

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.

«___» _____ 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Автоматическое регулирование напряжения в контактной
сети участка Курган - Колчедан

(пояснительная записка)

23.05.05.053. ПД.01.ПЗ

(шифр документа)

Разработал: студент СОэ – 511 Баева И. А.
(студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Руководитель: профессор, д.т.н. Аржанников Б. А.
(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. Яценко А. С.

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

Рецензент: _____
(должность, звание) (группа) (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 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой _____

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

« ___ » _____ 2016 г.

Задание

на дипломный проект студенту

Баевой Ирине Анатольевне

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема проекта Автоматическое регулирование напряжения в контактной сети участка Курган - Колчедан

утверждена приказом по университету от « 15 » марта 2016 г. № 317-со

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 15.06.16

3 Исходные данные к проекту 1. Профиль пути участка Курган-Колчедан; 2. Расположение объектов системы тягового электроснабжения; 3. Масса поездов четного и нечетного направления; 4. Тип локомотивов для поездов; 5. Перечень основного оборудования тяговых подстанций

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1. Усиление системы тягового электроснабжения реального участка Курган – Колчедан;

2. Электрический расчет системы тягового электроснабжения участка Курган - Колчедан без регулирования и с регулированием напряжения системой БАРН;

3. Техничко – энергетические показатели системы тягового электроснабжения с использованием системы БАРН на тяговых подстанциях;

4. Техничко – экономические показатели усиления системы тягового электроснабжения на участке Курган – Колчедан;

5. Схемные решения при введении системы бесконтактного автоматического

регулирования напряжения;

6. Экономическая эффективность замена существующих преобразовательных трансформаторов на систему БАРН;

7. Безопасность жизнедеятельности

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) 1. Существующий продольный профиль пути участка Курган – Колчедан;

2. Продольный профиль пути участка Курган – Колчедан с применением системы БАРН;

3. Продольный профиль пути участка Курган – Колчедан с применением ВДУ;

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
<i>Экономический</i>	<i>Афанасьева Н.А.</i>		
<i>Безопасность жизнедеятельности</i>	<i>Яценко А.С.</i>		

7 Дата выдачи задания 15.01.16

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению студент _____
(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Примечание
<i>Сбор исходных данных для выполнения ВКР</i>	<i>05.03.16</i>	
<i>Постановка целей и задач ВКР, написание введения</i>	<i>15.03.16</i>	
<i>Разработка основной части ВКР</i>	<i>01.04.16</i>	
<i>Разработка специальной части ВКР</i>	<i>10.04.16</i>	
<i>Разработка раздела по экономической части ВКР</i>	<i>20.04.16</i>	
<i>Разработка раздела по БЖД</i>	<i>01.05.16</i>	
<i>Подготовка графической части ВКР</i>	<i>15.05.16</i>	
<i>Оформление ВКР</i>	<i>25.05.16</i>	
<i>Подписание ВКР у консультантов</i>	<i>25.05.16–05.06.16</i>	
<i>Подписание ВКР у руководителя</i>	<i>05.06.16–10.06.16</i>	
<i>Проверка ВКР на плагиат</i>	<i>10.06.16</i>	
<i>Нормоконтроль ВКР</i>	<i>09.06.16–14.06.16</i>	
<i>Сдача ВКР на кафедру</i>	<i>18.06.16</i>	
<i>Утверждение ВКР у заведующего кафедрой</i>	<i>20.06.16–24.06.16</i>	
<i>Получение рецензии на ВКР</i>	<i>24.06.16-27.06.16</i>	
<i>Защита ВКР</i>	<i>27.06.16–30.06.16</i>	

Руководитель _____ (подпись)

студент - дипломник _____ (подпись)

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.

«15» _____ марта 2016 г.

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

Студент Баева Ирина Анатольевна Группа СОэ-511
(Фамилия, Имя, Отчество)

Экономическая эффективность замены существующего преобразовательного трансформатора на систему БАРН

(название специального раздела)

1. Тема Автоматическое регулирование напряжение в контактной сети участка Курган – Колчедан

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «15» марта 2016 г. № 317-со

Выпускающая кафедра Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта д.т.н., профессор Аржанников Б.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: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 15.06.2015

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Техническое обоснование замены существующего преобразовательного трансформатора на систему БАРН;

2 Экономическое обоснование замены существующего преобразовательного трансформатора на систему БАРН;

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов) _____

7. Дата выдачи задания 15.03.2016 Консультант _____ Н.А.Афанасьева
(подпись)

Согласовано: _____ /Б.А. Аржанников/
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению _____ И.А. Баева
(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»

к.т.н., доцент Ковалев А.А.

«15» _____ марта 2016 г.

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

Студент _____ Баева Ирина Анатольевна _____ Группа СОэ-511
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности
(название специального раздела)

1. Тема Автоматическое регулирование напряжение в контактной сети участка Курган – Колчедан
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от « 15 » _____ марта 2016 г. № _____ 317-со

Выпускающая кафедра _____ Электроснабжение транспорта

Руководитель проекта _____ д.т.н., профессор Аржанников Б.А.
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела _____ к.м.н., доцент Яценко А.С.

Кафедра, ведущая специальный раздел _____ Техносферная безопасность

3. Исходные данные: _____ получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела _____ 15.06.2016

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Безопасность производства работ при монтаже преобразовательного трансформатора

2) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) _____

Схема расположения и подключения реактора РТДП-6300/10 У1 к трансформатору ТРДП-16000/10 У1

7. Дата выдачи задания _____ 15.03.2016 _____ Консультант _____ А.С. Яценко
(подпись)

Согласовано: _____ /Б.А. Аржанников/
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению _____ И.А. Баева
(дата и подпись студента-дипломника)

РЕФЕРАТ

В данном дипломном проекте всего: стр. 105, рис. 22, табл. 27, прил. 4, использованных источников 15 назв., чертежей и плакатов 3 листов.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, СТАБИЛИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ, АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, МАССА ПОЕЗДА, ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ, МЕЖПОЕЗДНОЙ ИНТЕРВАЛ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, МОНТАЖ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЧИСТЫЙ ДОХОД.

Объектом исследования является участок Курган – Колчедан Южно – Уральской железной дороги.

Цель проекта – увеличение пропускной и провозной способности участка Курган – Колчедан для дальнейшего увеличения их показателей: скорости движения и массы грузовых поездов.

В процессе работы произведен электрический расчет системы тягового электроснабжения для участка с тяжелым горным профилем Лещево – Замараево – Курган.

Основные технико – энергетические показатели: обеспечение пропуска поездов повышенной массы со снижением удельного расхода электрической энергии.

Степень внедрения – результаты проекта представлены руководству Южно – Уральской дирекции инфраструктуры.

Экономическая эффективность – замена существующих преобразовательных трансформаторов на систему бесконтактного автоматического регулирования напряжения окупается за семь лет.

					23.05.05.053.01.ПЗ.						
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	Автоматическое регулирование напряжения в контактной сети участка Курган - Колчедан			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.	Баева И.А.			У					7	105	
Пров.	Аржанников Б.А.			ФГБОУ ВО УрГУПС кафедра Электроснабжение транспорта							
Т. контр.	Аржанников Б.А.										
Н. контр.	Низов А.С.										
Утв.	Ковалев А.А.										

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	12
1 Усиление системы тягового электроснабжения реального участка Курган – Колчедан	14
1.1 Общие положения электрического расчета системы регулируемого тягового электроснабжения	14
1.2 Методика проведения электрического расчета СТЭ с системой БАРН на тяговых подстанциях	15
2 Электрический расчет системы тягового электроснабжения участка Курган – Колчедан без регулирования и с регулированием напряжения системой БАРН	19
2.1 Характеристика участка Лещево – Замараево – Курган	19
2.2 Электрические расчеты системы тягового электроснабжения при пропуске поездов в пакете массой 6300 т – 9000 т – 6300 т	22
2.2.1 Электрические расчеты при межпоездном интервале 8 минут	22
2.2.2 Электрические расчеты при межпоездном интервале 10 минут	25
2.3 Электрические расчеты системы тягового электроснабжения при пропуске поездов в пакете массой 6000 т – [6000 т + 6000 т соединенный] – 6000 т...26	
2.3.1 Электрические расчеты при межпоездном интервале 8 минут	26
2.3.2 Электрические расчеты при межпоездном интервале 10 минут	30
2.4 Выводы по оценке возможности пропуска поездов повышенной массы системой тягового электроснабжения без регулирования и с регулированием напряжения системой БАРН	31
3 Техничко – энергетические показатели системы тягового электроснабжения с использованием системы БАРН на тяговых подстанциях.....	34
3.1 Техничко – энергетические показатели системы тягового электроснабжения при пропуске поездов	34
3.2 Расчет потерь ЭЭ в головном понизительном и преобразовательном трансформаторах	35

3.3	Методика расчета потерь электрической мощности для нерегулируемого и регулируемого преобразовательного трансформатора	41
3.4	Расчет потерь электрической мощности преобразовательных трансформаторов тяговых подстанций на участке Лещево – Замараево – Курган при движении поездов повышенной массы и соединенных поездов с межпоездным интервалом 8 и 10 минут	43
3.4.1	Расчет с нерегулируемыми преобразовательными трансформаторами ...	43
3.4.2	Расчет с регулируемыми преобразовательными трансформаторами.....	48
3.5	Электрический расчет СТЭ на участке Лещево – Замараево – Курган при пропуске грузовых поездов повышенной массы и соединенных поездов ...	54
3.5.1	Технико – энергетические показатели СТЭ при пропуске поездов в пакете массой 6300 т – 9000 т – 6300 т	54
3.5.2	Технико – энергетические показатели СТЭ при пропуске поездов в пакете массой 6000 т – [6000 т + 6000 т соединенный] – 6000 т	57
3.6	Потери электрической энергии в тяговой сети.....	60
3.7	Удельный расход электрической энергии.....	63
4	Технико – экономические показатели усиления системы тягового электроснабжения на участке Курган – Колчедан	69
4.1	Мероприятия по усилению системы тягового электроснабжения постоянного тока 3,3 кВ на участке Курган – Колчедан	69
4.2	Сравнение вариантов усиления тягового электроснабжения на участке Лещево – Замараево – Курган.....	70
5	Схемные решения при введении системы бесконтактного автоматического регулирования напряжения	76
5.1	Подключение трансформаторного агрегата с бесконтактным регулированием напряжения	76
5.2	Подключение шкафа автоматического регулирования напряжения ШАУН5 к развернутой схеме управления и защиты преобразовательного агрегата	76

5.3 Технические характеристики и схема подключения регулируемого вольтодобавочного устройства к нерегулируемому преобразовательному агрегату	77
6 Экономическая эффективность замены существующего преобразовательного трансформатора на систему БАРН	81
6.1 Техническое обоснование замены существующего преобразовательного трансформатора.....	81
6.2 Экономическое обоснование замены существующего преобразовательного трансформатора	82
6.2.1 Расчет капитальных затрат.....	82
6.2.2 Расчет дополнительных эксплуатационных затрат.....	84
6.2.3 Расчет экономии текущих затрат	85
6.3 Оценочные показатели экономической эффективности.....	86
7 Безопасность жизнедеятельности	89
7.1 Безопасность производства работ при монтаже преобразовательного трансформатора	89
7.1.1 Особенности поражения электрическим током	89
7.1.2 Организационные и технические мероприятия	90
7.1.3 Организация безопасного производства работ при монтаже преобразовательного трансформатора	91
7.2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности	96
7.2.1 Источники, нормирования и средства защиты от вредных производственных факторов	96
7.2.2 Безопасность труда при эксплуатации объектов проектирования	97
7.3 Выводы по разделу	98
Заключение	99
Список использованных источников	104
Приложение А (обязательное) Исходные данные	106

Приложение Б (обязательное) Пояснительная записка к расчету параметров системы тягового электроснабжения участка Лещево – Замараево – Курган.....	110
Приложение В (обязательное) Результаты расчетов энергетических показателей системы тягового электроснабжения	210
Приложение Г (справочное) Система бесконтактного автоматического регулирования напряжения БАРН	215

Отзыв

**На работу по дипломному проектированию студентки группы СОэ-511,
факультета ЭМФ УрГУПСа Баевой Ирины Анатольевны**

Дипломный проект на тему «Автоматическое регулирование напряжения в контактной сети участка Курган – Колчедан» направлен на усиление системы тягового электроснабжения (СТЭ) постоянного тока при пропуске по участку грузовых поездов повышенной массы в пакете 6300т. – 9000т. – 6300т. и соединенных поездов в пакете 6000т. – (6000т.+ 6000т.+ – соединенный) – 6000т. и выполнен по решению службы «Электрификации и энергетического хозяйства Южно-Уральской ж.д. – филиала ОАО «РЖД».

Электрические расчеты СТЭ на участке Курган – Колчедан выполнены с использованием комплекса КОРТЭС, утвержденного (Департаментом ЦЭ) – «Управлением электрификации и электроснабжения» ЦДИ – филиала ОАО «РЖД». Ст. Баева И.А. предварительно изучила и освоила работу на комплексе КОРТЭС, собрала по участку необходимые для расчета исходные материалы и по согласованным со службой «Э» Ю.-Уральской ж.д. условиям и требованиям выполнила электрические расчеты СТЭ.

Условиями расчета определена работа тяговых подстанций без регулирования напряжения (с напряжением холостого хода 3500 В) и с регулированием напряжения (со стабилизацией напряжения на уровне 3500 В, 3600 В и 3700 В) с определением межподстанционных зон, не отвечающим требованию обеспечения напряжения в контактной сети 2700 В (ПТЭ). В электрических расчетах студенткой Баевой И.А. дополнена программа расчетного комплекса КОРТЭС – разработана методика и выполнены расчеты потерь мощности и электрической энергии в головном понизительном и преобразовательном трансформаторах.

Результаты электрических расчетов СТЭ сведены в таблицы с анализом расчетов и выводами. В качестве технических средств усиления рассмотрены: система бесконтактного автоматического регулирования напряжения БАРН (преобразовательный трансформатор ТРДП-16000/10 ЖУ1 с реактором РТДП-6300/10 У1 и шкафом управления ШАУН 5) и вольтодобавочное устройство ВДУ с трансформатором ТРСЗ-2500/10 и модулем тиристорных мостов, подключаемое к нерегулируемому трансформатору.

Выполнены сравнительные технико-энергетические и экономические расчеты. Студенткой Баевой И.А. предложено провести усиление СТЭ участка с помощью введения на участке системы БАРН.

В процессе работы по выполнению дипломного проекта ст. Баевой И.А. показаны отличные теоретические знания, умение работать с технической литературой и технической документацией и, что главное, способность принимать правильные технические решения, а также желание, заинтересованность и стремление быстрого решения поставленной задачи.

Работа над проектом заслуживает оценки «Отлично», а его автор Баева Ирина Анатольевна – присвоения квалификации «инженера электромеханика путей сообщения».

Прошу ГЭК рекомендовать Баеву И.А. к поступлению в аспирантуру при кафедре «Электроснабжение транспорта» УрГУПС.

Руководитель работы по дипломному проектированию

Профессор кафедры ЭЭС, д.т.н.



Аржанников Б.А.