

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

Факультет ИЗО АКО  
Кафедра Электроснабжение транспорта

Допускается к защите  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
к.т.н., доцент Ковалев А.А.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема: Электрификация участка железной дороги на постоянном токе  
(пояснительная записка)

190401.053.ПД.01.ПЗ  
(шифр документа)

Разработал	<u>студент Э-610</u>			<u>Хамитов И.Ш.</u>
	(студент-дипломник)	(группа)	(подпись)	(дата)
				(Ф. И. О)
Руководитель	<u>старший преподаватель</u>			<u>Кочунов Ю.А.</u>
	(должность, звание)		(подпись)	(дата)
				(Ф. И. О)
Консультанты	<u>доцент, к.т.н.</u>			<u>Афанасьева Н.А.</u>
	(должность, звание)		(подпись)	(дата)
				(Ф. И. О)
	<u>доцент, к.т.н.</u>			<u>Закирова А.Р.</u>
	(должность, звание)		(подпись)	(дата)
				(Ф. И. О)
Н. контролер	<u>профессор, к.т.н.</u>			<u>Низов А.С.</u>
	(должность, звание)		(подпись)	(дата)
				(Ф. И. О)
Рецензент	_____	_____	_____	_____
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	(Ф. И. О)

# ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

## Уральский государственный университет путей сообщения (ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Электроснабжения транспорта

Специальность 190401 «Электроснабжение железных дорог»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

доцент, к.т.н. Ковалев А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### Задание

по дипломному проекту (работе) студента

Хамитова Ильдара Шавкатовича

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работа) Электрификация участка железной дороги на постоянном токе

утверждена приказом по университету от « 02 » марта 2016 г. № 290-сз

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 20 мая 2016 г.

3. Исходные данные к проекту (работе) приведены в расчетно-пояснительной записке в таблице

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

Расчет параметров системы электроснабжения заданного участка железной дороги

2. Оценка эффективности применения пунктов параллельного соединения на участках постоянного тока

3. Техничко-экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций

на участках постоянного тока

4. Безопасность жизнедеятельности.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Варианты расположения тяговых подстанций

2. Расчетные схемы

3. Схемы присоединений ПС и ППС

4. Оценка потерь мощности при различных схемах питания контактной сети

5. Приведенные строительно-эксплуатационные затраты по сравниваемым вариантам электрифицируемого участка

6. Возможные схемы прикосновения к заземленным конструкциям железнодорожного транспорта при коротком замыкании в контактной сети

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
1 Деталь проекта 2 Экономический 3 Безопасность жизнедеятельности	<i>Кочунов Ю.А. Афанасьева Н.А. Закирова А.Р.</i>		

7 Дата выдачи задания 29 февраля 2016 года

**Руководитель** \_\_\_\_\_ (подпись)

**Задание принял к исполнению студент - дипломник** \_\_\_\_\_ (подпись)

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Примечание
1	<i>Расчет параметров системы электроснабжения заданного участка железной дороги</i>	<i>15.02.16- 14.03.16</i>	<i>20% / 20%</i>
2	<i>Оценка эффективности применения пунктов параллельного соединения на участках постоянного тока</i>	<i>15.03.16- 28.03.16</i>	<i>20% / 40%</i>
3	<i>Технико-экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций на электрифицированном участке</i>	<i>29.03.16-04.04.16</i>	<i>20% / 60%</i>
4	<i>Безопасность жизнедеятельности</i>	<i>05.04.16-18.04.16</i>	<i>20% / 80%</i>
5	<i>Оформление пояснительной записки и графической части проекта</i>	<i>19.04.16-16.05.16</i>	<i>20% / 100%</i>

Студент – дипломник \_\_\_\_\_ *Хамитов И.Ш.*

проекта \_\_\_\_\_ *Кочунов Ю.А.*

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Студент Хамитов Ильдар Шавкатович Группа Э-610  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема Электрификация участка железной дороги на постоянном токе  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от 02.03.2016 № 290 - СЗ

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта старший преподаватель Кочунов Ю.А.  
(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: нормативно-технические документы

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 05 апреля 2016 года

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Способы заземления опор контактной сети и других конструкций на рельсовый путь

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) Возможные схемы прикосновения к заземленным конструкциям железнодорожного транспорта при коротком замыкании в контактной сети

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

Согласовано: \_\_\_\_\_  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению \_\_\_\_\_  
(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:

Зав. кафедрой

*к.т.н., доцент Ковалев А.А.*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Студент Хамитов Ильдар Шавкатович Группа Э-610  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Технико-экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций на электрифицированном участке

(название специального раздела)

1. Тема Электрификация участка железной дороги на постоянном токе

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от 02.03.2016 № 290 - СЗ

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорт

Руководитель проекта старший преподаватель Кочунов Ю.А.

(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: На основе расчета, раздел 1

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 05 апреля 2016 года

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

Технико-экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций на электрифицированном участке

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) Приведенные строительно-эксплуатационные затраты по сравниваемым вариантам электрифицируемого участка

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

Согласовано: \_\_\_\_\_  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению \_\_\_\_\_  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

В данной дипломной работе всего: 135 страниц, 18 рисунков, 8 таблиц, 11 приложений, 21 использованных источников; чертежей и плакатов 6 листов.

**ЭЛЕКТОРСПАБЖЕНИЕ ТРАНСПОРТА, СХАМЫ СОЕДИНЕНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ, БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, РАЗДЕЛЬНАЯ СХЕМА, УЗЛОВАЯ СХЕМА, ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ СХЕМЫ, ПОСТ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ, ПУНКТ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ, ГОДОВЫЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ, АМОРТИЗАЦИОННЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ, ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ, СРОК ОКУПАЕМОСТИ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОЖЕРЖАНИЕ.**

Объектом расчёта являются определение потерь мощности при различных схемах питания контактной сети постоянного тока

Цель работы – Электрификация участка железной дороги на постоянном токе с оценкой схем питания контактной сети.

В дипломном проекте определены: расчетные размеры движения, оптимальные расстояния между тяговыми подстанциями, расход электроэнергии по фидерным зонами и по тяговым подстанциям, трансформаторная мощность тяговых подстанции, выбор силового оборудования, экономическое сечение контактной сети, выбор стандартной подвески, проверка проводов контактной сети на нагревание, уточненный расчет системы электроснабжения, расчет уставки БВ на фидерах подстанций и постах секционирования, оценка эффективности применения пунктов параллельного соединения на участках постоянного тока, Технико-экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций на электрифицированном участке, электробезопасность при обслуживании заземленных металлоконструкций.

					<b>190401.053.ПД.02.ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Электрификация участка железной дороги на постоянном токе	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Хамитов И.Ш.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Кочунов Ю.А.</i>					6	135
<i>Т.Контр</i>						<i>УрГУПС кафедра ЭЛС</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Низов А.С.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Ковалев А.А.</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	11
<b>1 Расчет параметров системы электроснабжения заданного участка железной дороги</b> .....	12
1.1 Исходные данные .....	12
1.2 Определение расчетных размеров движения .....	15
1.3 Определение оптимального расстояния между тяговыми подстанциями	16
1.4 Размещение тяговых подстанций на электрифицированном участке постоянного тока .....	20
1.5 Расчет расхода электроэнергии по фидерным зонами и его разнесенных значений по тяговым подстанциям .....	21
1.6 Расчет трансформаторной мощности тяговой подстанции. Выбор силового оборудования .....	23
1.7 Расчет экономического сечения контактной сети. Выбор стандартной подвески .....	29
1.8 Проверка проводов контактной сети на нагревание .....	33
1.9 Уточненный расчет системы электроснабжения .....	35
1.9.1 Расчет действительной пропускной способности участка .....	35
1.9.2 Определение потери напряжения в тяговой сети для поезда, находящегося на лимитирующем перегоне .....	37
1.9.3 Определение потери напряжения на тяговой подстанции .....	40
1.9.4 Определение среднего уровня напряжения на блок-участке лимитирующего перегона .....	44
1.9.5 Определение действительной пропускной способности участка .....	45
1.10 Расчет уставки БВ на фидерах подстанций .....	46
1.10.1 Определение минимальных токов короткого замыкания для выбора уставки БВ на фидерах тяговых подстанций .....	46
1.11 Выводы по первому разделу .....	50

<b>2 Оценка эффективности применения пунктов</b>	
<b>параллельного соединения на участках постоянного тока.....</b>	<b>51</b>
2.1 Схемы питания контактной сети.....	51
2.2 Назначение и конструктивные особенности ПС .....	62
2.2.1 Определение уставки быстродействующего выключателя на посту секционирования расчетного электрифицируемого участка постоянного тока.....	70
2.3 Основные технические характеристики ПС и ППС.....	73
2.3.1 Сведения о сертификатах и разрешениях на применение .....	73
2.3.2 Условия эксплуатации.....	73
2.3.3 Технические характеристики.....	74
2.3.4 Состав оборудования.....	75
2.3.5 Общие сведения о конструкции.....	77
2.3.6 Типы основного оборудования, встраиваемого в ПС (ППС).....	80
2.3.6.1 Блокировки.....	80
2.3.6.2 Вспомогательное оборудование.....	81
2.3.6.2.1. Шкаф собственных нужд.....	81
2.3.6.2.2 Шкаф управления фидерами.....	82
2.3.6.2.3. Шкаф управления разъединителями.....	82
2.3.6.2.4. Шкаф телемеханики КП –М (ПС).....	82
2.3.6.2.5. Щит распределительный собственных нужд.....	82
2.3.7 Требования к установке.....	82
2.4. Выводы по второму разделу.....	83
<b>3 Техничко-экономическое сравнение двух вариантов размещения</b>	
<b>подстанций на электрифицированном участке.....</b>	<b>85</b>
3.1 Расчет капитальных затрат.....	85

3.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	87
3.3 Приведенные строительно-эксплуатационные затраты по сравниваемым вариантам электроснабжения .....	90
3.4. Вывод по третьему разделу.....	91
<b>4 Безопасность и экологичность проекта.....</b>	<b>92</b>
4.1 Электробезопасность при обслуживании заземленных металлоконструкций (опоры, рельс).....	92
4.1.1. Актуальность задачи обслуживания металлоконструкций.....	92
4.1.2. Требования по обеспечению надежной работы защиты от токов короткого замыкания в системе тягового электроснабжения.....	95
4.1.3 Способы заземления опор контактной сети и других конструкций на рельсовый путь.....	98
4.2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.....	103
4.2.1 Промышленная санитария и гигиена труда.....	103
4.2.2 Безопасность труда.....	105
4.2.3 Безопасность при чрезвычайных ситуациях.....	107
4.2.4 Экологическая безопасность.....	109
4.3 Выводы по четвертому разделу.....	110
<b>Заключение.....</b>	<b>111</b>
<b>Список использованных источников.....</b>	<b>113</b>
<b>Приложение А Тяговые расчеты.....</b>	<b>115</b>
<b>Приложение Б Расход электроэнергии по фидерным зонам разнесенных значений по тяговым подстанциям.....</b>	<b>116</b>
<b>Приложение В Расчет мощности подстанций. Оборудование для тяговых подстанций.....</b>	<b>118</b>
<b>Приложение Г Расчет сечения и выбор контактной подвески.....</b>	<b>122</b>
<b>Приложение Д Проверка проводов на нагревание.....</b>	<b>123</b>
<b>Приложение Е Расчет потерь напряжения.....</b>	<b>125</b>

<b>Приложение Ж</b> Расчет уставок быстродействующих выключателей фидеров.....	126
<b>Приложение З</b> Схемы главных соединений ПС (ППС).....	128
<b>Приложение И</b> Габаритные чертежи ПС (ППС).....	130
<b>Приложение К</b> Пример установки модулей.....	132
<b>Приложение Л</b> Экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций на электрифицированном участке.....	133

## **ОТЗЫВ**

**на выпускную квалификационную работу**

**Хамитова Ильдара Шавкатовича**

**на тему**

**«Электрификация участка железной дороги на постоянном токе»**

Содержание дипломного проекта полностью соответствует поставленному заданию. Актуальность темы, цель и задачи дипломного проекта обоснованы во введении.

Основным результатом квалификационной работы является электрификация участка железной дороги на постоянном токе и оценка эффективности применения пунктов параллельного соединения.

В первой части проекта в соответствии с заданием произведен расчет электрификации участка железной дороги на постоянном токе, определены: расчетные размеры движения; оптимальное расстояние между тяговыми подстанциями; выполнено размещение тяговых подстанций на электрифицированном участке постоянного тока; выполнен расчет расхода электроэнергии по фидерным зонам и его разнесенных значений по тяговым подстанциям; выполнен расчет трансформаторной мощности тяговых подстанций, выбор силового оборудования; расчет экономического сечения контактной сети. Выбор стандартной подвески; выполнена проверка проводов контактной сети на нагревание; выполнен уточненный расчет системы электроснабжения; расчет действительной пропускной способности участка; определены потери напряжения в тяговой сети для поезда, находящегося на лимитирующем перегоне; определены потери напряжения на тяговой подстанции. Определен средний уровень напряжения на блок-участке лимитирующего перегона для каждой фидерной зоны; определены минимальные токи короткого замыкания для выбора уставки БВ на фидерах тяговых подстанций.

В специальной части проекта проведена оценка эффективности применения пунктов параллельного соединения на участках постоянного тока. Рассмотрены: схемы питания контактной сети; назначение и

смотрены: схемы питания контактной сети; назначение и конструктивные особенности ПС; основные технические характеристики ПС и ППС; выполнен расчет потерь мощности в тяговой сети, кВт (при различных схемах питания контактной сети); определены уставки быстродействующего выключателя на посту секционирования для расчетного электрифицируемого участка постоянного тока.

В разделе экономика проекта выполнено технико-экономическое сравнение двух вариантов размещения подстанций на электрифицированном участке.

В разделе охрана труда рассмотрен вопрос электробезопасности при обслуживании заземленных металлоконструкций. Определены максимальные токи, протекающие через тело человека при различных условиях замыкания контактной сети на рельс и заземленные конструкции. Рассмотрены способы заземления опор контактной сети и других конструкций на рельсовый путь. Проведена экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

Все разделы дипломного проекта рассмотрены и рассчитаны автором проекта технически грамотно и обосновано.

Пояснительная записка и графическая часть проекта выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ.

За время дипломного проекта Хамитов И.Ш. продемонстрировал способность самостоятельно решать поставленную задачу и творчески подходить к самой ее постановке.

В заключении следует отметить, что выпускная квалификационная работа выполнена в полном соответствии с выданным заданием и заслуживает оценки «ОТЛИЧНО».

Руководитель

выпускной квалификационной работы

старший преподаватель

Кочунов Ю. А.

Подпись



Дата

01.06.16