

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

Факультет ИЗО

Кафедра Электроснабжение транспорта

Специальность 190401.65 Электроснабжение железных дорог

Допускается к защите

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема: Проект системы электроснабжения двухпутного участка Д-Е

постоянного тока

(пояснительная записка)

190401.053.ПД.01.ПЗ

(шифр документа)

Разработал: студент Э-620 Дробинин А.С.  
(студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Руководитель: к.т.н., доцент Луковкин К.П.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

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

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

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

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Екатеринбург

2016

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

Факультет Электромеханический Кафедра Электроснабжение транспорта  
Специальность 190401.65 Электроснабжение железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Задание**

**на дипломный проект студенту**

Дробинину Андрею Сергеевичу

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема проекта Проект системы электроснабжения двухпутного участка Д-Е  
постоянного тока.

утверждена приказом по университету от «2» марта 2016 г. № 290сз

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 20.05.2016

3 Исходные данные к проекту схема участка , результаты тяговых расчетов,  
схема внешнего электроснабжения , данные о размерах движения из  
методических рекомендаций к дипломному проекту.

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих  
разработке вопросов) 1.Расчет системы электроснабжения; 2.Анализ работы  
системы электроснабжения участка при рекуперации электрической энергии  
локомотивами; 3. Экономическая часть; 4. Безопасность  
жизнедеятельности.

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных  
чертежей)

1.Однолинейная схема тяговой подстанции постоянного тока.

2. Кривая поездного тока для четного и нечетного направления.

3-5. Выбор параметров системы электроснабжения рассматриваемого

участка.

6. Экономическое сравнение вариантов расстановки тяговых подстанций.

7. Влияние рекуперации на показатели электрической энергии.

8. Меры пожарной безопасности.

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

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

7 Дата выдачи задания 22.01.2016

Руководитель \_\_\_\_\_ /К.П. Луковкин/  
(подпись)

Задание принял к исполнению студент \_\_\_\_\_ /А.С. Дробинин/  
(подпись)

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Примечание
<i>1. Общая часть</i>	<i>18.03.2016</i>	
<i>2. Специальная часть</i>	<i>08.04.2016</i>	
<i>3. Экономическая часть</i>	<i>22.04.2016</i>	
<i>4. Безопасность жизнедеятельности</i>	<i>06.05.2016</i>	
<i>5. Оформление пояснительной записки и графической части</i>	<i>20.05.2016</i>	

Руководитель \_\_\_\_\_ /К.П. Луковкин/  
(подпись)

студент - дипломник \_\_\_\_\_ /А.С. Дробинин/  
(подпись)

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение транспорта»

*к.т.н., доцент Ковалев А.А.*

«   » \_\_\_\_\_ 2016 г.

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

Студент Дробинин Андрей Сергеевич Группа Э-620  
*(Фамилия, Имя, Отчество)*

Технико-экономическое сравнение расположения тяговых подстанций  
*(название специального раздела)*

1. Тема Проект системы электроснабжения двухпутного участка Д-Е постоянного тока  
*(название темы ВКР)*

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

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта ст. преподаватель Луковкин К.П.  
*(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 Определение капитальных затрат на сооружение двухпутного участка Д-Е постоянного тока.

2 Определение годовых эксплуатационных расходов.

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) \_\_\_\_\_

Экономическое сравнение вариантов расстановки тяговых подстанций

7. Дата выдачи задания 15.03.2016 Консультант \_\_\_\_\_ Н.А.Афанасьева  
*(подпись)*

Согласовано: \_\_\_\_\_ /К.П.Луковкин/  
*(дата и подпись руководителя ВКР)*

Принято к исполнению \_\_\_\_\_ А.С. Дробинин  
*(дата и подпись студента-дипломника)*

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
«Электроснабжение транспорта»

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«   » \_\_\_\_\_ 2016 г.

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

Студент \_\_\_\_\_ Дробинин Андрей Сергеевич \_\_\_\_\_ Группа Э-620  
(Фамилия, Имя, Отчество)

\_\_\_\_\_ Безопасность жизнедеятельности \_\_\_\_\_  
(название специального раздела)

1. Тема Проект системы электроснабжения двухпутного участка Д-Е постоянного тока  
(название темы ВКР)

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

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта ст. преподаватель Луковкин К.П.  
(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 \_\_\_\_\_

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Пожарная безопасность устройств электроснабжения

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) \_\_\_\_\_  
Меры пожарной безопасности

7. Дата выдачи задания 16.03.2016 Консультант \_\_\_\_\_ А.Р. Закирова  
(подпись)

Согласовано: \_\_\_\_\_ /К.П. Луковкин/  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению \_\_\_\_\_ А.С. Дробинин  
(дата и подпись студента-дипломника)

## Содержание

### Введение 1

1 Определение параметров системы электроснабжения	4
1.1 Определение расчетных размеров движения	6
1.3 Расчёт расхода электроэнергии на движение поезда по фидерной зоне и его разнесённых значений по тяговым подстанциям	11
1.3.1 Первый вариант размещения тяговых подстанций	11
1.3.2 Второй вариант размещения тяговых подстанций	13
1.3.3 Третий вариант размещения тяговых подстанций	14
1.4 Определение мощности тяговых подстанций. Выбор силового оборудования	18
1.4.1 Расчет мощности тяговых подстанций для первого варианта	21
1.4.2 Расчет мощности тяговых подстанций для второго варианта	24
1.4.2 Расчет мощности тяговых подстанций для третьего варианта	26
1.5 Расчёт сечения контактной сети	28
1.5.1 Первый вариант размещения тяговых подстанций	31
1.5.2 Второй вариант размещения тяговых подстанций	33
1.5.3 Третий вариант размещения тяговых подстанций	34
1.6 Проверка проводов контактной сети на нагревание	35
1.6.1 Первый вариант расположения тяговых подстанций	37
1.6.2 Второй вариант расположения тяговых подстанций	37
1.6.3 третий вариант расположения тяговых подстанций	38
1.7 Определение потерь электроэнергии в тяговой сети	39
1.7.1 Для первого варианта расположения тяговых подстанций	40
1.7.2 Для второго варианта расположения тяговых подстанций	41
1.7.3 Для третьего варианта расположения тяговых подстанций	42
1.8 Расчёт потерь электроэнергии в трансформаторах тяговых подстанций	43
1.9 Выбор варианта расположения тяговых подстанций	48
1.10 Оценка уровня напряжения на токоприемнике электровоза	49
1.10.1 Определение потери напряжения в тяговой сети	51

1.10.2	Определение потери напряжения на тяговой подстанции	53
1.11	Расчет токовой защиты от токов короткого замыкания в тяговой сети	59
1.11.1	Определение минимальных токов короткого замыкания для выбора уставки БВ на фидерах тяговых подстанций	59
2	Анализ работы системы электроснабжения участка при рекуперации электрической энергии локомотивами	64
2.1	Условия, необходимые для осуществления рекуперации электрической энергии	65
2.2	Расчёт расхода электроэнергии на движение поезда по фидерной зоне и его разнесённых значений по тяговым подстанциям	68
2.3	Расчет мощности тяговых подстанций	69
2.4	Расчёт сечения контактной сети	70
2.5	Определение потерь электроэнергии в тяговой сети	71
2.6	Расчёт потерь электроэнергии в трансформаторах тяговых подстанций	72
2.7	Определение потери напряжения на тяговой подстанции	72
3	Технико-экономическое сравнение расположения тяговых подстанций	74
3.1	Определение капитальных затрат на сооружение двухпутного участка постоянного тока	74
3.2	Определение годовых эксплуатационных расходов	82
4	Пожарная безопасность	88
4.1.1	Актуальность проблемы	88
4.1.2	Нормативные требования в области безопасности	88
4.1.3	Организационно – технические мероприятия	90
4.2.1	Промышленная санитария	93
4.2.2	Безопасность труда	95
4.2.3	Безопасность труда при чрезвычайных ситуациях	97
4.2.4	Экологическая безопасность	101
4.2.5	Вывод по разделу	101
	Заключение	102

Чертеж 1- Однолинейная схема тяговой подстанции постоянного тока

Приложение А – Расчетные схемы для второго и первого варианта

Приложение Б – Выбор типа и мощности силовых трансформаторов, преобразовательных трансформаторов и выпрямительных агрегатов тяговых подстанций первого и второго варианта, их электрические характеристики

Приложение В - Время хода по фидерным зонам для двух вариантов

Приложение Г - Расчет сечения контактной сети и выбор типа подвески для первого и второго вариантов

Приложение Д - Результаты проверки проводов контактной сети на нагревание при узловых и параллельной схемах для двух вариантов

Приложение Е - Потери электроэнергии в тяговой сети для всех схем соединения контактных подвесок путей первого и второго варианта

Приложение Ж - Результаты расчета потерь электроэнергии в трансформаторах тяговых подстанций

Приложение И - Расчет уставок защиты для каждой фидерной зоны

Приложение К - Параметры для расчета потерь напряжения в тяговой сети на условном перегоне и на блок-участке для каждой фидерной зоны

Приложение Л - Кривая поездного тока для четного направления

Приложение М - Кривая поездного тока для нечетного направления

Приложение Н – Экономическое сравнение расположения тяговых подстанций



## Реферат

В данном дипломном проекте всего: стр. 117, табл. 15, прил. 11, использованных источников 21.

**ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ, РАСЧЕТНАЯ СХЕМА, КОНТАКТНАЯ СЕТЬ, УСЛОВНЫЙ ПЕРЕГОН, БЛОК-УЧАСТОК, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ МОЩНОСТЬ, ВЫПРЯМИТЕЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ, КОНТАКТНАЯ ПОДВЕСКА, УСТАВКА ЗАЩИТ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ФИДЕРНАЯ ЗОНА.**

Объектом разработки является двухпутный электрофицированный участок Д – Е постоянного тока.

Цель проекта - произвести расчет системы электроснабжения электрифицированного участка и исследовать влияние отдельных факторов на основные параметры системы электроснабжения. Для расчета рассмотрено три варианта расположения тяговых подстанций на электрифицированном участке постоянного тока.

Для каждого варианта рассчитаны и выбраны тип и мощность трансформаторов и преобразовательных агрегатов. Определено экономическое сечение контактной сети, выбранное сечение проводов контактной сети проверили на нагревание.

Произведен анализ работы системы электроснабжения участка при рекуперации электрической энергии локомотивами.

Проведено экономическое сравнение, трех вариантов, расположения тяговых подстанций и выбран экономически выгодный вариант.

Выполнена экспертиза проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

					<i>190401.053.ПД.01.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дробинин А.С.</i>			<i>Проект системы электроснабжения двухпутного участка Д-Е постоянного тока.</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Луковкин К.П.</i>					6	117
<i>Н. Контр.</i>		<i>Низов А.С.</i>				<i>УргУПС, кафедра ЭЛС</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Ковалев А.А.</i>						

## О Т З Ы В

На дипломный проект студента

Дробинина Андрея Сергеевича

Тема дипломного проекта «Проект системы электроснабжения двухпутного участка Д-Е постоянного тока».

В дипломном проекте произведен анализ показателей работы системы электроснабжения двухпутного магистрального участка Д-Е длиной 124,4 км. Рассчитал пропускную способность участка при автоблокировке, что составило 144 пар поездов в сутки для определения основных параметров системы электроснабжения. Выполнил расчет расхода электроэнергии на движение поезда по участку. Рассмотрел три варианта расположения тяговых подстанций. По этим трем вариантам произвел технико-экономическое сравнение приведенных расходов и обоснование рационального размещения тяговых подстанций вдоль электрифицированной линии. Проведен анализ работы системы электроснабжения при применении рекуперации электрической энергии локомотивами на данном двухпутном участке.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрена тема пожарная безопасность устройств электроснабжения.

В ходе работы над проектом студент Дробинин А.С. проявил себя как технически грамотный и ответственный специалист; показал умение работать с технической литературой и персональным компьютером. Освоил работу с программными комплексами по расчету системы электроснабжения участка постоянного тока. Все разделы проекта выполнялись в установленные сроки и с надлежащим качеством.

В целом дипломный проект заслуживает оценки «отлично», а студент Дробинин А.С. присвоения квалификации инженер путей сообщения.

Руководитель проекта

Ст. преподаватель кафедры

Электроснабжение транспорта



Луковкин К.П.

26.05.2016 г.