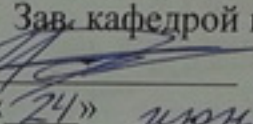


Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Уральский государственный университет путей сообщения

Факультет Электромеханический  
Кафедра Электрическая тяга  
Специальность 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»  
Специализация Электрический транспорт железных дорог

Допускается к защите:  
Зав. кафедрой к. т. н., доцент  
 Н. О. Фролов  
«24» июня 2016 г.

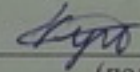
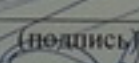

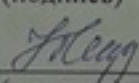
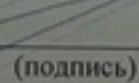
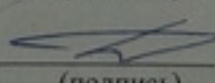
## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему:

Анализ эффективности работы высоковольтных цепей электровоза 2ЭС6

23.05.03.056.ПД.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал студент-дипломник	 (подпись)	<u>06.06.16</u> (дата)	<u>Куликов М. Ю.</u> (ФИО)	
Руководитель	<u>к. т. н., доцент</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>14.06.16</u> (дата)	<u>Пышный И. М.</u> (ФИО)
Консультант	<u>д. т. н., профессор</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>16.06.16</u> (дата)	<u>Сирина Н. Ф.</u> (ФИО)
	<u>к. т. н., доцент</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>20.06.16</u> (дата)	<u>Четкова Н. Б.</u> (ФИО)
Нормоконтролер	<u>к. т. н., доцент</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>24.06.16</u> (дата)	<u>Пышный И. М.</u> (ФИО)
Рецензент	<u>к. т. н., доцент</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>24.06.16</u> (дата)	<u>Худояров Д. Л.</u> (ФИО)

Екатеринбург  
2016

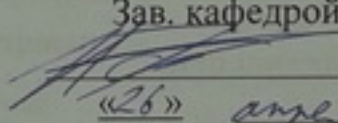
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Уральский государственный университет путей сообщения

Факультет Электромеханический  
Кафедра Электрическая тяга  
Специальность 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»  
Специализация Электрический транспорт железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

 Н. О. Фролов

«26» апреля 2016 г.

Задание  
на дипломный проект

Студент Куликов Михаил Юрьевич Группа ПСт-521  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

1. Тема Анализ эффективности работы высоковольтных цепей электровоза 2ЭСб  
утверждена приказом по университету № 567-со от 22.04.2016 г.

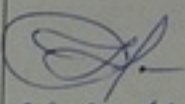
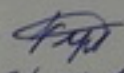
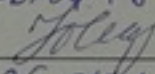
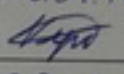
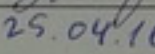
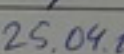
2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 25.06.2016 г.

3. Исходные данные к проекту (работе) Электровоз 2ЭСб, контакторы ПК-21ЭТ, СТ-1130

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) Введение. Статистические данные по отказам электровоза 2ЭСб. Электропневматический контактор. Расчет электропневматического контактора. Способы повышения надежности электропневматического контактора. Экономический раздел. Раздел «Безопасность жизнедеятельности»

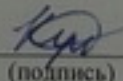
5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) Диаграммы отказов электровозов 2ЭСб (1 лист); Устройство электропневматического контактора ПК-21 (1 лист); Основные технические характеристики контактора ПК-21 (1 лист); Результаты расчета электропневматического контактора (1 лист); Предлагаемые к внедрению контакторы СТ-1130 (1 лист); Применение параллельных контактов, как способ повышения надежности работы (1 лист); Применение магнитного дугогашения, как способ повышения надежности работы (1 лист); Определение экономической эффективности применения электромагнитного контактора Schaltbau (1 лист); Расчет установки одиночного заземлителя в грунте (1 лист)

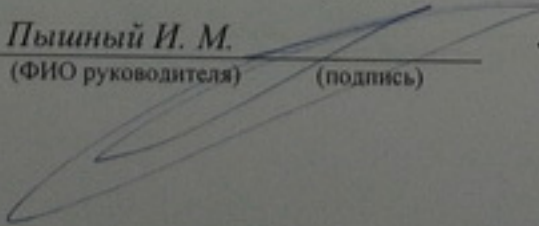
6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		здание выдал	здание принял
1 Деталь проекта	–		
2 Экономический	профессор, д. т. н. Сирина Н. Ф.		
3 Безопасность жизнедеятельности	доцент, к. т. н. Четкова Н. Б.	26.04.16 	26.04.16 
		25.04.16 	25.04.16 

7. Календарный план работ

Ном.	Наименование этапа дипломного проекта	Сроки выполнения	Примечание
1	Сбор и изучение литературы. Изучение статистических данных по отказам	28.03.16 г.	–
2	Статистические данные по отказам электровоза 2ЭС6	11.04.16 г.	30 % объема основного раздела
3	Электропневматический контактор	18.04.16 г.	–
4	Конструкция и принцип действия	25.04.16 г.	–
5	Расчет электропневматического контактора	02.05.16 г.	60 % объема основного раздела
6	Способ повышения надежности электропневматического контактора	23.05.16 г.	100 % объема основного раздела
7	Разработка экономического раздела	30.05.16 г.	–
8	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	06.06.16 г.	–
9	Прохождение нормоконтроля и утверждение готового дипломного проекта на кафедре	25.06.16 г.	–

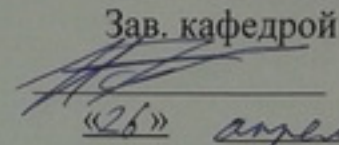
Задание принял Куликов М. Ю.  «07» марта 2016 г.  
(ФИО студента) (подпись)

Задание выдал Пышный И. М.  «07» марта 2016 г.  
(ФИО руководителя) (подпись)

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Уральский государственный университет путей сообщения

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

 Н. О. Фролов

«26» апреля 2016 г.

ЗАДАНИЕ  
на специальный раздел ВКР

Студент Куликов Михаил Юрьевич Группа ПСт-521  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Расчет экономической эффективности применения электромагнитного  
контактора Schaltbau

(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР Анализ эффективности работы высоковольтных цепей  
электровоза 2ЭС6

утверждена приказом по университету № 567-со от «22» апреля 2016 г.

Выпускающая кафедра Электрическая тяга

Руководитель проекта к. т. н., доцент Пышный И. М.

2. Консультант раздела д. т. н., профессор Сирина Н. Ф.

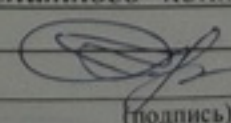
Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные Стоимость одного контактора СТ-1130/04 – 181,300 р.  
Стоимость одного контактора СТ-1130/08 – 204,300 р.

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 20.06.2016 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов) Расчет капитальных затрат на работы, связанные с модернизацией  
схемы электровоза. Расчет текущих затрат на ремонт  
электропневматических контакторов в депо при текущем ремонте ТР-30.  
Расчет оценочных показателей проекта

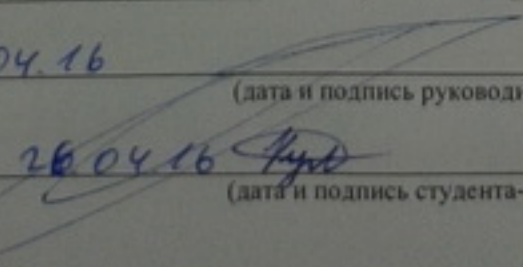
6. Название демонстрационно-графического материала Определение  
экономической эффективности применения электромагнитного контактора  
Schaltbau

7. Дата выдачи задания 26.04.2016 г. Консультант 

(подпись)

Согласовано 26.04.16

(дата и подпись руководителя ВКР)

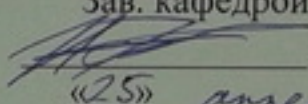
Принято к исполнению 26.04.16 

(дата и подпись студента-дипломника)

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Уральский государственный университет путей сообщения

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

  
Н. О. Фролов

«25» апреля 2016 г.

ЗАДАНИЕ  
на специальный раздел ВКР

Студент Куликов Михаил Юрьевич Группа ПСм-521  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)  
Безопасность жизнедеятельности  
(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР Анализ эффективности работы высоковольтных цепей электровоза 2ЭС6  
утверждена приказом по университету от № 567-со от 22.04.2016 г.  
Выпускающая кафедра Электрическая тяга  
Руководитель проекта к. т. н., доцент Пышный И. М.

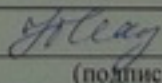
2. Консультант раздела к. т. н., доцент Четкова Н. Б.  
Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные Справочно-нормативная документация

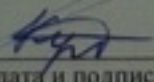
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 21.06.2016 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) Характеристика средств защиты от поражения электрическим током аппаратного цеха. Методика расчета защитного заземления аппаратного цеха. Результаты расчета заземляющего устройства аппаратного цеха. Требования по безопасности труда в условиях аппаратного цеха

6. Название демонстрационно-графического материала Расчет установки одиночного заземления в грунте

7. Дата выдачи задания 25.04.2016 г. Консультант   
(подпись)

Согласовано 25.04.16  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 25.04.16   
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 84 с., 17 рис., 18 табл., 16 источников.

СИЛОВЫЕ ЦЕПИ, НАДЕЖНОСТЬ, ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ КОНТАКТОР, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КОНТАКТОР, ДУГОГАШЕНИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Объектом разработки является силовая цепь электровоза 2ЭС6.

Цель проекта – повышение надежности работы электропневматического контактора ПК-21.

В процессе работы проведен анализ статистических данных по отказам силовых цепей грузового электровоза 2ЭС6. Рассчитывается электропневматический контактор, элементы пневматического привода и дугогасительное устройство, а также предлагаются меры, позволяющие повысить надежность работы силовых цепей.

В экономической части раздела рассчитывается эффективность применения электромагнитного контактора Schaltbau.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассматриваются требования по безопасности труда работников аппаратного цеха.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
1 Статистические данные по отказам электровоза 2ЭС6 .....	11
2 Устройство электропневматического контактора.....	16
2.1 Назначение электропневматического контактора.....	16
2.2 Конструкция и принцип действия.....	16
2.3 Эксплуатационные указания предприятия-изготовления.....	19
3 Расчет электропневматического контактора.....	26
3.1 Расчет контактного соединения .....	26
3.2 Расчет пневматического привода .....	32
3.3 Расчет дугогасительного устройства.....	40
4 Способы повышения надежности электропневматического контактора.....	48
4.1 Общие сведения.....	48
4.2 Борьба с намагничиванием вентилем.....	49
4.3 Улучшение контактного соединения.....	50
4.4 Применение контактора с параллельными контактами.....	53
4.5 Калибровочное отверстие.....	54
4.6 Магнитное дугогашение.....	55
5 Расчет экономической эффективности применения электромагнитного контактора Schaltbau.....	58
5.1 Расчет капитальных затрат на работы, связанные с модернизацией схемы электровоза.....	58
5.2 Расчет текущих затрат на ремонт электропневматических контакторов в депо при текущем ремонте ТР-30.....	62
5.3 Расчет оценочных показателей проекта.....	64
6 Безопасность жизнедеятельности.....	67
6.1 Характеристика средств защиты от поражения электрическим током аппаратного цеха.....	67

6.2 Методика расчета защитного заземления аппаратного цеха.....	68
6.3 Результат расчета заземляющего устройства аппаратного цеха.....	73
6.4 Требования по безопасности труда в условиях аппаратного цеха....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83



# РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента

электромеханического факультета

(факультет)

Уральского государственного университета путей сообщения

(образовательное учреждение)

Выполненной на тему

«Анализ эффективности работы высоковольтных цепей электровоза 2ЭС6»

(Наименование)

специальности (направления подготовки) 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

(Код, наименование)

Куликова Михаила Юрьевича

(Фамилия, имя, отчество)

Представленная к рецензированию работа полностью соответствует заданию.

В работе выполнен анализ статистической информации срабатываний быстродействующих контакторов на электровозах.

Качество пояснительной записки и графической части находится на приемлемом уровне. Не все изображения и кинематические схемы выполнены в графических редакторах, имеются сканированные изображения низкого качества.

Цель работы поставлена широко – нет конкретики. Приведенные расчеты основных параметров электропневматического контактора соответствуют инженерному уровню, однако в конце расчетного раздела не приведены итоги полученных результатов, что усложняет оценить достоинства предлагаемой конструкции контактора.

В целом работа выполнена с использованием актуальной и современной литературы, текстовая и графическая части выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ.


При ознакомлении с проектом установлено, что автор имеет достаточную инженерно-техническую подготовку для решения задач в области локомотивного хозяйства. Дипломный проект заслуживает оценки «хорошо».

Рецензент

к.т.н., начальник лаборатории

Свердловской дирекции тяги

(Ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)

 Худояров Д.Л.

Ознакомлен студент

Куликов М. Ю.

«24» июля 2016 г.

  
(Подпись)

## ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента механического факультета  
(очное обучение)  
специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог  
специализации «Электрический транспорт»  
Куликова Михаила Юрьевича

на тему

Анализ эффективности работы высоковольтных цепей электровоза 2ЭС6

Руководитель к. т. н., доцент кафедры «Электрическая тяга» Пышный И. М.

В дипломном проекте Куликова М. Ю. проанализирована эффективность работы силовых цепей грузового магистрального электровоза 2ЭС6; произведен расчет электропневматического контактора по представленной методике. Самостоятельно определены наименее надежные узлы силовых цепей и представлены способы повышения их надежности. Экономический раздел и раздел «Безопасности жизнедеятельности».


Студент Куликов М. Ю. зарекомендовал себя как квалифицированной специалист, владеющий на хорошем уровне основными практическими навыками и имеющий отличную теоретическую подготовку.

Дипломный проект выполнен самостоятельно на высоком научно-техническом уровне. Студент продемонстрировал глубокие знания фундаментальных дисциплин.

Руководитель

к. т. н., доцент

кафедры «Электрическая тяга»

  
Пышный И. М.