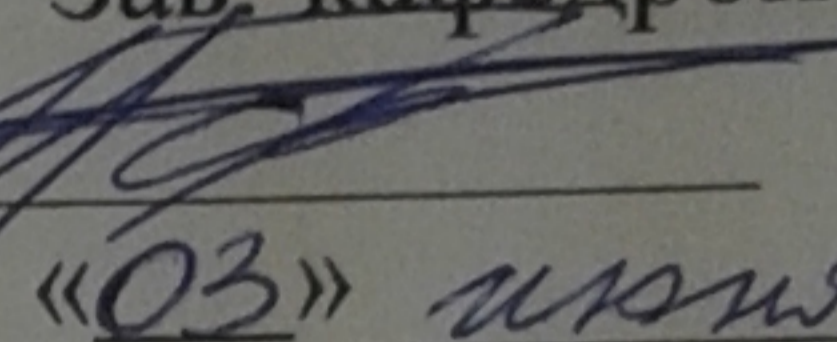


Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Уральский государственный университет путей сообщения

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

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

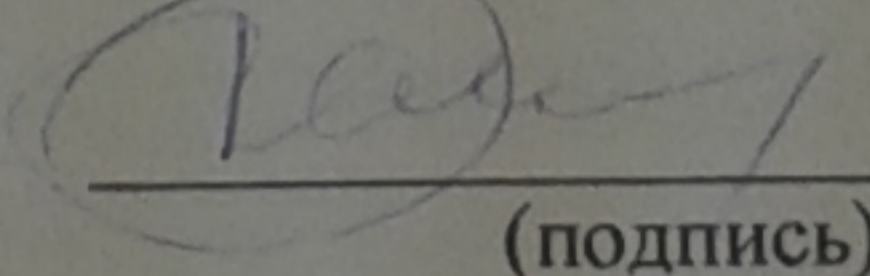
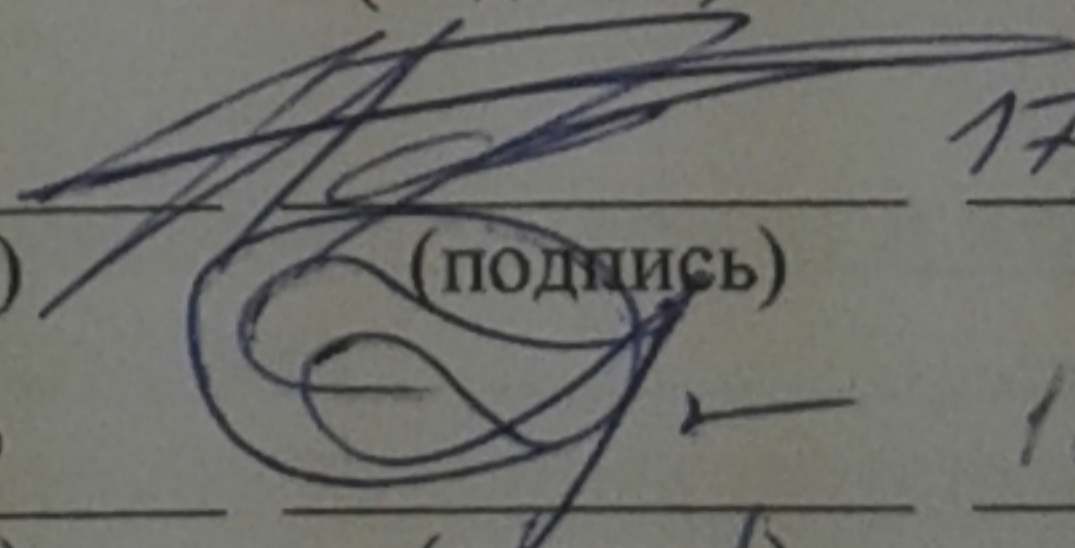
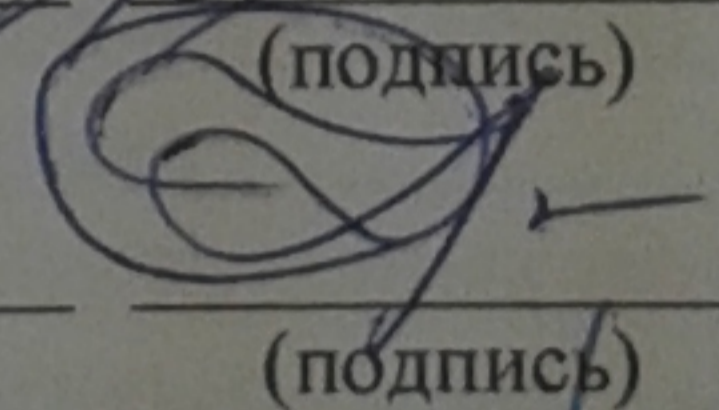
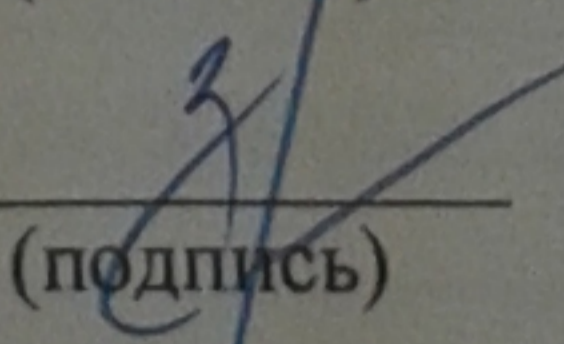
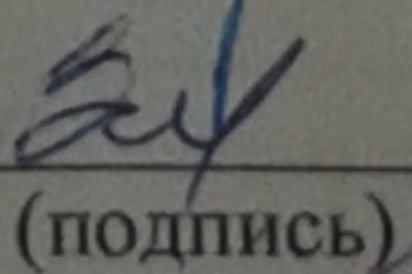
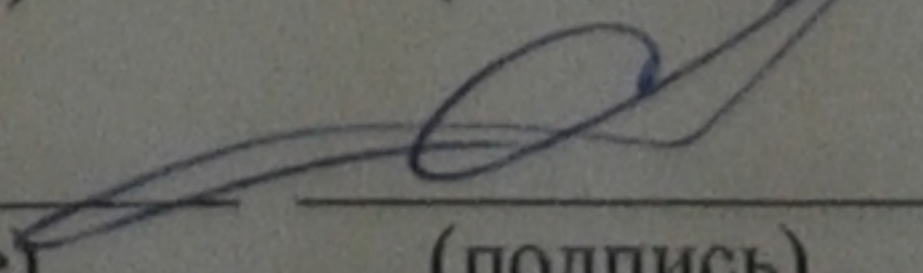
## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему:

«Модернизация системы управления электровоза ВЛ11 за счет  
частичной замены групповых коммутационных аппаратов индивидуальными»

190303.056.ПД.01.ПЗ

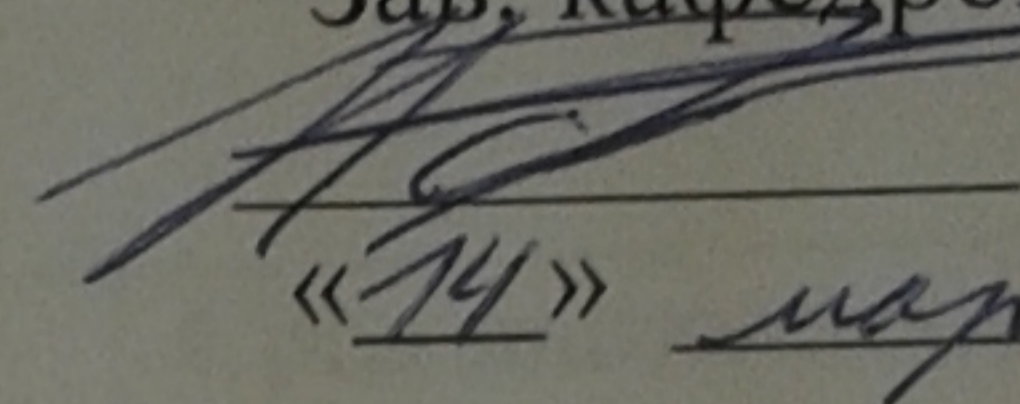
(обозначение документа)

Разработал студент-дипломник	 (подпись)	<u>17.05.16</u> (дата)	<u>Рогожников В. С.</u> (ФИО)	
Руководитель	<u>к.т.н., доцент</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>17.05.16</u> (дата)	<u>Фролов Н. О.</u> (ФИО)
Консультант	<u>д.т.н., профессор</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>18.05.16</u> (дата)	<u>Сирина Н. Ф.</u> (ФИО)
	<u>к.т.н., доцент</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>18.05.16</u> (дата)	<u>Закирова А. Р.</u> (ФИО)
Нормоконтролер	<u>ст. преподаватель</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>01.06.16</u> (дата)	<u>Ветлугина О. И.</u> (ФИО)
Рецензент	<u>УЧО-17</u> (должность, звание)	 (подпись)	<u>03.06.16</u> (дата)	<u>Александров</u> (ФИО)

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

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зав. кафедрой к.т.н., доцент  
Н. О. Фролов

  
«14» марта 2016 г.

**Задание**  
на дипломный проект

Студент Рогожников Вячеслав Сергеевич Группа Г – 620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

1. Тема: «Модернизация системы управления электровоза ВЛ11 за счет  
частичной замены групповых коммутационных аппаратов индивидуальными»

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

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

3. Исходные данные к проекту (работе) Часовая мощность двигателя – 670  
кВт. Скорость часового режима – 48 км/ч. Количество двигателей – 8.  
Нагрузка на ось – 240 кН. Вид электрического торможения – рекуперативное.

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

1 Расчет электромеханических характеристик двигателя и электровоза.

2 Расчет ограничений тяговых характеристик.

3 Расчет реостатного пуска и построение скоростных реостатных характеристик.

4 Разработка схемы силовых и вспомогательных цепей электровоза.

5 Модернизация системы управления грузового электровоза ВЛ11.

6 Экономический раздел.

7 Безопасность жизнедеятельности.

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

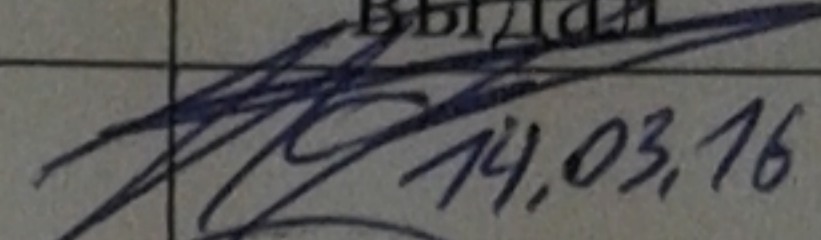
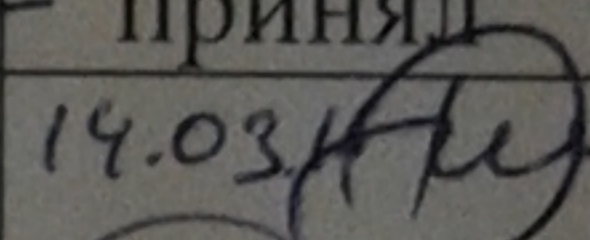
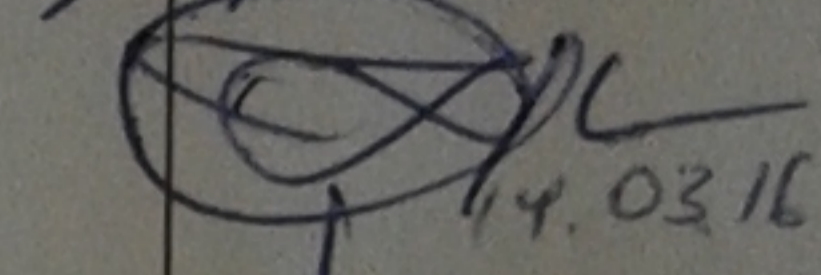
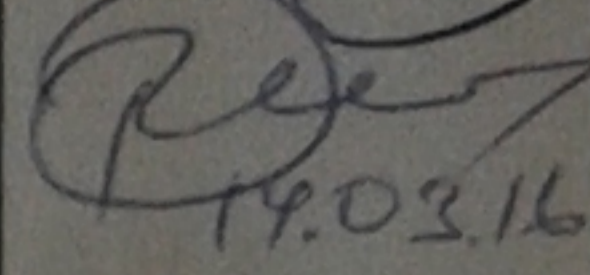
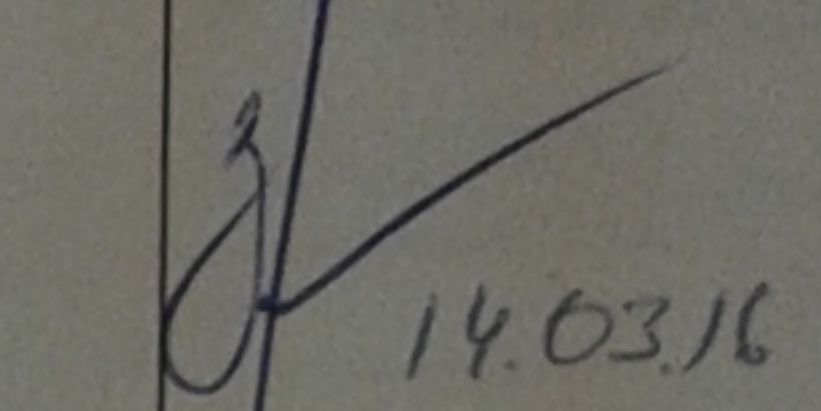
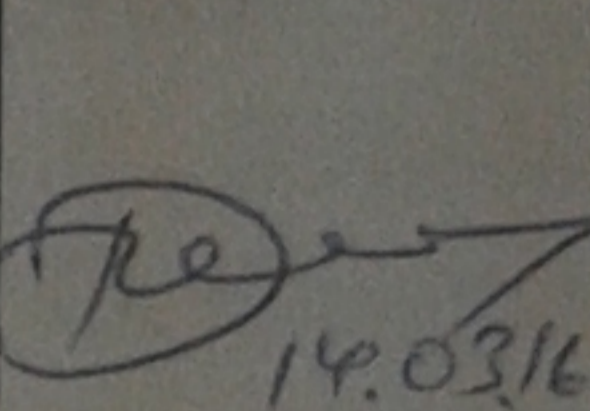
1 Электромеханические характеристики ТЭД (1 лист). 2 Тяговые характеристики и  
ограничение силы тяги электровоза по сцеплению (1 лист). 3 Пусковая диаграмма (1 лист).

4 Электрическая схема силовых и вспомогательных цепей (1 лист). 5 Низковольтные  
электрические схемы управления индивидуальными контакторами (1 лист).

6 Схема размещения электрического оборудования в высоковольтной камере электровоза (1  
лист). 7 Схема соединения пусковых резисторов электровоза (1 лист). 8 Таблица замыкания

контакторов (1 лист). 9 Технико-экономическое обоснование модернизации цепей  
управления электровоза постоянного тока (1 лист). 10 эргономика рабочего места  
машиниста (1 лист)

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

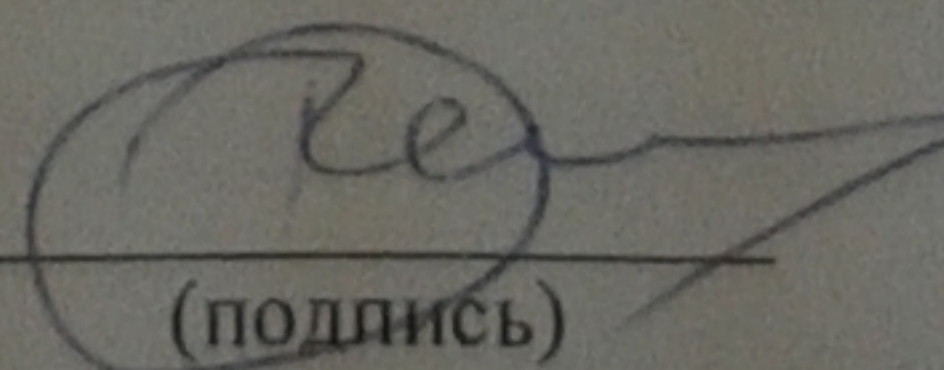
Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
1 Деталь проекта 2 Экономический 3 Безопасность жизнедеятельности	к.т.н., доцент Фролов Н. О.	 14.03.16	 14.03.16
	д.т.н., профессор Сирина Н. Ф.	 14.03.16	 14.03.16
	к.т.н., доцент Закирова А. Р.	 14.03.16	 14.03.16

7. Календарный план работ

Ном	Наименование этапа дипломной работы	Срок выполнения	Примечание
1	Расчет электромеханических характеристик двигателя и электровоза	21.03.16	30 % объема основного раздела
2	Расчет ограничений тяговых характеристик	28.03.16	-
3	Расчет реостатного пуска и построение скоростных реостатных характеристик	04.04.16	-
4	Разработка схемы силовых и вспомогательных цепей электровоза	11.04.16	60 % объема основного раздела
5	Модернизация системы управления грузового электровоза ВЛ11	02.05.16	100 % объема основного раздела
6	Разработка экономического раздела	09.05.16	-
7	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	16.05.16	-
8	Прохождение нормоконтроля и утверждение готового дипломного проекта на кафедре	04.06.16	-

Задание принял

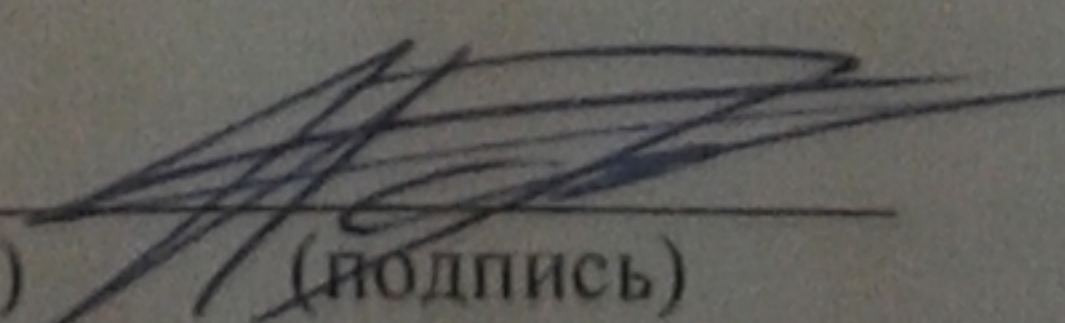
Рогожников В. С.  
(ФИО студента)

  
(подпись)

«14» марта 2016 г.

Задание выдал

Фролов Н. О.  
(ФИО руководителя)

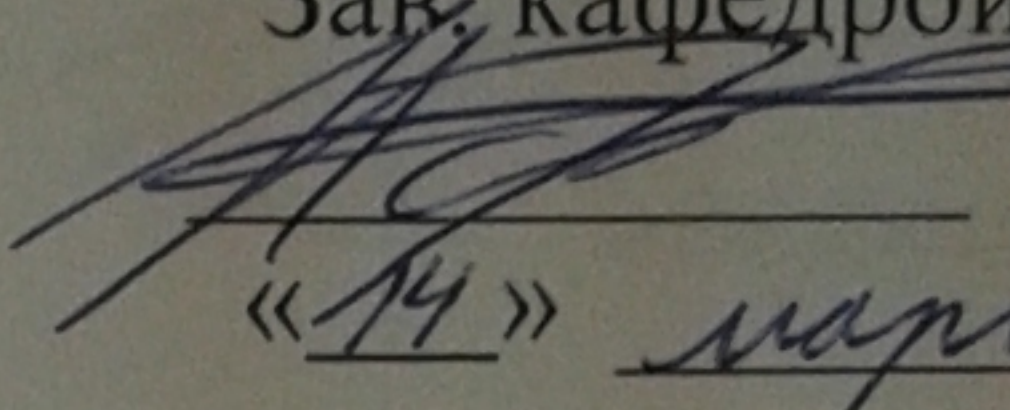
  
(подпись)

«14» марта 2016 г.

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 Рогожников Вячеслав Сергеевич Группа Т - 620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

«Технико-экономическое обоснование модернизации цепей управления  
электровоза постоянного тока»  
(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР «Модернизация системы управления электровоза ВЛ11 за счет  
частичной замены групповых коммутационных аппаратов индивидуальными»

утверждена приказом по университету от «14» марта 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.

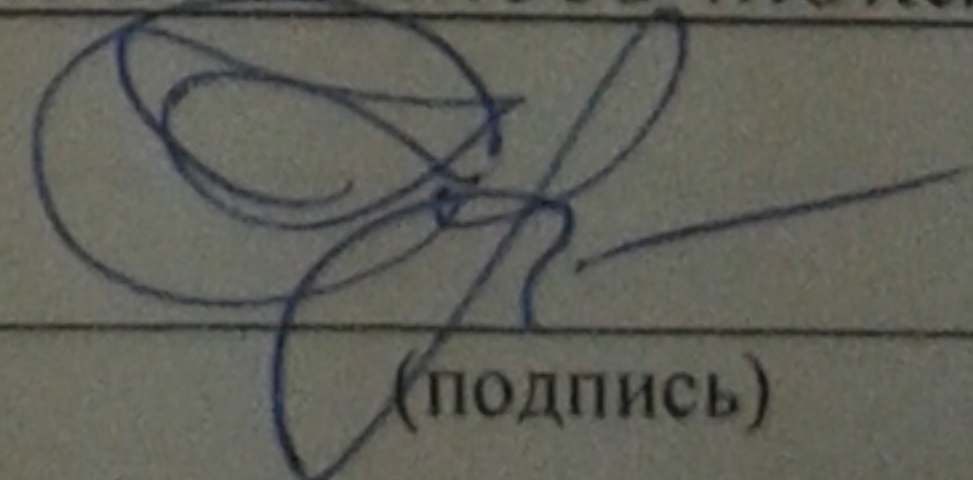
Кафедра, ведущая специальный раздел «Экономика транспорта»

3. Исходные данные Часовая тарифная ставка-92.16 р. Контактёр ПК-123-  
18269 р. Контактёр ПК-121-8442 р.

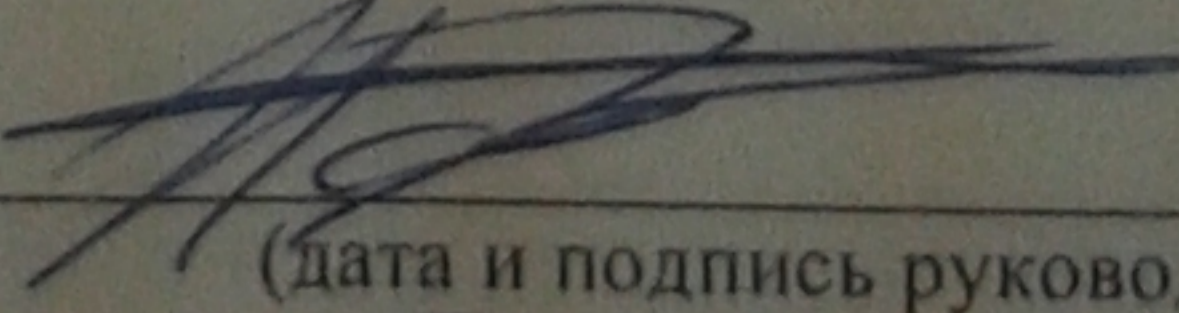
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 14 мая 2016 г.

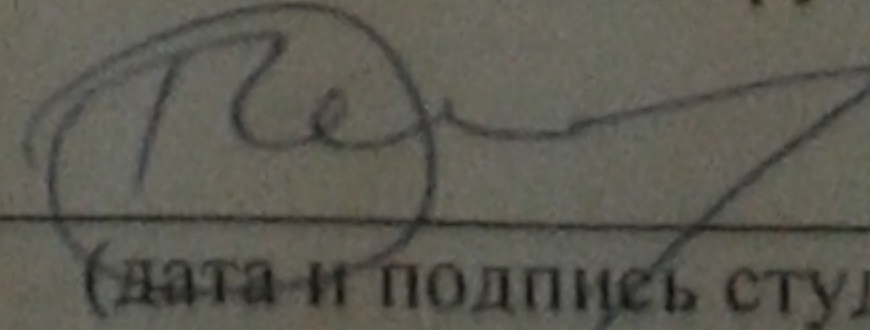
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов) Расчет оценочных показателей инвестиционного проекта по  
сравниваемым вариантам. Расчет экономической эффективности.

6. Название демонстрационно-графического материала Технико-экономическое  
обоснование модернизации цепей управления электровоза постоянного тока

7. Дата выдачи задания 14.03.16 Консультант 

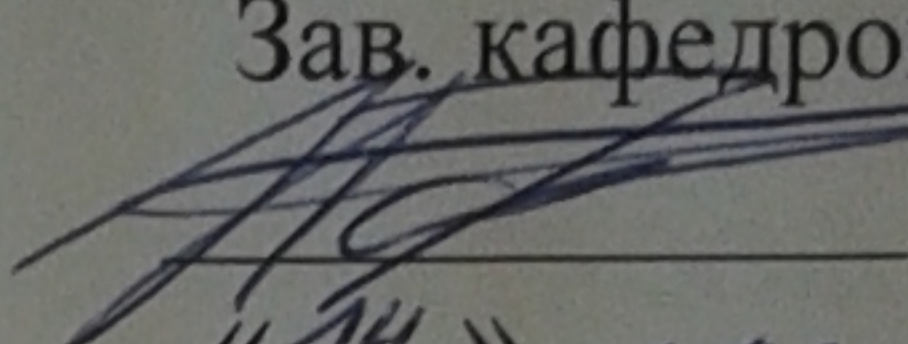
(подпись)

Согласовано 14.03.16   
(дата и подпись руководителя ВКР)

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

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зав. кафедрой к.т.н., доцент

 Н. О. Фролов

«14» марта 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на специальный раздел ВКР**

Студент Рогожников Вячеслав Сергеевич Группа Г - 620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Безопасность жизнедеятельности

(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР «Модернизация системы управления электровоза ВЛ11 за счет  
частичной замены групповых коммутационных аппаратов индивидуальными»

утверждена приказом по университету от «14» марта 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

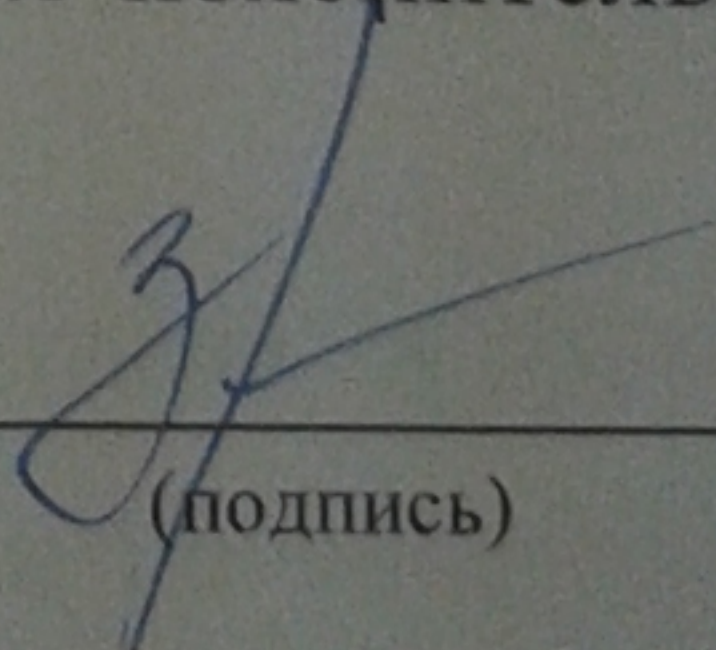
4. Срок сдачи студентом законченного раздела «14» мая 2016 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов)

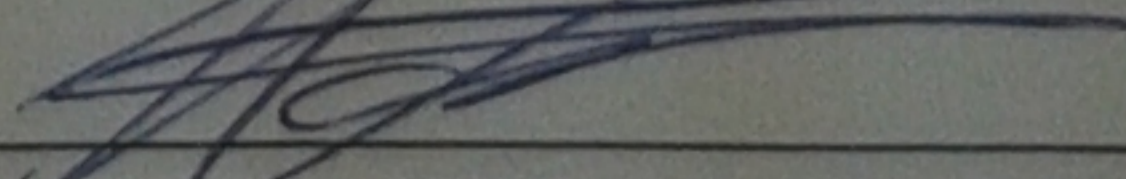
1 Эргономика рабочего места машиниста.

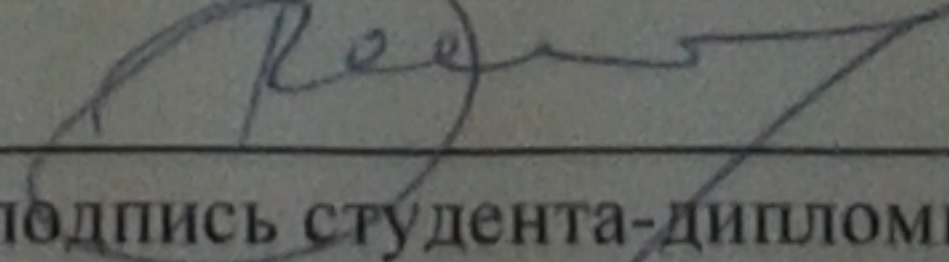
2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требований безопасности  
и экологичности.

Наименование графической части, иллюстрирующей материал пояснительной  
записки: эргономика рабочего места машиниста.

6. Дата выдачи задания 14.03.16 Консультант 

(подпись)

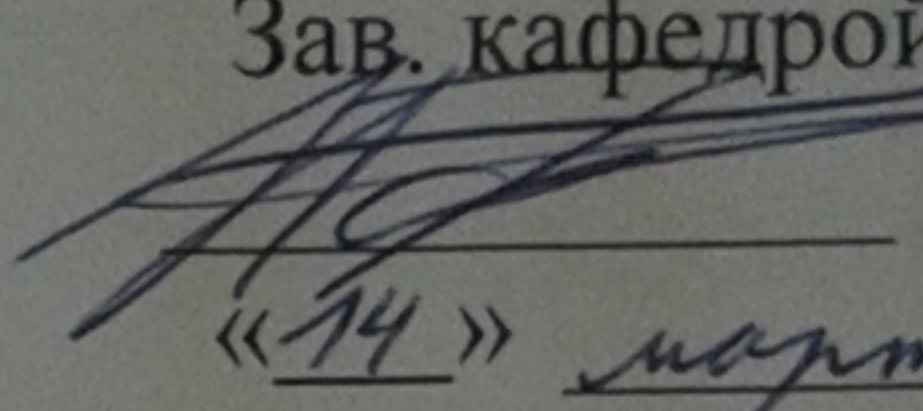
Согласовано: 14.03.16   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 14.03.16   
(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

«14» марта 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**  
на специальный раздел ВКР

Студент Рогожников Вячеслав Сергеевич Группа Т - 620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Безопасность жизнедеятельности  
(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР «Модернизация системы управления электровоза ВЛ11 за счет частичной замены групповых коммутационных аппаратов индивидуальными»

утверждена приказом по университету от «14» марта 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

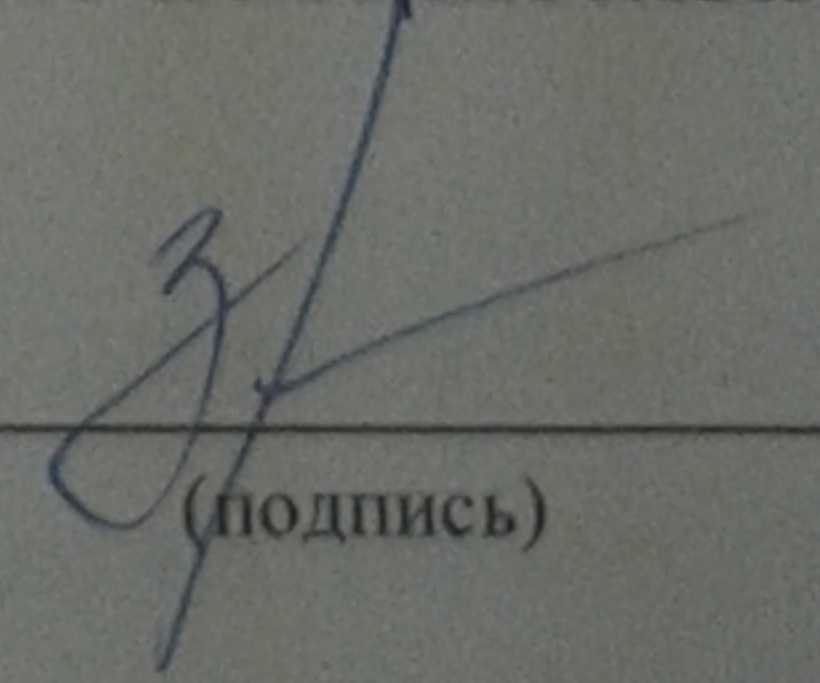
4. Срок сдачи студентом законченного раздела «14» мая 2016 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Эргономика рабочего места машиниста.

2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требований безопасности и экологичности.

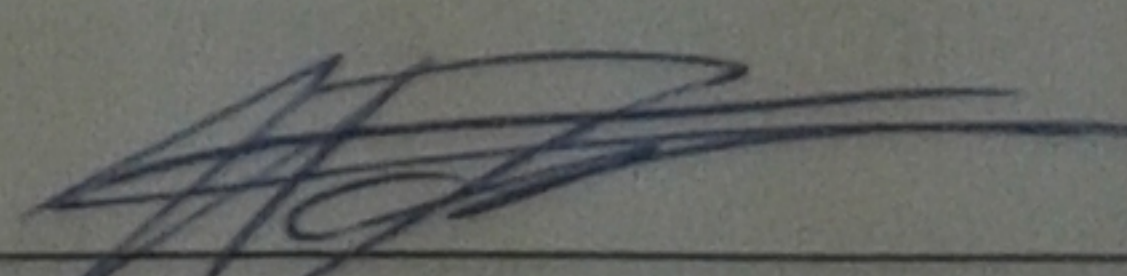
Наименование графической части, иллюстрирующей материал пояснительной записки: эргономика рабочего места машиниста.

6. Дата выдачи задания 14.03.16 Консультант 

(подпись)

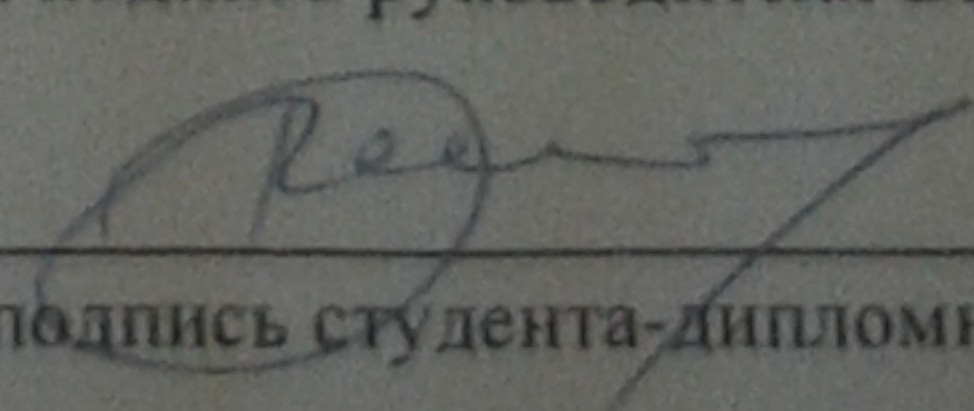
Согласовано:

14.03.16

  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

14.03.16

  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 107 с., 10 рис., 20 табл., 20 источников.

ЭЛЕКТРОВАЗ ПОСТОЯННОГО ТОКА, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ КОНТАКТОРЫ, ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, СИЛОВЫЕ ЦЕПИ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЦЕПИ

Объект исследования – коммутационные аппараты электроваза постоянного тока с индивидуальным и групповым приводом.

Цель работы – частичная замена контакторов с групповым приводом (переключателей) индивидуальными электропневматическими контакторами.

В процессе работы был произведен расчет реостатно-контакторной системы управления восьмиосного грузового электроваза постоянного тока серии ВЛ11. В детали проекта была произведена модернизация коммутационной аппаратуры в силовых цепях электроваза ВЛ11.

В результате модернизации была произведена замена трех переключателей силового электрооборудования индивидуальными электропневматическими контакторами и разработана их система управления.

Произведена технико-экономическая оценка модернизации системы управления электроваза ВЛ11 за счет использования в его системе управления коммутационных аппаратов преимущественно с индивидуальным приводом, указывающая на высокую эффективность принятых решений.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрена эргономика рабочего места машиниста и выполнена экспертиза проекта на соответствие требованиям экологичности и безопасности.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Разработка системы управления электровоза постоянного тока .....	11
1.1 Исходные данные .....	11
1.2 Определение номинальных величин.....	12
1.3 Выбор структуры схемы силовой цепи .....	15
1.4 Расчет электромеханических характеристик двигателя и электровоза.....	17
1.5 Расчет характеристик ослабленного возбуждения шунтирующих резисторов.....	20
1.6 Расчет ступеней пускового резистора и построение пусковой диаграммы.....	28
1.7 Расчет ограничений тяговых характеристик.....	35
1.8 Разработка схемы силовых и вспомогательных цепей электровоза.....	37
1.9 Составление таблиц замыкания контакторов .....	43
1.10 Расчет величин сопротивлений секций пускового реостата .....	48
1.11 Тепловой расчет секции пускового резистора .....	50
1.12 Выбор системы защиты электрического оборудования .....	53
1.13 Модернизация системы управления грузового электровоза ВЛ11.....	56
1.14 Размещение оборудования на электровозе.....	71
2 Технико-экономическое обоснование модернизации цепей управления электровоза постоянного тока .....	74
2.1 Общие сведения.....	74
2.2 Расчет капитальных затрат.....	74
2.3 Расчет текущих издержек для базового электровоза.....	75
2.4 Расчет текущих издержек для модернизированного электровоза.....	83
2.5 Расчет экономической эффективности модернизации электровоза ВЛ11 ...	85



3 Безопасность жизнедеятельности.....	89
3.1 Эргономика рабочего места машиниста .....	89
3.2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности .....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	107

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

Модернизация системы управления электровоза ВЛ11 за счет частичной замены  
групповых коммутационных аппаратов индивидуальными

Специальности 190303 «Электрический транспорт железных дорог»

(Код, наименование)

Рогожников Вячеслав Сергеевич

(Фамилия, имя, отчество)

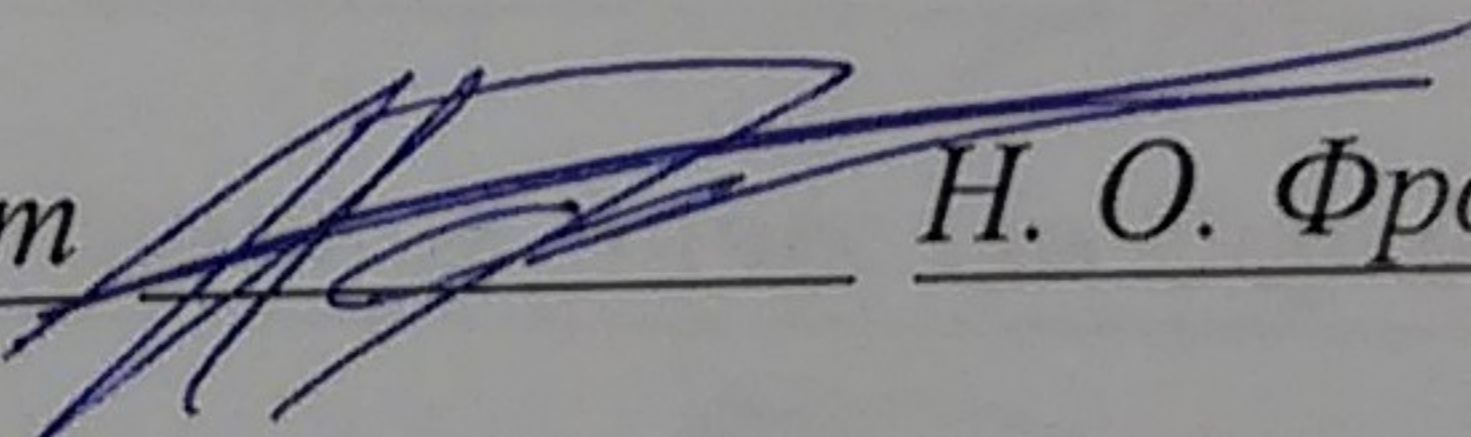
Руководитель к.т.н., доцент каф. «Электрическая тяга» Фролов Николай Олегович

(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

16-1

# РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента:

Модернизация

(Наименование)

системы управления электровоза ВЛ11 за счет частичной замены  
групповых коммутационных аппаратов индивидуальными

специальности (направления подготовки):

190303 «Электрический транспорт железных дорог»

(Код, наименование)

Рогожникова Вячеслава Сергеевича

(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект полностью соответствует заданию. Степень использования диплом-  
ником последних достижений науки и техники в дипломном проекте высокая. Графическая часть  
и пояснительная записка изложены грамотно и соответствуют требованиям ЕСКД. Предложенные  
решения в дипломном проекте технико - экономически обоснованы. Замечаний к качеству  
дипломного проекта нет. Предлагаемая оценка "Отлично".

Рецензент:

М.А. [подпись]  
(Ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)



Алибаев Сергей Александрович

Ознакомлен студент:

Рогожников Вячеслав Сергеевич

« 03 » 06

2016 г.

[подпись]  
(подпись)