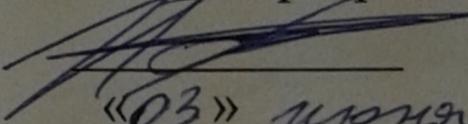


Факультет Механический (заочное обучение)  
Кафедра Электрическая тяга  
Специальность 190303 «Электрический транспорт железных дорог»

Допускается к защите:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

 Н. О. Фролов

«03» июня 2016 г.

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

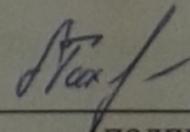
на тему:

«Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания электровозов нового поколения»

190303.056.ПД.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал студент-дипломник



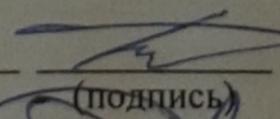
18.05.2016 Тихонов С. Н.

(подпись) (дата) (ФИО)

Руководитель

к.т.н., доцент

(должность, звание)



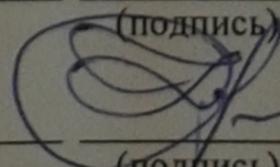
18.05.16 Худояров Д. Л.

(подпись) (дата) (ФИО)

Консультант

д.т.н., профессор

(должность, звание)

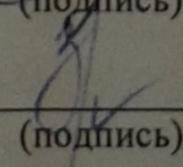


19.05.16 Сирина Н. Ф.

(подпись) (дата) (ФИО)

к.т.н., доцент

(должность, звание)



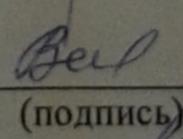
16.05.16 Закирова А. Р.

(подпись) (дата) (ФИО)

Нормоконтролер

ст. преподаватель

(должность, звание)



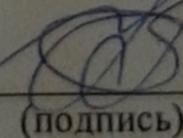
01.06.16 Ветлугина О. И.

(подпись) (дата) (ФИО)

Рецензент

Нач. тех. отд., Сверд. дир. тяги

(должность, звание)



26.05.16 Салата Н. Г.

(подпись) (дата) (ФИО)

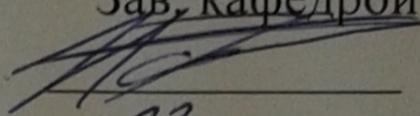
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Уральский государственный университет путей сообщения

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

  
Н. О. Фролов

«23» марта 2016 г.

Задание

на дипломный проект

Студент Тихонов Сергей Николаевич Группа Т-620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

1. Тема: «Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания электровозов  
нового поколения»

утверждена приказом по университету №347-СЗ от 14 марта 2016 г.

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 04.06.2016

3. Исходные данные к проекту (работе) Серия электровоза – 2ЭС6. Нагрузка на  
ось колесной пары  $2P_{см} = 25$  т, тип ТЭД – ЭДП-810, масса ТЭД  $P_{тэд} = 5000$  кг,  
диаметр бандажа  $D_b = 1250$  мм, передаточное число  $i = 3,44$ , ширина зубьев  
 $v = 90$  мм, модуль в нормальном сечении  $m_n = 10$ , централь  $atw = 617,5$  мм.

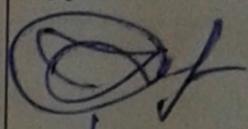
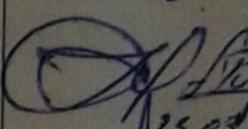
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих  
разборке вопросов)

1 Особенности механической части электровоза 2ЭС6. 2 Сравнительный  
анализ неисправностей оборудования электровозов серии 2ЭС6. 3 Выбор схемы  
и расчет рессорного подвешивания. 4 Расчет развески тележки. 5 Расчет  
прочности рамы как статически определимой системы. 6 Расчет  
полиуретанового амортизатора. 7 Расчет кузовных пружин. 8 Экономический  
раздел. 9 Безопасность жизнедеятельности.

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

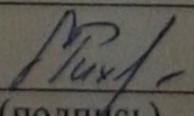
1 Схема участков работы локомотивов грузового движения на Свердловской  
железнодорожной дороге (1 лист). 2 Анализ неисправностей оборудования  
электровозов серии 2ЭС6 (1 лист). 3 Тележка электровоза 2ЭС6 (1 лист).  
4 Нагрузки и силы, действующие на раму тележки (1 лист). 5 Схема кузовных  
пружин (1 лист). 6 Наклонная тяга (1 лист). 7 Буксовый узел 2ЭС6 (1 лист). 8  
Экономика (1 лист). 9 Охрана труда (1 лист).

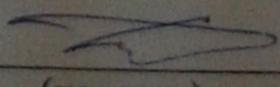
6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта)

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
1 Деталь проекта	-	23.03.16.	19.05.16.
2 Экономический	д.т.н. Сирина Н. Ф.		
3 Безопасность жизнедеятельности	к.т.н. Закирова А. Р.	3/ 23.03.16	3/ 23.03.16 16.05.16

7. Календарный план работ

Ном.	Наименование этапа дипломного проекта	Сроки выполнения	Примечание
1	Особенности механической части электровоза 2ЭС6. Сравнительный анализ неисправностей оборудования электровозов серии 2ЭС6	07.03.2016	-
2	Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания	21.03.2016	30 % объема основного раздела
3	Расчет прочности рамы как статически определимой системы	28.03.2016	-
4	Расчет полиуретанового амортизатора	11.04.2016	60 % объема основного раздела
5	Расчет кузовных пружин	02.05.2016	100 % объема основного раздела
6	Экономический раздел	09.05.2016	-
7	Безопасность жизнедеятельности	16.05.2016	-
8	Прохождение нормоконтроля и утверждение готового дипломного проекта на кафедре	04.06.2016	-

Задание принял Тихонов С. Н.  «09» марта 2016 г.  
(ФИО студента) (подпись)

Задание выдал Худояров Д. Л.  «09» 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

«23» марта 2016 г.

ЗАДАНИЕ  
на специальный раздел ВКР

Студент Тихонов Сергей Николаевич Группа Г - 620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Технико-экономическое обоснование выбора схемы рессорного подвешивания  
электровозов нового поколения  
(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР «Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания электровозов  
нового поколения»

утверждена приказом по университету от №347-СЗ от 14марта 2016 г.

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к.т.н., доцент Худояров Д. Л.

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

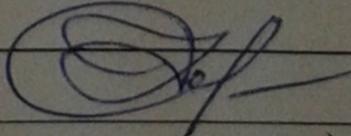
Кафедра, ведущая специальный раздел «Экономика транспорта»

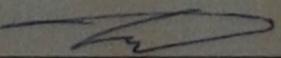
3. Исходные данные  $C_{эл} = 2,7 \text{ р.}$ ,  $Э_{см} = 1600 \text{ р.}$ ,  $Э_{эк} = 1300 \text{ р.}$ ,  $Э_{р} = 300 \text{ р.}$ ,  
 $Э_{об} = 300 \text{ р.}$ ,  $C_{дем} = 40000 \text{ р.}$ ,  $C_{уст.об.} = 60000 \text{ р.}$

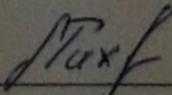
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 20 мая 2016 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов) Основные показатели использования подвижного состава. Расчет  
капитальных затрат. Расчет эксплуатационных расходов. Эффективность  
применения электровоза.

6. Название демонстрационно-графического материала Технико-экономическое  
обоснование выбора схемы рессорного подвешивания электровозов нового  
поколения.

7. Дата выдачи задания 23.03.16 Консультант   
(подпись)

Согласовано  23.03.16г.  
(дата и подпись руководителя ВКР)

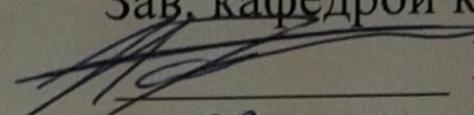
Принято к исполнению 23.03.16г.   
(дата и подпись студента-дипломника)

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

«23» марта 2016 г.

### ЗАДАНИЕ

#### на специальный раздел ВКР

Студент Тихонов Сергей Николаевич Группа Г - 620  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Безопасность жизнедеятельности

(наименование специального раздела)

1. Тема ВКР «Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания электровозов нового поколения»

утверждена приказом по университету от №347-СЗ от 14 марта 2016 г.

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к.т.н., доцент Худояров Д. Л.

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

Кафедра, ведущая специальный раздел «Техносферная безопасность»

3. Исходные данные Справочно-нормативная документация

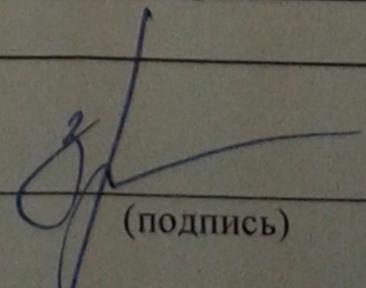
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 16.05.16

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте.

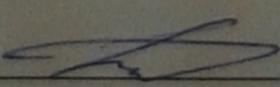
2 Экспертиза на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

6. Название демонстрационно-графического материала Мероприятия по снижению уровня шума и вибрации.

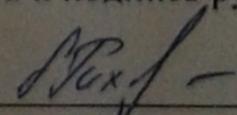
7. Дата выдачи задания 23.03.16 Консультант

  
(подпись)

Согласовано

 23.03.16  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

23.03.16   
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект - 84 с., 15 рис., 8 табл., 30 источников, 1 прил.

ЭЛЕКТРОВАЗ, РАМА ТЕЛЕЖКИ, РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ, КУЗОВНЫЕ ПРУЖИНЫ, КОЛЕСНАЯ ПАРА, НАГРУЗКА НА ОСЬ, ПОЛИУРЕТАНОВАЯ ШАЙБА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКСПЕРТИЗА

Объектом разработки дипломного проекта является механическая часть грузового электроваза 2ЭС6.

Цель работы - выбор схемы и расчет рессорного подвешивания электровазов нового поколения.

Приводятся основные конструкционные особенности механической части электроваза. Выполнен анализ отказов оборудования электроваза.

Произведен выбор схемы и расчет рессорного подвешивания, выполнен расчет полиуретановой шайбы амортизатора наклонной тяги, рассчитаны наружные и внутренние пружины ступени кузовного подвешивания при увеличении осевой нагрузки до 28 т. Произведен расчет прочности рамы как статически определимой системы, удовлетворяющие всем требованиям технологического регламента.

В экономическом разделе приводится технико-экономическое обоснование применения электроваза 2ЭС6 с модернизированным рессорным подвешиванием с нагрузкой 28 тонн на ось. Рассчитывается экономический эффект от внедрения электроваза на эксплуатационном участке.

В разделе безопасность и экологичность проекта даны понятия шума и вибрации, а также мероприятия по их снижению на подвижном транспорте. Проведена экспертиза на соответствие дипломного проекта требованиям безопасности и экологичности.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 Особенности механической части электровоза 2ЭС6 .....	11
2 Сравнительный анализ неисправностей оборудования электровозов серии 2ЭС6.....	24
3 Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания .....	25
3.1 Выбор схемы рессорного подвешивания .....	25
3.2 Расчет рессорного подвешивания.....	26
4 Расчет развески тележки .....	31
5 Расчёт рамы как статически определимой системы.....	37
6 Расчет полиуретанового амортизатора .....	39
6.1 Исходные данные .....	39
6.2 Расчет полиуретанового амортизатора .....	41
7 Расчет кузовных пружин .....	49
8 Техничко-экономическое обоснование выбора схемы рессорного подвешивания электровозов нового поколения .....	52
8.1 Основные показатели использования подвижного состава.....	52
8.2 Расчет капитальных затрат.....	54
8.3 Расчет эксплуатационных расходов.....	55
8.4 Эффективность применения электровоза.....	60
9 Безопасность жизнедеятельности.....	61
9.1 Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте.....	61
9.2 Экспертиза на соответствие дипломного проекта требованиям безопасности и экологичности .....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Сравнительный анализ неисправностей оборудования электровозов серии 2ЭС6.....	81

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

ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента механического факультета  
Тема дипломного проекта «Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания  
электровозов нового поколения»

(наименование работы)

направление подготовки (специальности)

190303 «Электрический транспорт железных дорог»

(код, наименование)

Тихонова Сергей Николаевича

(фамилия, имя отчество)

Руководитель к. т. н., начальник тягово-энергетической лаборатории  
Свердловской дирекции тяги, Худояров Дмитрий Леонидович

В качестве объекта исследований принята рама тележки грузового электровоза серии 2ЭС6.

В работе студентом выполнены необходимые расчеты инженерного уровня для определения необходимых параметров продольной развески грузового электровоза. При производстве расчетов рама рассчитывалась как статически определимая система.

При выполнении работы использованы теоретические сведения из классической профильной литературы с приведением соответствующих ссылок. При этом материал частично или полностью переработан.

Выполненный дипломный проект соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам специальности 190303 «Электрический транспорт железных дорог».

В ходе работы над проектом студент Тихонов С. Н. показал себя грамотным и ответственным исполнителем готовым к самостоятельной работе по специальности. Дипломный проект заслуживает оценки «отлично».

Руководитель, к.т.н.,  
начальник тягово-энергетической лаборатории  
Свердловской дирекции тяги



Худояров Д.Л.

15-1

## РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента «*Выбор схемы и расчет рессорного подвешивания электровозов нового поколения*» специальности 190303 «Электрический транспорт железных дорог»

Тихонова Сергея Николаевича

### ПРИЛОЖЕНИЯ:

1. Пояснительная записка на 80 стр.
2. Графическая часть на 10 листах формата А 4.

Представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к дипломным проектам.

В дипломном проекте произведен выбор схемы и расчет рессорного подвешивания с увеличенной осевой нагрузкой до 28 т. на базе серийного электровоза 2ЭС6. Выполнен расчет полиуретановой шайбы амортизатора наклонной тяги, рассчитаны наружные и внутренние пружины ступени кузовного подвешивания при увеличении осевой нагрузки до 28 т.

Приведено технико-экономическое обоснование применения электровоза 2ЭС6 с модернизированным рессорным подвешиванием с нагрузкой 28 тонн на ось. Рассчитан экономический эффект от внедрения электровоза на эксплуатационном участке. Дипломный проект выполнен с соблюдением ГОСТ 2.105-95.

Проект выполнен в полном объеме предложенного задания. Расчетно-пояснительная записка изложена с использованием необходимой информации, текст и расчеты выполнены грамотно, графические работы отвечают требованиям стандартов машиностроительного черчения.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» проведена экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

Представленный дипломный проект студента Тихонова С.Н. заслуживает оценки «отлично».

Рецензент  
Начальник технического отдела  
Свердловской дирекции тяги  
Салата Наталья Григорьевна

26.05.16 

Ознакомлен  
студент  
Тихонов Сергей Николаевич

26.05.16 

