

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

Факультет электромеханический
Кафедра «Электрическая тяга»

Допускается к защите:
заведующий кафедрой
«Электрическая тяга»

Фролов Н. О.

15.06.17

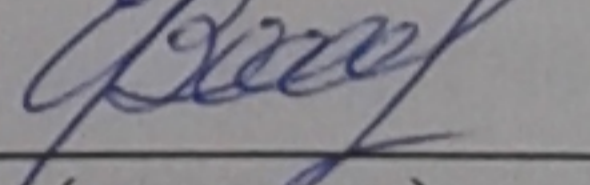
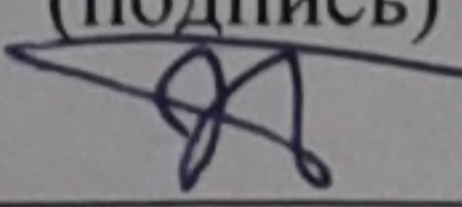
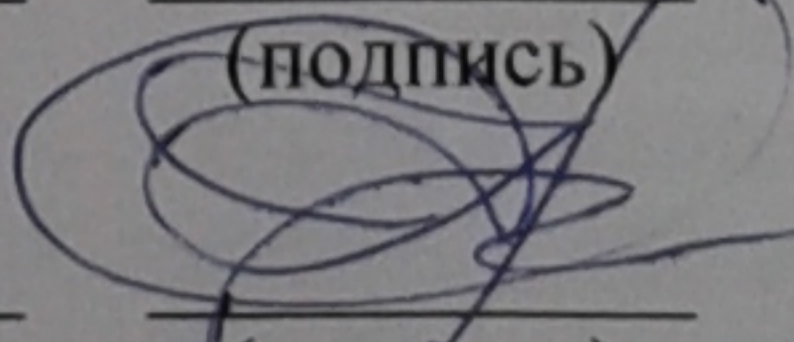
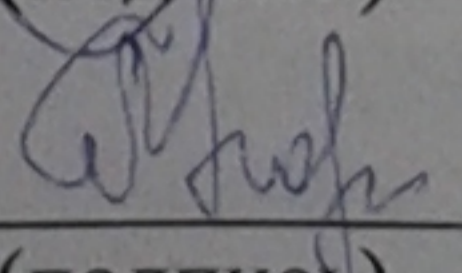
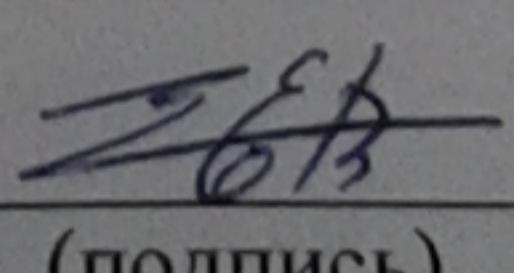
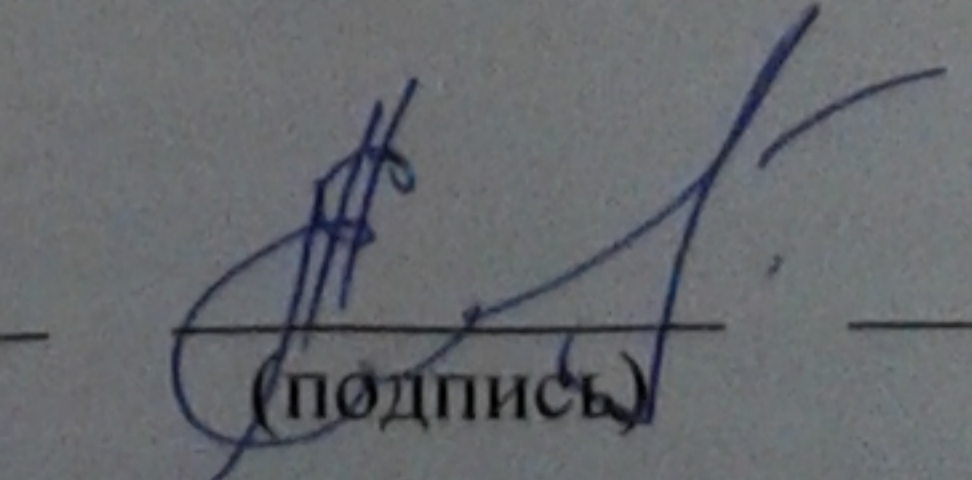
(Фамилия И. О., подпись, дата)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Повышение долговечности роликовых подшипников
и зубчатых передач ходовых частей электровозов
(пояснительная записка)

23.05.03.19.ПД.ПСн512.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	<u>Волкова Е. А.</u> (обучающийся)	<u>ПСн-512</u> (группа)	<u></u> (подпись)	<u>5.06.17</u> (дата)
Руководитель	<u>к. т. н., доцент Стаценко К. А.</u> (степень, должность, ФИО)		<u></u> (подпись)	<u>6.06.17</u> (дата)
Консультант	<u>д. т. н., профессор Сирина Н. Ф.</u> (степень, должность, ФИО)		<u></u> (подпись)	<u>8.06.17</u> (дата)
	<u>ст. преподаватель Борисова Г. М.</u> (степень, должность, ФИО)		<u></u> (подпись)	<u>7.06.17</u> (дата)
Н. контролер	<u>ст. преподаватель Федоров Е. В.</u> (степень, должность, ФИО)		<u></u> (подпись)	<u>14.06.17</u> (дата)
Рецензент	<u>Ревизор по безопасности движения поездов Свердловской дирекции тяги Бган Е. В.</u> (степень, должность, ФИО)		<u></u> (подпись)	<u>16.06.17</u> (дата)

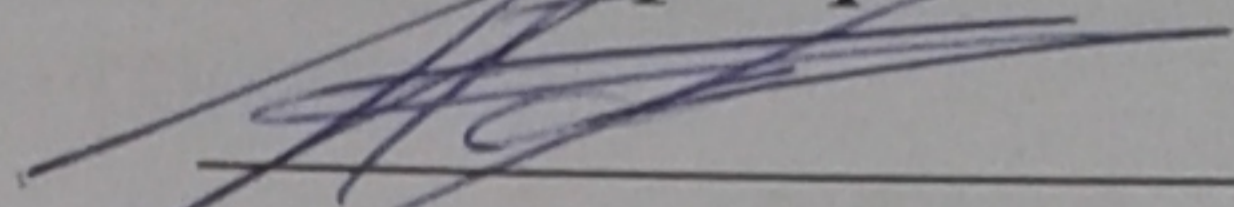
Екатеринбург
2017

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

Факультет электромеханический Кафедра «Электрическая тяга»
Специальность 23.05.03 Подвижной состав железных дорог
Специализация Высокоскоростной наземный транспорт

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой


«20» марта

Н. О. Фролов
2017 г.

Задание

на выпускную квалификационную работу

Обучающийся Волкова Елена Александровна Группа ПСн-512
(Фамилия Имя Отчество)

1. Тема ВКР Повышение долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов

утверждена приказом по университету от «14» марта 2017 г. № 491-со

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР «17» июня 2017 г.

3. Исходные данные к ВКР Параметры буксового подшипника: $d = 160$ мм; $D = 280$ мм; $B = 195$ мм; $d_p = 35$ мм; $L = 55$ мм; $Z = 18$ шт.; $C = 900000$;

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Обзор научно-исследовательских работ по повышению долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов. 2 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС по сети дорог России. 3 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС на Южно-Уральской железной дороге. 4 Выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза. 5 Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО "ВНИИЖТ" в области повышения долговечности подшипников качения тяговых электродвигателей электровозов. 6 Разработка новых способов повышения долговечности подшипников качения и тяговых зубчатых передач электровозов. 7 Экономический раздел. 8 Раздел «Безопасность жизнедеятельности».

5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала) 1 Дефекты роликовых подшипников качения тяговых двигателей электровозов постоянного и переменного тока (1 лист). 2 Моторно-якорный подшипник электровоза 2ЭС6 (1 лист). 3 Схема прохождения электрического тока короткого замыкания на электровозах постоянного тока (1 лист). 4 Схема расположения защитного экрана на коллекторе (1 лист). 5 Предложение по применению подшипников с изолирующим покрытием на наружном кольце вместо их защиты эластомером ГЭН-150В (1 лист). 6 Схема модернизированного стенда для сборки тяговых электродвигателей (1 лист). 7 Буксовый узел электровоза 2ЭС6 (1 лист). 8 Зубчатое колесо электровоза 2ЭС6 (1 лист). 9 Схема зубчатой передачи с многопарным зацеплением (1 лист). 10 Технико-экономическое обоснование повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов (1 лист). 11 Расчет защитного заземления (1 лист).

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

Этап	Наименование этапа ВКР	Срок выполнения этапа ВКР	Примечание
1	Обзор научно-исследовательских работ по повышению долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов	17.03.17	-
2	Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС по сети дорог России	20.03.17	30 % объема основного раздела
3	Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС на Южно-Уральской железной дороге	10.04.17	-
4	Выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза	17.04.17	60 % объема основного раздела
5	Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО «ВНИИЖТ» в области повышения долговечности подшипников качения тяговых электродвигателей электровозов	10.05.17	-
6	Разработка новых способов повышения долговечности подшипников качения и тяговых зубчатых передач локомотивов	15.05.17	100 % объема основного раздела
7	Разработка экономического раздела	22.05.17	-
8	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	31.05.17	-
9	Прохождение нормоконтроля и утверждение дипломного проекта	17.06.17	-

Дата выдачи задания, руководитель

14.03.2017

(дата, подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся

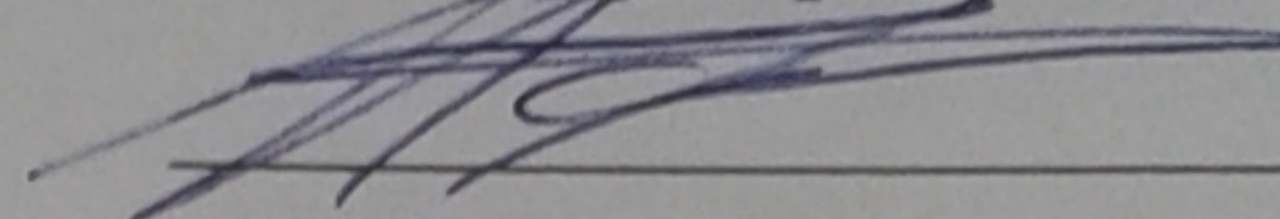
14.03.2017

(дата, подпись)

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой


«16» марта

Н. О. Фролов

2017 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Волкова Елена Александровна Группа ПСн-512
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Технико-экономическое обоснование повышения долговечности
роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Повышение долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов

утверждена приказом по университету от «14» марта 2017 г. № 491-со

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к. т. н., доцент Стаценко К. А.

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

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные Трудоемкость ремонта (сборка и разборка узла) – 2,16 человеко·ч; часовая тарифная ставка рабочего 5 разряда (тариф) – 100,4 р.; стоимость 1 кВт·ч электроэнергии – 2,92 р.

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 22 мая 2017 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Общие положения. 2 Себестоимость замены зубчатой передачи.

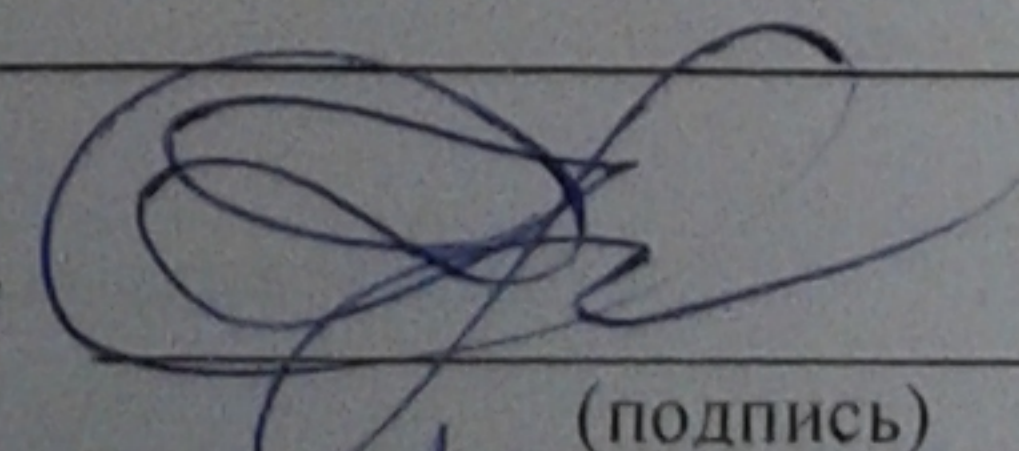
3 Расчет общепроизводственных расходов. 4 Расчет расходов на замену зубчатой передачи при выполнении планового ремонта КМБ.

6. Название демонстрационно-графического материала Технико-экономическое обоснование повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов (1 лист)

7. Дата выдачи задания

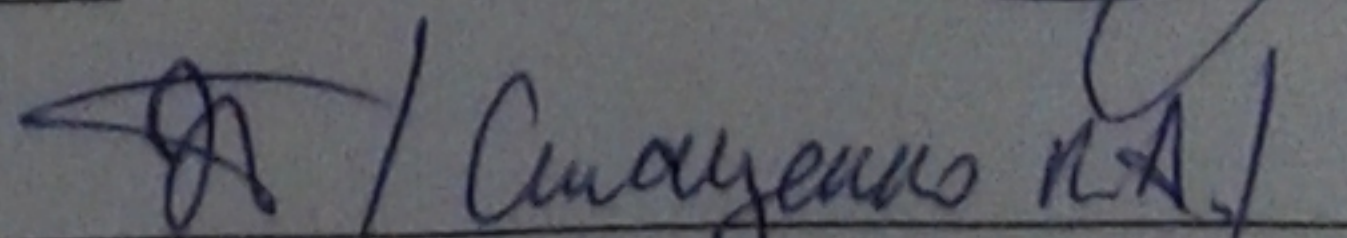
16.03.17

Консультант


(подпись)

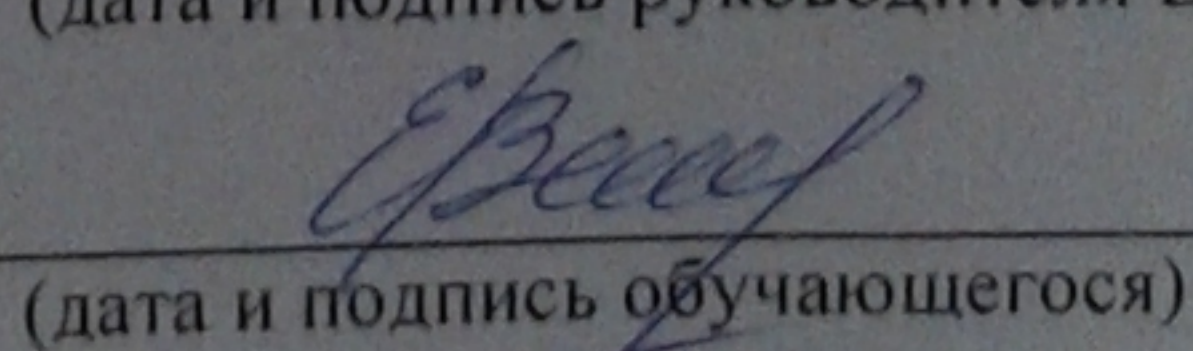
Согласовано

16.03.17


(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

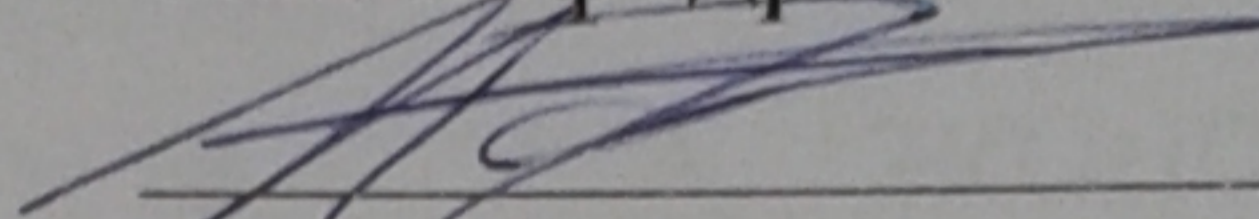
16.03.17


(дата и подпись обучающегося)

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой


«20» марта

Н. О. Фролов

2017 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Волкова Елена Александровна Группа ПСн-512
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Безопасность жизнедеятельности

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Повышение долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов

утверждена приказом по университету от «14» марта 2017 г. № 491-со

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к. т. н., доцент Стаценко К. А.

2. Консультант раздела ст. преподаватель Борисова Г. М.

Кафедра, ведущая специальный раздел «Техносферная безопасность»

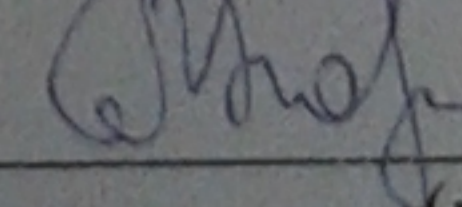
3. Исходные данные $U = 3000 \text{ В}; C_{гр} = 100 \text{ Ом};$

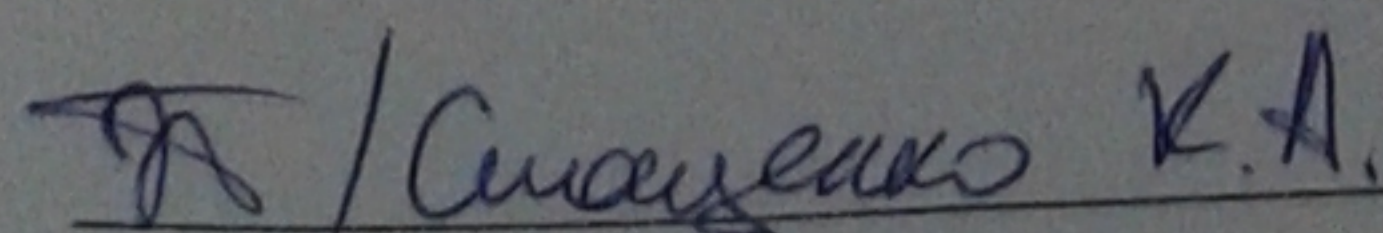
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 31 мая 2017 г.

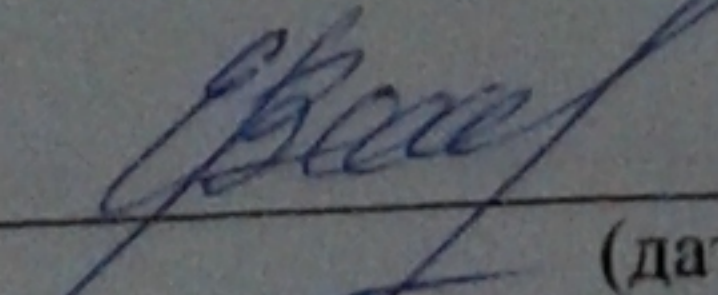
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Опасность поражения электрическим током. Защитное заземление и его расчет. 2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

6. Название демонстрационно-графического материала Расчет защитного заземления (1 лист)

7. Дата выдачи задания 20.03.17 Консультант  (подпись)

Согласовано  / Стаценко К.А. / 20.03.17
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению  20.03.17
(дата и подпись обучающегося)

РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 84 с., 24 рис., 11 табл., 28 источников, 4 прил.

ЛОКОМОТИВ, БУКСОВЫЙ УЗЕЛ, ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ, ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА, ДИАГНОСТИКА, УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ, ТЕПЛОЙ КОНТРОЛЬ, ВИБРОДИАГНОСТИКА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Объектом исследования являются роликовые подшипники и зубчатые передачи.

Цель проекта – разработка новых способов повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов.

В дипломном проекте рассмотрены основные неисправности роликовых подшипников, а также инновационные методы повышения их надежности. Выполнен расчет долговечности подшипника в километрах пробега электровоза в длительном режиме.

Выполнен обзор оборудования для контроля и ремонта роликовых подшипников. Рассмотрены системы диагностирования буксовых узлов.

Выполнено технико-экономическое обоснование повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

					23.05.03.19.ПД.ПСн512.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Волкова Е. А.		5.06.17				
Провер.		Стаценко К. А.		6.06.17			6	84
Н. контр.		Федоров Е. В.		14.06.17		УрГУПС, ЭМФ Кафедра «ЭТ»		
Утверд.		Фролов Н. О.		15.06.17				

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 Обзор научно-исследовательских работ по повышению долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов	12
1.1 Дистанционный мониторинг буксовых подшипников	12
1.2 Способы повышения долговечности и качества зубчатых передач для силовых агрегатов подвижного состава.....	15
1.3 Выводы по разделу	22
2 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС по сети дорог России	23
2.1 Общее количество вышедших из строя подшипниковых узлов в 2012 г.....	23
2.2 Распределение ответственности за выход из строя подшипниковых узлов в эксплуатации	23
2.3 Распределение по типу подшипника	24
2.4 Причины выхода из строя подшипниковых узлов в эксплуатации.	25
2.5 Выводы и предложения.....	27
3 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС на Южно-Уральской железной дороге	29
3.1 Распределение выявленных неисправностей буксовых и моторно-якорных подшипников	29
3.2 Оценка ремонтпригодности подшипников	31
3.3 Выводы по разделу	32
4 Выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза	33
4.1 Описание конструкции буксового узла электровоза 2ЭС6	33
4.2 Расчет буксового подшипника качения грузового электровоза	34

5	Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО "ВНИИЖТ" в области повышения долговечности подшипников качения тяговых электродвигателей электровозов.....	42
5.1	Размещение фторопластового экрана на коллекторе тягового электродвигателя.....	42
5.2	Применение герметизирующего эластомера ГЭН-150(В) для защиты роликовых подшипников тяговых двигателей от повреждения электрическим током	44
5.3	Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО "ВНИИЖТ" для исключения монтажных задиров якорных подшипников ТЭД	46
6	Разработка новых способов повышения долговечности подшипников качения и тяговых зубчатых передач локомотивов	49
6.1	Разработка новых способов повышения долговечности моторно-якорных подшипников качения тяговых электродвигателей	49
6.2	Разработка новых способов повышения долговечности тяговых зубчатых передач локомотивов	52
7	Технико-экономическое обоснование повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов.....	55
7.1	Общие положения	55
7.2	Себестоимость замены зубчатой передачи	56
7.3	Расчет общепроизводственных расходов.....	61
7.4	Расчет расходов на замену зубчатой передачи при выполнении планового ремонта колесно-моторного блока	63
8	Безопасность жизнедеятельности	65
8.1	Опасность поражения электрическим током. Защитное заземление и его расчет	65
8.2	Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности	72
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Буксовый узел	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Распределение вышедших из строя подшипниковых узлов по типам	82
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Моторно-якорный подшипник электровоза 2ЭС6	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Зубчатое колесо электровоза 2ЭС6	84

ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента факультета _____ «Электромеханический»
(Наименование)
Направления подготовки (специальности) 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»
(Код, наименование)

Волкова Елена Александровна

(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект студента-дипломника Волковой Е.А. написан на тему повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов.

Подшипниковые узлы якорей тяговых двигателей на протяжении ряда лет работают ненадежно. Частые повреждения в процессе эксплуатации, высокий процент замены якорных подшипников по различным дефектам поставили вопрос о разработке мер, повышающих их надежность.

В дипломном проекте выявлены основные дефекты роликовых подшипников тяговых двигателей электровозов, исследованы причины их возникновения. Описаны результаты исследований по защите роликовых подшипников от повреждения электрическим током и появления монтажных задиров.

Впервые предложено использование подшипников с заводским изолирующим покрытием на наружном кольце. Сделано предложение оценить возможность шунтирования подшипников, используя скользящий токоотвод с наружного кольца на внутреннее.

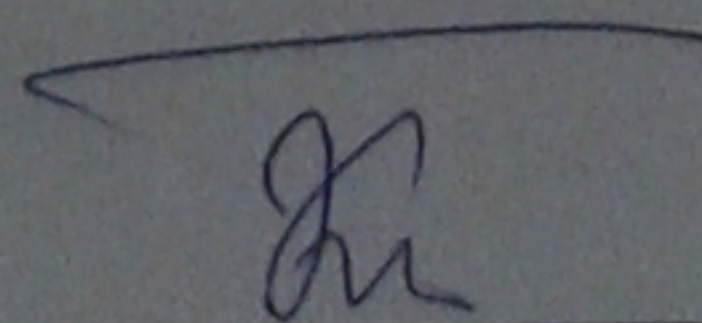
Рассмотрены достоинства и недостатки зубчатых колес с эвольвентным зацеплением, с зацеплением Новикова и многопарным зацеплением, сделан вывод о необходимости экспериментальных исследований по применению зубчатых передач Новикова.

Студент-дипломник Волкова Е.А. в процессе выполнения дипломного проекта показала себя как грамотный, целеустремленный специалист с творческим отношением к выполняемой работе.

Дипломный проект Волковой Е.А. на тему: «Повышение долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов» разработан самостоятельно с небольшими переработанными заимствованиями, выполнен на очень высоком инженерном и научном уровне, технически грамотно, заслуживает оценки «отлично» и представления на конкурс дипломных проектов.

Считаю, что Волкова Е.А. готова к выполнению самостоятельной инженерной работы по специальности.

Руководитель дипломного
проектирования Волковой Е.А.



к.т.н., доцент
Стаценко К.А.

РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента:

«Повышение долговечности
(Наименование)

роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов»

специальности (направления подготовки):

25.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

Высокоскоростной наземный транспорт
(Код, наименование)

Волковой Елены Александровны
(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект включает 84 страницы пояснительной записки и 11 листов графических работ.

В содержание проекта входят: выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза, описание конструкции буксового узла, описание разработок УрГУПСа и ОАО «ВНИИЖТ» в области повышения долговечности подшипников качения тяговых электродвигателей электровозов, разработка новых способов повышения долговечности подшипников качения и тяговых зубчатых передач локомотивов, выполнены экономические расчеты, рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

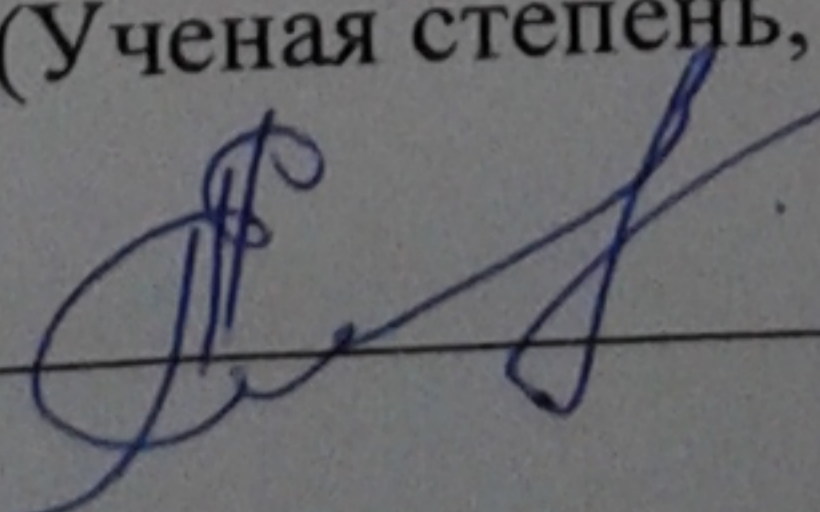
Проект выполнен в полном объеме предложенного задания. Расчетно-пояснительная записка изложена с использованием необходимой информации, текст и расчеты выполнены грамотно, графические работы отвечают требованиям стандартного машиностроительного черчения. Дипломный проект заслуживает оценки «Отлично».

Ревизор по безопасности движения поездов Свердловской

Рецензент:

дирекции тяги Бган Евгений Валерьевич

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



Бган Е.В.

Ознакомлен студент:

Волкова Елена Александровна

« 16 » июня

2017 г.

(Подпись)