

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. 14.06.17  
(Фамилия И. О., подпись, дата)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Проектирование тележки грузового электровоза  
с повышенной осевой нагрузкой  
(пояснительная записка)

23.05.03.19.ПД.ПСт522.01.ПЗ  
(обозначение документа)

Разработал	<u>Болдырев А. В.</u> (обучающийся)	<u>ПСт-522</u> (группа)	<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>30.05.17</u> (дата)
Руководитель	<u>к. т. н., доцент Стаценко К. А.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>30.06.17</u> (дата)
Консультант	<u>д. т. н., профессор Сирина Н. Ф.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>01.06.17</u> (дата)
	<u>к. п. н., доцент Куликов В. В.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>02.06.17</u> (дата)
Н. контролер	<u>к. т. н., доцент Дурандин М. Г.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>07.06.17</u> (дата)
Рецензент	<u>ТЧЭИЛР Ретнев И. В.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>13.06.17</u> (дата)



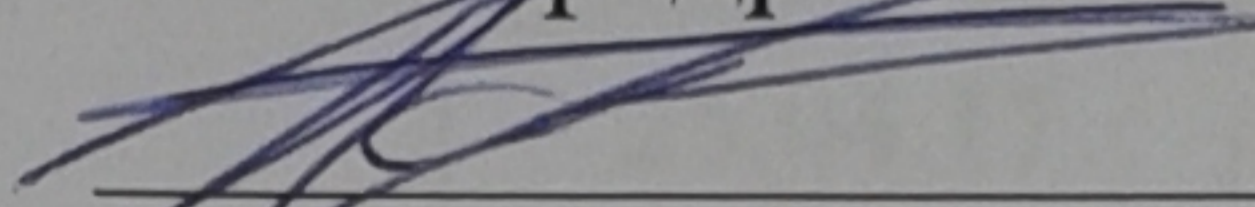
Екатеринбург  
2017

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 Электрический транспорт железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

  
«15» марта

Н. О. Фролов  
2017 г.

### Задание

на выпускную квалификационную работу

Обучающийся Болдырев Александр Вадимович Группа ПСт-522  
(Фамилия Имя Отчество)

1. Тема ВКР Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой

утверждена приказом по университету от «14» марта 2017 г. № 490-со.

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

3. Исходные данные к ВКР Осевая формула 2 (2<sub>0</sub>-2<sub>0</sub>); осевая нагрузка – 26 т на ось; число осей – 8 осей; эллиптический способ вписывания; параболическая диаграмма; динамическое вписывание; расчет прочности рамы тележки; эпюры продольных сил и изгибающих моментов.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Анализ научно-исследовательских работ по повышению надежности основных узлов механической части грузовых электровозов. 2 Анализ неисправностей механической части грузовых электровозов. 3 Расчет рамы тележки электровоза ВЛ11 с нагрузкой 26 т на ось. 4 Расчет движения электровоза ВЛ11 с осевой нагрузкой 26 т на ось. 5 Разработка мероприятий по повышению надежности работы механической части. 6 Сравнение вибродиагностических комплексов «Прогноз-1» и «Вектор-2000». 7 Экономический раздел. 8 Раздел по безопасности жизнедеятельности.

5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала) 1 Основные неисправности механического оборудования грузовых электровозов (1 лист). 2 Тележка электровоза (1 лист). 3 Расчетная схема рамы тележки (1 лист). 4 Эпюра изгибающих моментов (1 лист). 5 Определение углов поворота несочлененных тележек относительно продольной оси кузова (1 лист). 6 Расположение двухосной тележки в кривой (1 лист). 7 Расчет динамического вписывания (1 лист). 8 Зависимости боковых давлений от скорости движения (1 лист). 9 Результаты диагностирования узлов комплексами вибродиагностики «Прогноз-1М» и «Вектор-2000» (1 лист).

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

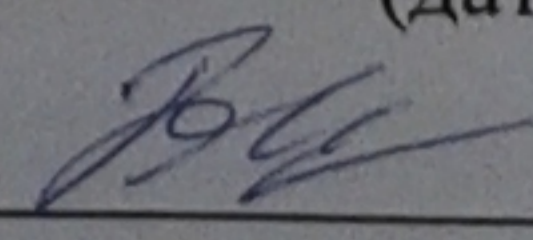
Этап	Наименование этапа ВКР	Срок выполнения этапа ВКР	Примечание
1	Анализ неисправностей механической части электровозов	20.03.17	30 % объема основного раздела
2	Сравнение вибродиагностических комплексов «Прогноз-1М» и «Вектор-2000»	17.04.17	60 % объема основного раздела
3	Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой	25.04.17	-
4	Расчёт рамы как статически определимой системы	30.04.17	-
5	Расчет движения электровоза ВЛ11 с осевой нагрузкой 26 т на ось в кривых участках пути	10.05.17	-
6	Разработка мероприятий по повышению надежности работы механической части	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

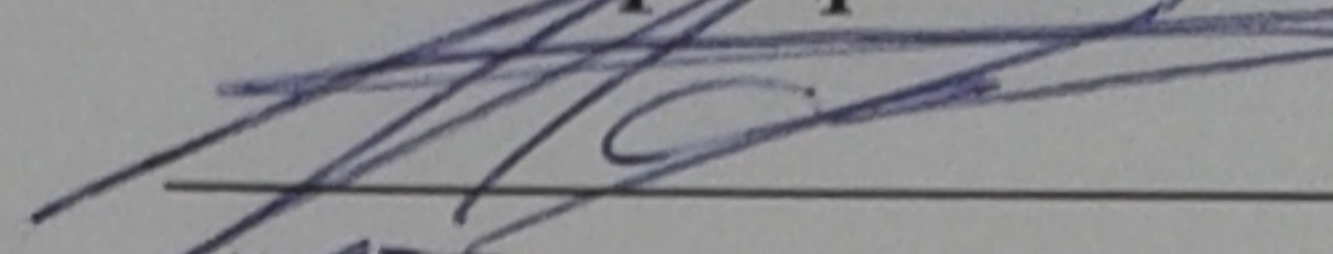
 14.03.2017

(дата, подпись)

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

  
Н. О. Фролов  
«15» марта 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Болдырев Александр Вадимович Группа ПСт-522  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Расчет экономического эффекта от повышения надежности  
буксового узла.

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной  
осевой нагрузкой

утверждена приказом по университету от «14» марта 2017 г. № 490-со.

Выпускающая кафедра Электрическая тяга.

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

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

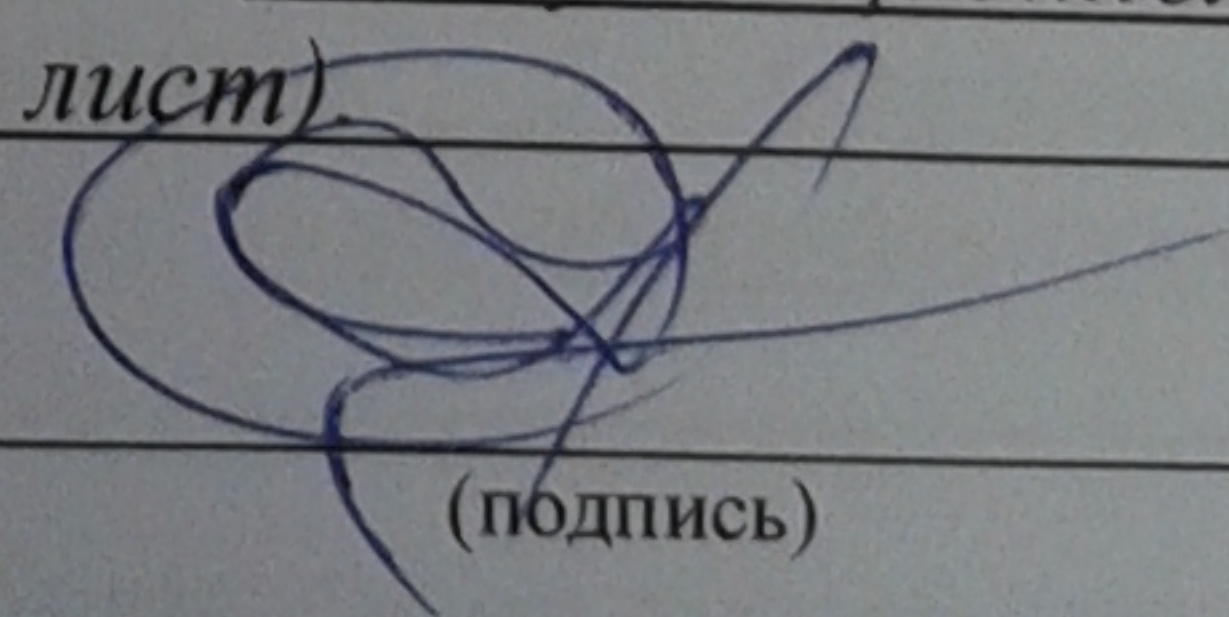
Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта.

3. Исходные данные Стоимость электроэнергии 1 кВт·ч – 3,25 р.

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

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)  
1 Расчет экономического эффекта от повышения надежности буксового узла.

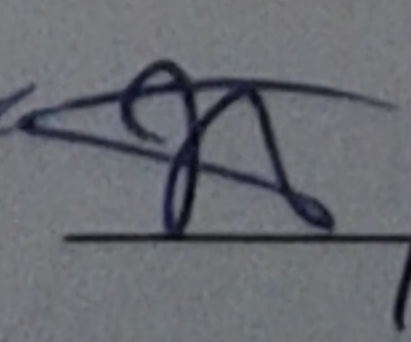
6. Название демонстрационно-графического материала Эксплуатационные  
расходы на остановку и простой грузового электровоза (1 лист)

7. Дата выдачи задания 15.03.17 Консультант 

(подпись)

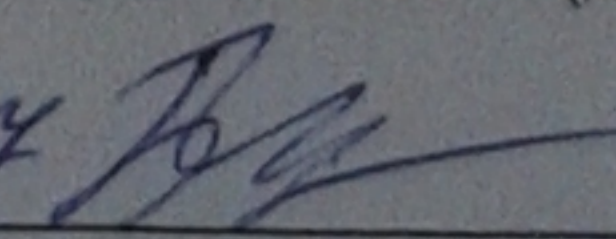
Согласовано

15.03.17

 / Стаценко К. А.

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

15.03.17 

(дата и подпись обучающегося)

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Н. О. Фролов

2017 г.

«15» марта

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Болдырев Александр Вадимович Группа ПСт-522  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Проектирование освещения в тележечном цехе.  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой

утверждена приказом по университету от «14» марта 2017 г. № 490-со.

Выпускающая кафедра Электрическая тяга.

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

2. Консультант раздела к. п. н., доцент Куликов В. В.

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность.

3. Исходные данные Длина цеха – 126 м; ширина цеха – 54 м; высота цеха – 10 м.

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

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Нормативные документы Российской Федерации по обеспечению безопасных условий труда в тележечном цехе. 2 Описание условий труда

слесаря – ремонтника на рабочем месте. 3 Микроклимат тележечного цеха.

4 Вредные факторы при работе слесаря-ремонтника. 5 Средства

индивидуальной защиты, используемые при ремонте тележечного оборудования.

6 Освещение тележечного цеха.

6. Название демонстрационно-графического материала Общая схема размещения светильников НТ100 dw E40 в тележечном цехе (1 лист).

7. Дата выдачи задания 15.03.17 Консультант [подпись]  
(подпись)

Согласовано [подпись] / Стаценко К.А. / 15.03.17  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.03.17 [подпись]  
(дата и подпись обучающегося)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 85 с., 11 рис., 10 табл., 15 источников, 5 прил.

ЭЛЕКТРОВОЗ, РАМА ТЕЛЕЖКИ, ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА, ДИНАМИЧЕСКОЕ ВПИСЫВАНИЕ, ЭПЮРА, РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ, ВИБРОДИАГНОСТИКА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

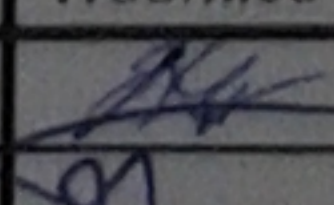
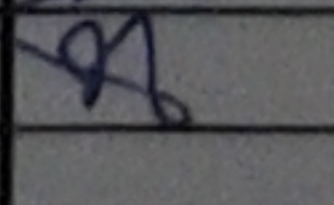
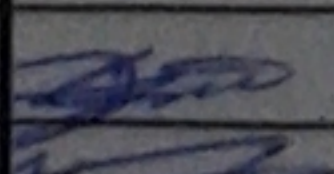

Объектом разработки дипломного проекта является механическая часть грузового электровоза.

Цель проекта – проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой.

В проекте приведен анализ статистических данных по неисправностям механической части грузовых электровозов, определены геометрические характеристики расчетного поперечного сечения боковины рамы тележки электровоза ВЛ11 с повышенной осевой нагрузкой, выполнен расчет развески заданной тележки и расчет прочности рамы тележки, выполнен расчет статического вписывания эллиптическим методом и расчет динамического двухосной тележки в кривую. Разработаны мероприятия по повышению надежности работы механической части электровозов. Предоставлено сравнение результативности работы диагностических комплексов – «Прогноз-1» и «Вектор-2000».

Рассчитан экономический эффект от повышения надежности буксового узла.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

					23.05.03.19.ПД.ПСт522.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Исх. разработ.		Болдырев А. В.		30.05.19	Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Стаценко К. А.		30.05.19			6	85
И. контр.		Дурандин М. Г.		09.06.19		УрГУПС, ЭМФ Кафедра ЭТ		
Итверд.		Фролов Н. О.		14.06.19				

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	9
<b>1 Анализ научно-исследовательских работ по повышению надежности основных узлов механической части грузовых электровозов. Обзор вибродиагностических комплексов – «Прогноз-1» и «Вектор-2000»</b> .....	11
1.1 Общие сведения.....	11
1.2 Анализ внедрения и использования автоматизированных систем и диагностических комплексов в локомотивном депо Курган Южно-уральской железной дороги .....	13
1.3 Сравнение приборов для вибродиагностики.....	14
<b>2 Анализ неисправностей механической части грузовых электровозов</b> .....	17
<b>3 Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой. Расчет рамы тележки электровоза ВЛ11 с нагрузкой 26 т на ось</b> .....	19
3.1 Конструкция рамы тележки электровоза ВЛ11 .....	19
3.2 Определение геометрических характеристик расчетного поперечного сечения боковины сварной рамы тележки электровоза ВЛ11.....	21
3.3 Расчет развески тележки .....	24
3.4 Расчет рамы как статически определимой системы.....	29
<b>4 Расчет движения электровоза ВЛ11 с осевой нагрузкой 26 т на ось в кривых участках пути</b> .....	34
4.1 Общие сведения.....	34
4.2 Расчет статического вписывания эллиптическим методом.....	34
4.3 Расчет динамического вписывания .....	38
<b>5 Разработка мероприятий по повышению надежности работы механической части</b> .....	44
5.1 Общие предложения .....	44
5.2 Улучшение эффективности методов и технических средств контроля толщины гребней бандажей колесных пар, обточенных по профилю ДМеТИ ЛР.....	47
<b>6 Расчет экономического эффекта от повышения надежности буксового узла</b> .....	52
<b>7 Безопасность условий труда</b> .....	62
7.1 Нормативные документы Российской Федерации по обеспечению безопасных условий труда в тележечном цехе .....	62

7.2	Описание условий труда слесаря–ремонтника на рабочем месте .....	63
7.3	Микроклимат тележечного цеха.....	65
7.4	Вредные факторы при работе слесаря ремонтника по обслуживанию и ремонту тележечного оборудования.....	66
7.5	Средства индивидуальной защиты, используемые при ремонте тележечного оборудования .....	67
7.6	Освещение тележечного цеха .....	68
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....		75
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....		76
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.</b> Работа комплекса вибродиагностики "Вектор-2000" .....		78
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.</b> Работа комплекса вибродиагностики "Прогноз-1" .....		79
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В.</b> Эпюра изгибающих моментов в боковине рамы тележки.....		81
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г.</b> Определение углов поворота несочлененных тележек относительно продольной оси кузова и расчет динамического вписывания .....		82
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д.</b> Предложения по повышению надежности работы механической части электровоза.....		84



# РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента:

**Проектирование тележки**

(Наименование)

**грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой**

специальности (направления подготовки):

**23.05.03 «Электрический транспорт железных дорог»**

(Код, наименование)

**Болдырева Александра Вадимовича**

(Фамилия, имя, отчество)

Представленная на рецензирование работа Болдырева А. В. включает 85 страниц текста. В проекте приведен анализ статистических данных по неисправностям механической части грузовых электровозов.

Определены геометрические характеристики расчетного поперечного сечения боковины рамы тележки электровоза ВЛ11 с повышенной осевой нагрузкой.

Выполнен расчет развески заданной тележки и расчет прочности рамы тележки. Выполнен расчет статического вписывания эллиптическим методом.

Произведен расчет динамического вписывания двухосной тележки в кривую. Разработаны мероприятия по повышению надежности работы механической части электровозов.

Предоставлено сравнение результативности работы диагностических комплексов - "Прогноз-1" и "Вектор-2000".

Рассчитан экономический эффект от повышения надежности буксового узла электровоза.

Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

Работа выполнена в полном объеме предложенного задания. Пояснительная записка изложена с использованием необходимой информации, текст и расчеты выполнены грамотно, графические работы отвечают требованиям стандартного машиностроительного черчения и выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

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

Рецензент:

**Ведущий инженер по подготовке кадров Фетисов Илья Олегович**

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

Ознакомлен студент:

**Болдырев Александр Вадимович**

« 13 »

ИЮНЯ

2017 г.

(подпись)

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 факультета «Электромеханический»  
(Наименование)

Направления подготовки (специальности) 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»  
(Код, наименование)

Болдырев Александр Вадимович

(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект студента-дипломника Болдырева А.В. написан на актуальную тему проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой, рассмотрены вопросы повышения надежности механической части грузовых электровозов.

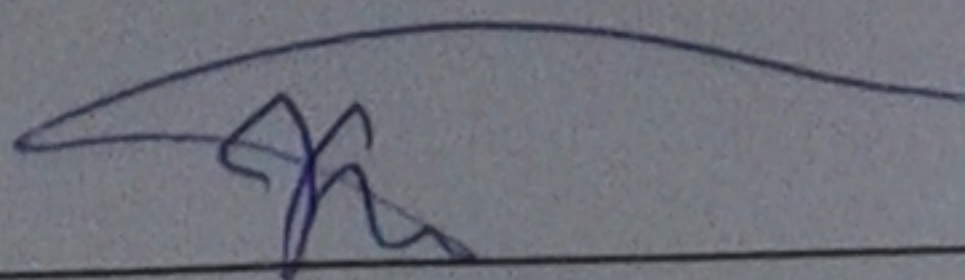
Для решения проблемы повышения надежности работы оборудования грузовых электровозов по заданиям Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» (ЦТ) проводилось и проводится большое количество целенаправленных научных исследований. Особенные шаги сделаны в разработке диагностических устройств.

В дипломном проекте проведен анализ статистических данных по неисправностям механической части электровозов, а также разработаны мероприятия по повышению надежности ее работы. Выполнено сравнение вибродиагностических комплексов – «Прогноз-1» и «Вектор-2000». Хотя время процесса вибродиагностирования КМБ составляет значительную часть простоя электровоза на текущих ремонтах, их применение необходимо и должно стать обязательным, поскольку позволит уменьшить количество случаев разрушения подшипников КМБ на линии.

В дипломном проекте определены геометрические характеристики расчетного поперечного сечения боковины сварной рамы тележки электровоза с повышенной осевой нагрузкой. Выполнены расчет развески тележки и расчёт прочности рамы тележки. Выполнен расчет статического вписывания эллиптическим методом, а также расчет динамического вписывания заданной двухосной тележки в кривую.

Дипломный проект «Проектирование тележки грузового электровоза с повышенной осевой нагрузкой» выполнен на высоком инженерном уровне, технически грамотно, заслуживает оценки «отлично».

Руководитель дипломного  
проектирования Болдырева А.В.



к.т.н., доцент  
Стаценко К.А.