

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Уральский государственный университет путей сообщения

Факультет	<i>Механический (заочное обучение)</i>
Кафедра	<i>Электрическая тяга</i>
Специальность	<i>190303 «Электрический транспорт железных дорог»</i>

Допускается к защите:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

*[Подпись]* Н. О. Фролов

*«03» июня* 2016 г.

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему:

*Проектирование системы управления восьмиосного электровоза  
постоянного тока с возможностью перегруппировки тяговых двигателей  
по нестандартной схеме с тремя параллельными ветвями*

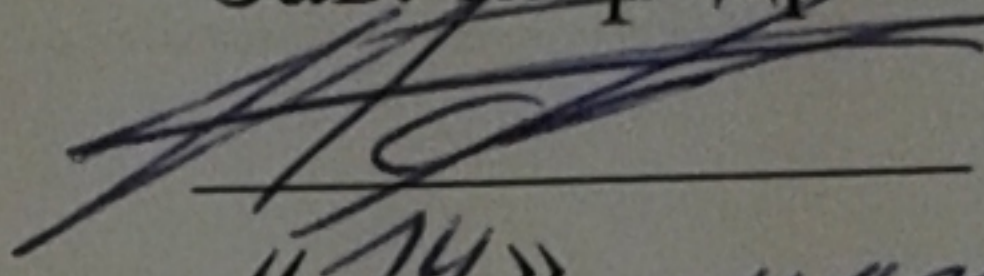
190303.056.ПД.01.ПЗ  
(обозначение документа)

Разработал студент-дипломник	<i>[Подпись]</i> (подпись)	<i>12.05.16</i> (дата)	<i>Салмин К.С.</i> (ФИО)	
Руководитель	<i>к. т. н., доцент</i> (должность, звание)	<i>[Подпись]</i> (подпись)	<i>16.05.16</i> (дата)	<i>Фролов Н. О.</i> (ФИО)
Консультант	<i>д. т. н., профессор</i> (должность, звание)	<i>[Подпись]</i> (подпись)	<i>1.06.16</i> (дата)	<i>Сирина Н. Ф.</i> (ФИО)
	<i>к. т. н., доцент</i> (должность, звание)	<i>[Подпись]</i> (подпись)	<i>16.05.16</i> (дата)	<i>Закирова А. Р.</i> (ФИО)
Нормоконтролер	<i>ст. преподаватель</i> (должность, звание)	<i>[Подпись]</i> (подпись)	<i>01.06.16</i> (дата)	<i>Ветлугина О. И.</i> (ФИО)
Рецензент	<i>[Подпись]</i> (должность, звание)	<i>[Подпись]</i> (подпись)	<i>[Подпись]</i> (дата)	<i>Дукаев Д. С.</i> (ФИО)

Факультет	<u>Механический (заочное обучение)</u>
Кафедра	<u>Электрическая тяга</u>
Специальность	<u>190303 «Электрический транспорт железных дорог»</u>

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

 Н. О. Фролов

«14» марта 2016 г.

Задание  
на дипломный проект

Студент Салмин Константин Сергеевич Группа Г-630  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

1. Тема «Проектирование системы управления восьмиосного электровоза постоянного тока с возможностью перегруппировки тяговых двигателей по нестандартной схеме с тремя параллельными ветвями»

утверждена приказом по университету № 347-сз от «14» 03 2016г.

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 04 июня 2016 г.

3. Исходные данные к проекту (работе)  $U_{кс} = 3000 \text{ В}$ ;  $P_{\text{д}} = 670 \text{ кВт}$ ;  $V_{\text{ч}} = 48,7 \text{ км/ч}$ ;  
 $n_{\text{д}} = 8$ ;  $G_{\text{д}} = 226 \text{ кН}$ ;

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

1 Расчет электромеханических характеристик двигателя. 2 Расчет характеристик ослабленного возбуждения и шунтирующих резисторов. 3 Расчет и построение ограничений тяговых характеристик электровоза. 4 Расчет реостатного пуска и построение скоростных реостатных характеристик. 5 Разработка схемы силовых цепей электровоза. 6 Разработка схемы перегруппировка тяговых двигателей электровоза ВЛ10 по схеме с тремя параллельными ветвями. 7 Экономический раздел. 8 Безопасность и экологичность проекта

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

1 Электромеханические характеристики тягового электродвигателя.

2 Тяговые характеристики электровоза.

3 Таблица замыкания реостатных контакторов.

4 Скоростные реостатные характеристики и пусковая диаграмма.

5 Электрическая схема силовых цепей электровоза ВЛ10 до модернизации.

6 Предлагаемая схема перегруппировки двигателей.

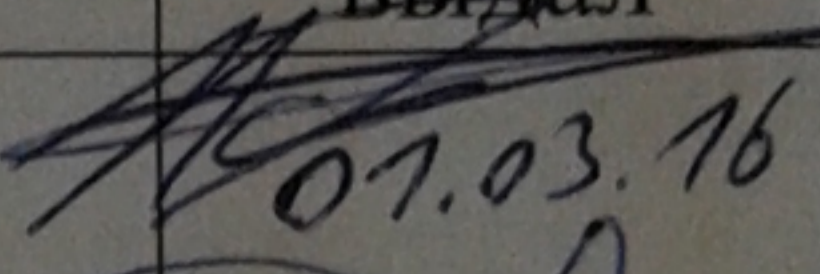
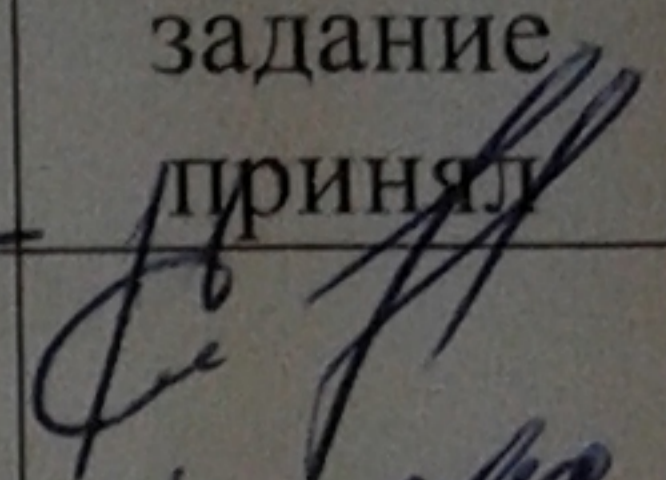
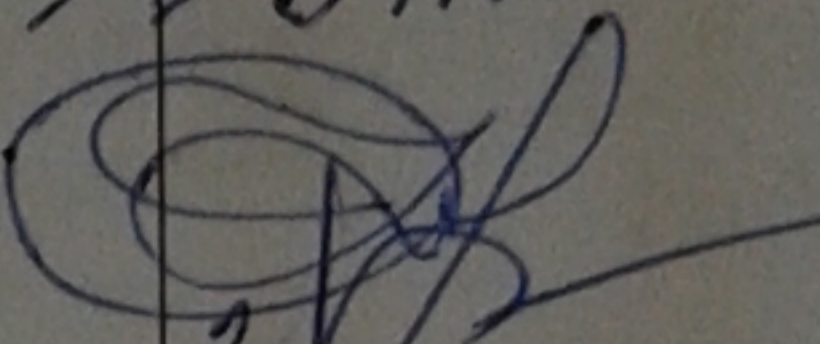
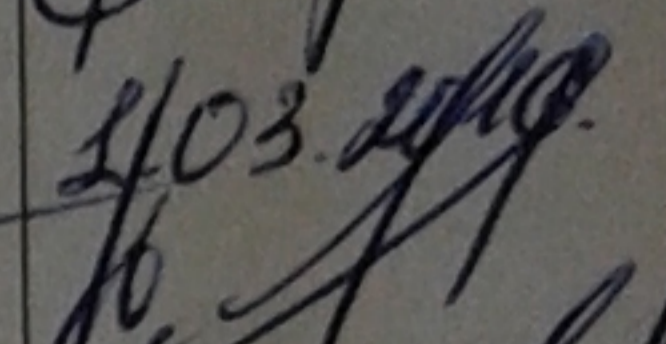
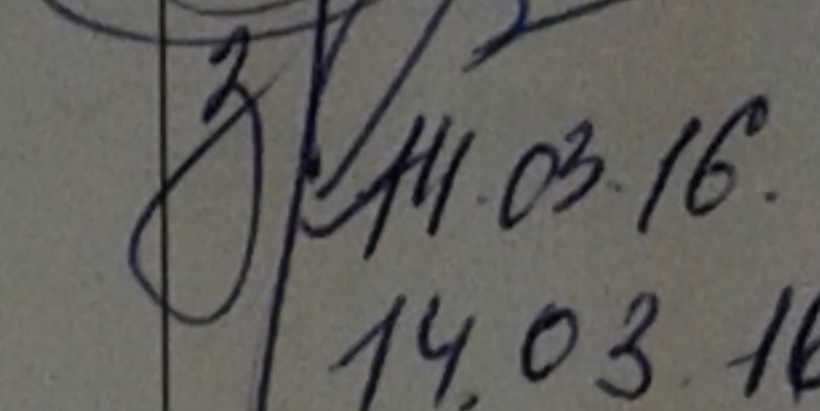
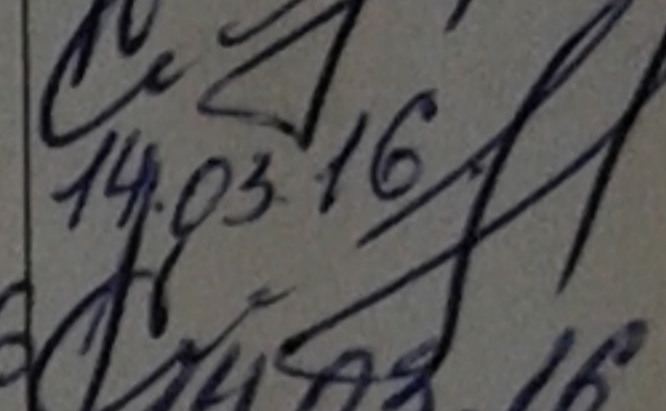
7 Электрическая схема силовых цепей электровоза ВЛ10 после модернизации.

8 Тяговые характеристики электровоза ВЛ10 после модернизации.

9 Скоростные реостатные характеристики и пусковая диаграмма после модернизации.

10. Экономическая эффективность модернизации электровоза.

проекта)

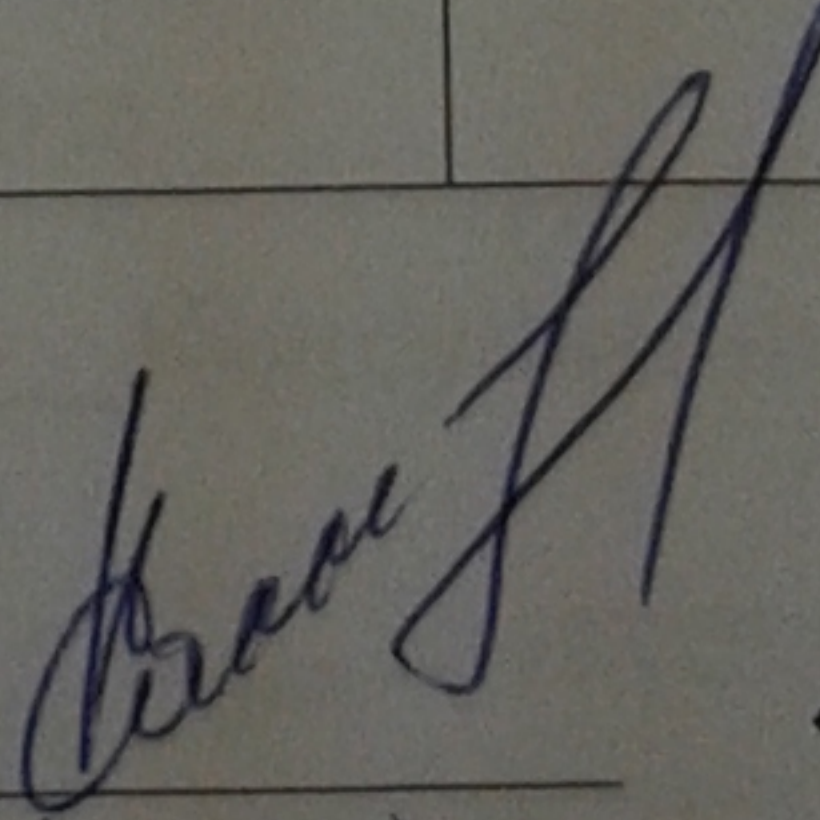
Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
1 Деталь проекта	доцент, к. т. н. Фролов Н. О.	 07.03.16	 11.03.16
2 Экономический	профессор, д. т. н. Сирина Н. Ф.		 14.03.16
3 Безопасность жизнедеятельности	доцент, к. т. н. Закирова А. Р.	 14.03.16	 14.03.16

### 7. Календарный план работ

Ном	Наименование этапа дипломной работы	Срок выполнения	Примечание
1	Расчет электромеханических характеристик двигателя	07.03.16	-
2	Расчет характеристик ослабленного возбуждения и шунтирующих резисторов	21.03.16	30 % объема основного раздела
3	Расчет и построение ограничений тяговых характеристик электровоза	28.03.16	-
4	Расчет реостатного пуска и построение скоростных реостатных характеристик	04.04.16	-
5	Разработка схемы силовых цепей электровоза	11.04.16	60 % объема основного раздела
6	Разработка схемы перегруппировка тяговых двигателей электровоза ВЛ10 по схеме с тремя параллельными ветвями	02.05.16	100 % объема основного раздела
7	Разработка экономического раздела	21.04.16	-
8	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	16.05.16	-
9	Прохождение нормоконтроля и утверждение готового дипломного проекта на кафедре	04.06.16	-

Задание принял

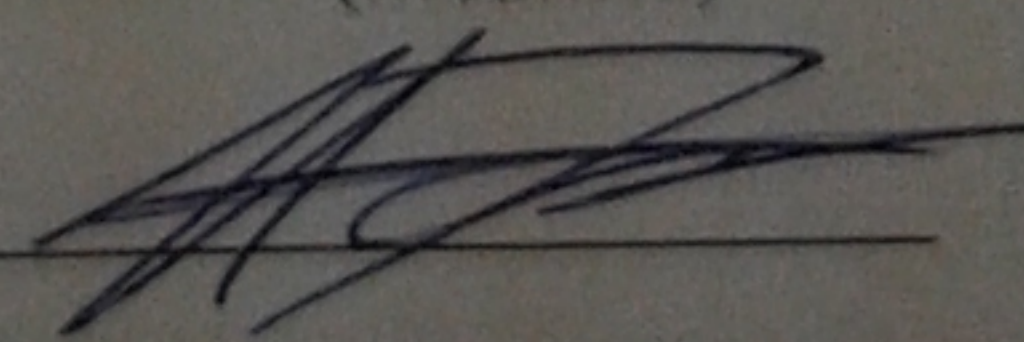
Салмин К. С.  
(ФИО студента)

  
(подпись)

«1» марта 2016 г.

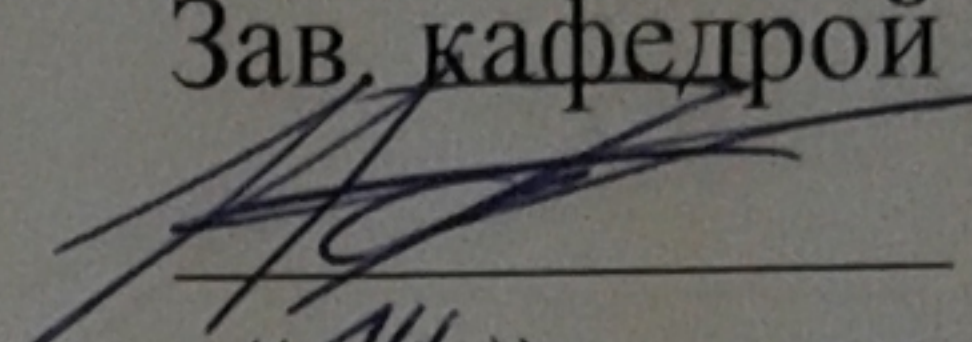
Задание выдал

Фролов Н. О.

  
«07» марта 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

 Н. О. Фролов

«14» марта 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Студент Салмин Константин Сергеевич Группа Т-630  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)  
(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР Проектирование системы управления восьмиосного электровоза постоянного тока с возможностью перегруппировки тяговых двигателей по нестандартной схеме с тремя параллельными ветвями

утверждена приказом по университету от «14» 03 2016 г. № 347-сз

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к.т.н., доцент Фролов Н. О.

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

Кафедра, ведущая специальный раздел «Экономика транспорта»

3. Исходные данные Стоимость одного транзистора 4000р.

Тарифная ставка 98,2 р.(час)

4. Срок сдачи студентом законченного раздела «21» апреля 2016 г.

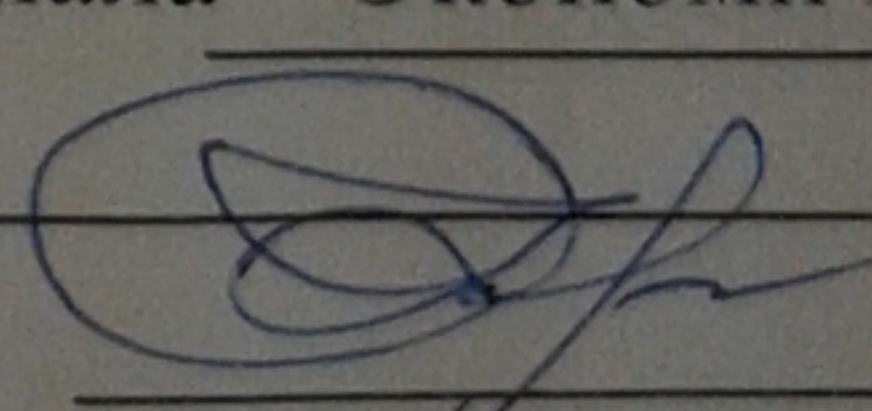
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) 13. Экономическая эффективность модернизации электровоза

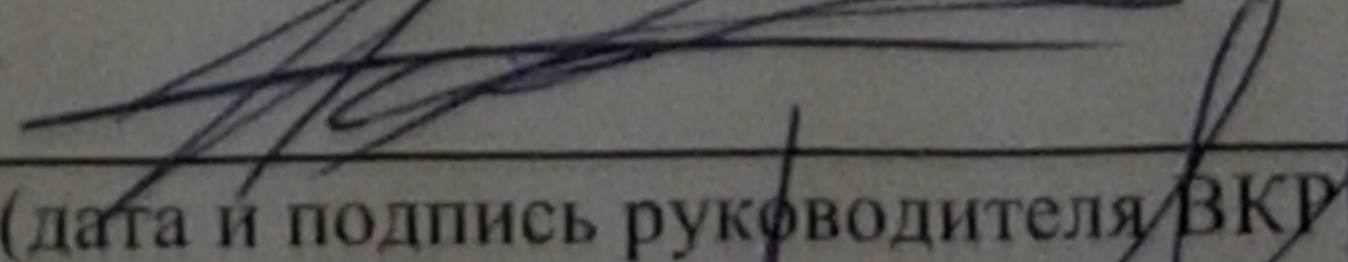
ВЛ-10. 13.1 Расчет единовременных затрат на работы, связанные с

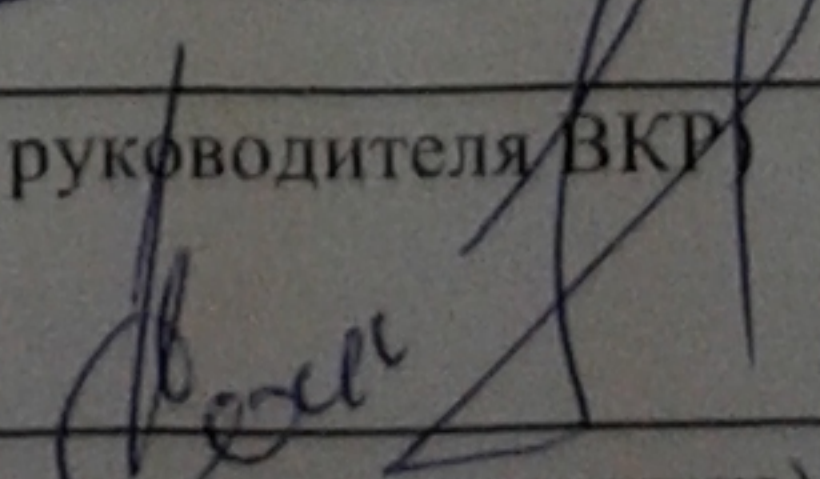
установкой транзисторов. 13.2 Расчет экономического эффекта

модернизации схемы управления электровоза ВЛ-10. 13.3 Расчет оценочных показателей проекта

6. Название демонстрационно-графического материала Экономическая эффективность модернизации электровоза

7. Дата выдачи задания 14.03. 2016 Консультант   
(подпись)

Согласовано: 14.03.16   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 14.03. 2016г.   
(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

«14» марта 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Студент Салмин Константин Сергеевич Группа Г-630  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Безопасность жизнедеятельности

(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР «Проектирование системы управления восьмиосного электровоза постоянного тока с возможностью перегруппировки тяговых двигателей по нестандартной схеме с тремя параллельными ветвями»

утверждена приказом по университету от «14» 03 2016 г. № 347-сз

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к.т.н., доцент Фролов Н. О.

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

Кафедра, ведущая специальный раздел «Техносферная безопасность»

3. Исходные данные Справочно – нормативная документация

4. Срок сдачи студентом законченного раздела «14» мая 2016 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

5.1 Меры электробезопасности при техническом ремонте восьмиосного электровоза постоянного тока.

5.2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

6. Название демонстрационно-графического материала Меры электробезопасности при техническом ремонте восьмиосного электровоза постоянного тока.

7. Дата выдачи задания 14.03.16 Консультант З/  
(подпись)

Согласовано: 14.03.16  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 14.03.16.  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 84 с., 18 рис., 15 табл., 20 источников.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, ЭЛЕКТРОВАЗ, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПУСКОВАЯ ДИАГРАММА, ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ, ПЕРЕГРУППИРОВКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Объектом разработки является система управления грузового восьмиосного электроваза постоянного тока с тремя возможными схемами соединения тяговых двигателей.

Цель дипломного проекта – модернизация системы управления грузового электроваза ВЛ10, в которой предусмотрена возможность перегруппировки тяговых двигателей по нестандартной схеме с тремя параллельными ветвями.

В дипломном проекте рассчитаны номинальные величины и характеристики тяговых двигателей электроваза. Построены ограничения тяговых характеристик. Составлена таблица замыкания контакторов. Построена пусковая диаграмма и рассчитаны ступени пускового резистора. Произведен тепловой расчет секции пускового резистора. Приведена схема силовых цепей электроваза постоянного тока. Разработана схема силовых цепей электроваза с дополнительным соединением тяговых двигателей. Рассчитаны характеристики тяговых двигателей и электроваза после модернизации.

В экономической части дипломного проекта производится технико-экономическое обоснование применения модернизируемого электроваза.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены вопросы:

- меры электробезопасности при техническом ремонте восьмиосного электроваза постоянного тока;
- соответствие диплома нормам экологичности и безопасности.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Определение номинальных величин.....	19
2 Выбор структуры схемы силовой цепи.....	12
3 Расчет электромеханических характеристик двигателя и электровоза.....	14
4 Расчет характеристик ослабленного возбуждения и шунтирующих резисторов.....	23
5 Расчет ступеней пускового резистора и построение пусковой диаграммы.....	25
6 Расчет ограничений тяговых характеристик.....	32
7 Составление таблицы замыкания контакторов.....	34
8 Тепловой расчет секций пускового резистора.....	49
9 Разработка схемы силовых и вспомогательных цепей электровоза.....	43
10 Выбор систем защиты электрического оборудования.....	45
11 Выбор основного электрического оборудования.....	47
12 Перегруппировка тяговых двигателей электровоза ВЛ10 по схеме с тремя параллельными ветвями.....	48
13 Экономическая эффективность модернизации электровоза ВЛ10.....	61
13.1 Расчет единовременных затрат на работы, связанные с установкой транзисторов.....	61
13.2 Расчет экономического эффекта модернизации схемы управления электровоза ВЛ10.....	63
13.3 Расчет оценочных показателей проекта.....	66
14 Безопасность жизнедеятельности.....	68
14.1 Меры электробезопасности при техническом ремонте восьмиостного электровоза постоянного тока.....	68
14.2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83

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

## ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента механического факультета  
на тему

Проектирование системы управления восьмиосного электровоза постоянного тока с  
возможностью перегруппировки тяговых двигателей по нестандартной схеме с  
тремя параллельными ветвями

Специальности 190303 «Электрический транспорт железных дорог»

(Код, наименование)

Салмин Константин Сергеевич

(Фамилия, имя, отчество)

Руководитель к.т.н., доцент каф. «Электрическая тяга» Фролов Николай Олегович

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

Разделы дипломного проекта разработаны самостоятельно.

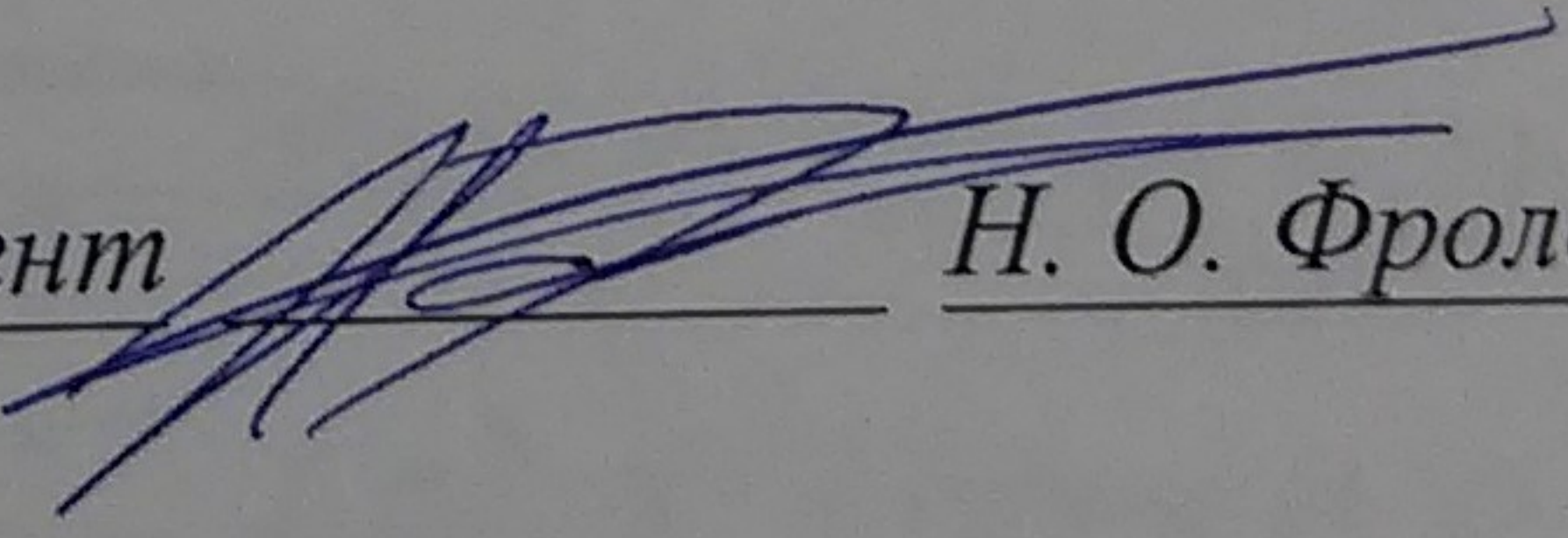
Уровень теоретической подготовки студента хороший, разделы

дипломного проекта выполнял ритмично, с творческим подходом.

Степень готовности к самостоятельной работе высокая.

Руководитель \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент

  
Н. О. Фролов



На бланке организации

## РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента:

Проектирование

(Наименование)

системы управления восьмиосного электровоза постоянного тока

с возможностью перегруппировки тяговых двигателей по

нестандартной схеме с тремя параллельными ветвями

специальности (направления подготовки):

190303 «Электрический транспорт железных дорог»

(Код, наименование)

Салмина Константина Сергеевича

(Фамилия, имя, отчество)

Работой дипломника проект соответствует  
заданной квалификационной работе и  
срокам. При разработке ДП дипломник  
использовал последние достижения науки  
и техники. Приметные решения обоснованы.  
Рекомендуется оценка ДП «отлично».

Рецензент:

ТЧ-2 Румов Д.С.

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

Ознакомлен студент:

Салмин Константин Сергеевич

«31»

05

2016 г.

(подпись)

