практику, ожидаемый эффект)



Анализ обоснованности выводов и предложений При модернизации опорной подстанции рассчитаны токи короткого замыкания, и рабочие токи, выбрано основное оборудование для подстанции, которое удовлетворяет требованиям термической и динамической стойкости.

Качество оформления Пояснительная записка, графическая часть работы и презентация выполнены с применением ЭВМ в соответствии с требованиями ГОСТ. Дипломная работа производит хорошее впечатление, имеет электронный вариант исполнения.

Недостатки работы (замечания) При оценке проекта недостатки и замечания не выявлены

Изложенное позволяет считать, что рецензируемый дипломный проект студента Третьякова Алексей Владимировича выполнен в полном соответствии с заданием и заслуживает оценки ОТЛИЧНО(5)

Дата 13.06.2017



(подпись)

МП

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрены и решены следующие вопросы.

1. Выполнен проект модернизации опорной подстанции. Выполнен расчет ее трансформаторной мощности, токов короткого замыкания и максимальных рабочих токов. На основании этих расчетов произведен выбор основного силового современного оборудования российского производства: элегазовых и вакуумных выключателей, измерительных трансформаторов и т.д. Разработана схема главных электрических соединений распределительных устройств в соответствии с новыми требованиями электроснабжения потребителей.

2. В специальной части дипломного проекта был разработан стенд для испытаний коммутационных аппаратов. В стенд входят аппараты: три однополюсных автоматических выключателя С6, С10 и В16; устройство защитного отключения (УЗО) на 16 А и с током утечки 30 мА; дополнительное сопротивление на 0,55 и 3 Ом; три розетки для подключения приборов измерения. На данном стенде будут производиться следующие испытания прибором комплексного контроля ПКК 57: измерение сопротивления изоляции; измерение параметров автоматических выключателей; измерение времени отключения УЗО; измерение общего сопротивления цепей контура заземления без срабатывания выключателя; измерение отключающего тока; измерение частоты напряжения; измерение полного сопротивления петли. В испытании стенда были получены следующие данные при измерении сопротивления изоляции и включенном сопротивлении 3 Ом прибор ПКК 57 показал сопротивление 3,55 Ом, напряжение 238 В, продолжительность теста составило 15 сек., испытательное напряжение было 250 В. При измерении времени срабатывания УЗО было выполнено три теста с различными значениями тока утечки относительно номинального тока при  $1/2\Delta I_n$  прибор показал время 1 секунду; при  $\Delta I_n$  прибор показал 55 мс;  $5\Delta I_n$  прибор показал 20 мс. В ходе измерения сопротивления петли фазы-нейтраль показало 3 Ом, напряжение 238 В, ожидание тока короткого замыкания 80 А. При помощи стенда студенты получают теоретические и практические знания.

3. В экономической части была определена стоимость модернизации с применением вакуумного выключателя ВВЭ-М-10. Капитальные затраты на внедрение выключателя ВВЭ-М-10 составят 382 950 рублей. Эксплуатационные расходы на обслуживание в год составят 49 629 рублей. Годовые приведенные затраты на внедрение и эксплуатацию выключателей ВВЭ-М-10 составляют 107 068 руб.

4. В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены требования охраны труда стенда коммутационных аппаратов.

В экспертизе проекта на соответствие требованиям безопасности жизнедеятельности рассмотрены производственные факторы, определяющие санитарно - гигиенические условия, безопасность производственного оборудования, безопасность производственных процессов, охрана окружающей среды, проект полностью удовлетворяет требованиям и нормам охраны труда.



## Список использованных источников

1. Штин А.Н., Несенюк Т.А. Выбор оборудования распределительных устройств тяговых и трансформаторных подстанций: Учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования – Екатеринбург: Издательство УрГУПС, 2009. – 66 с.
  2. Кузнецова Г.С., Несенюк Т.А., Штин А.Н. Расчет трехфазных коротких замыканий в распределительных устройствах тяговых и трансформаторных подстанций. – Екатеринбург: Издательство УрГУПС, 2004. – 70 с.
  3. Правила устройства электроустановок / Минэнерго РОССИИ. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 648 с.
  4. Тяговые подстанции: Учебник для вузов ж.-д. трансп / Ю.М. Бей, Р.Р. Мамошин, В.Н. Пупынин, М.Г. Шалимов. – М.: Транспорт, 1986. – 319 с.
  5. 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.: Транспорт, 1978. – 416 с.
  6. Прохорский А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 496 с.
  7. Типовые нормы времени на текущий ремонт оборудования и устройств тяговых подстанций и постов секционирования электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1988. – 168 с.
  8. Типовые нормы времени на капитальный ремонт устройств и оборудования тяговых подстанций. – М.: Транспорт, 1989. – 197 с.
  9. Типовые нормы времени на текущий ремонт и профилактические испытания полупроводниковых преобразователей тяговых подстанций. – М.: Транспорт, 1985. – 95 с.
  10. Унифицированные тяговые подстанции магистральных железных дорог переменного и постоянного тока. – М.: Главтранспроект, 1981 – 1985.
  11. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности новой техники и технологии, объектов интеллектуальной собственности и рационализаторских предложений, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 28 ноября 2008 г №2538р.: ОАО «РЖД» – 105 с
  12. Положение корпоративной системе оплаты труда работников филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД».
- Приложение №17 к протоколу заседания Правил ОАО, декабрь, 2006г
13. Л.М. Алексеева. Методические указания к выполнению экономической части дипломных проектов: Экономическая эффективность мероприятий, направленных на повышение надежности работы устройств электроснабжения. – 2007, УрГУПС
  14. Белинский С. О. Кузнецов К.Б. Безопасность и экологичность при проектировании и эксплуатации электроустановок. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2006. – 34с.
  15. В.Н. Бекасова, С.И. Боровик, Н.В. Глотова. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: учебное пособие / и др.; под ред. И.С. Окраинской. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 166 с.

16. Охрана труда: Учебник для студентов вузов / Князевский Б. А., Долин П. А., Марусова Т. П. и др.; Под ред. Б. А. Князевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 311 с., ил.