

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:

Применение оптико-волоконных датчиков

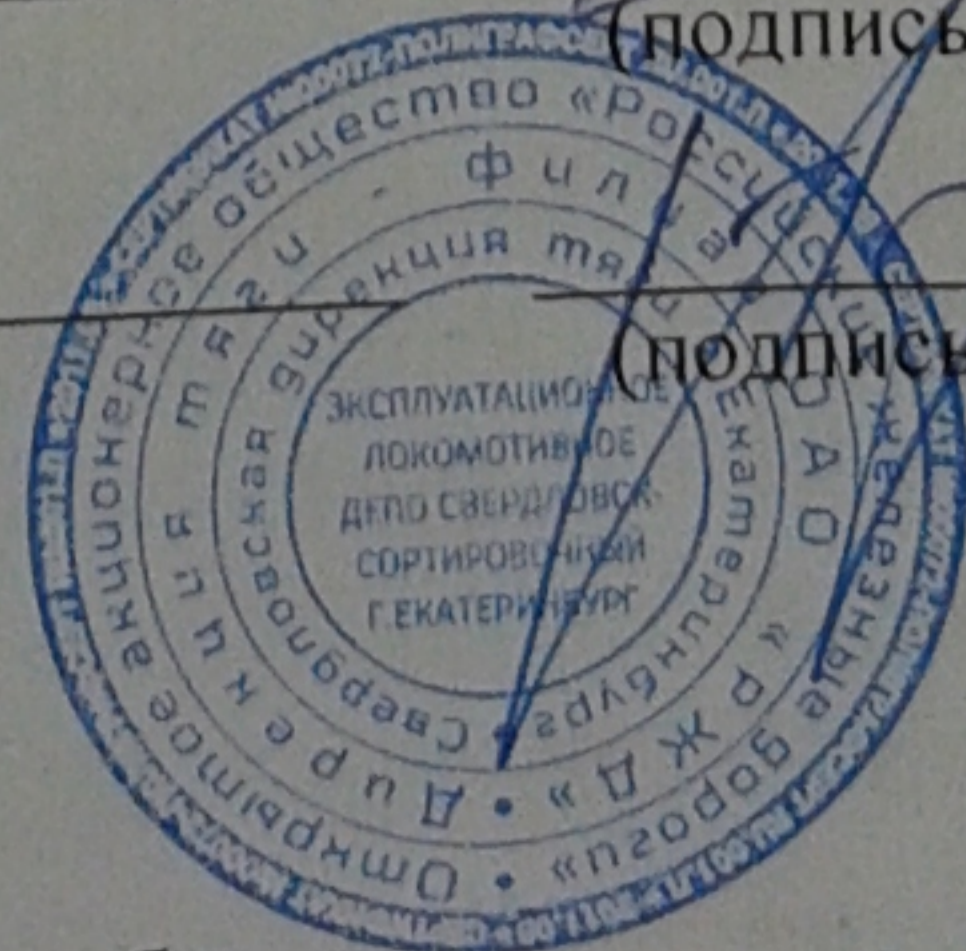
при диагностике колесно-моторного блока электровоза

(пояснительная записка)

23.05.03.19.ПД.ПСт512.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	<u>Карелин Н. С.</u> (обучающийся)	<u>ПСт-512</u> (группа)	<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>07.06.17</u> (дата)
Руководитель	<u>ассистент Козаков Д. Ю.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>07.06.17</u> (дата)
Консультант	<u>д. т. н., профессор Сирина Н. Ф.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>08.06.17</u> (дата)
	<u>ст. преподаватель Павлов В. В.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>09.06.17</u> (дата)
Н. контролер	<u>к. т. н., доцент Дурандин М. Г.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>13.06.17</u> (дата)
Рецензент	<u>ТЧЭГ – 5 Филозов А. В.</u> (степень, должность, ФИО)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>14.06.17</u> (дата)

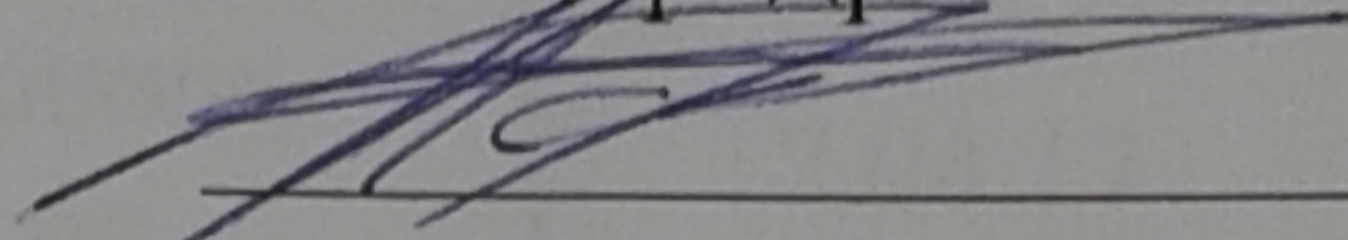


Екатеринбург  
2017

Факультет электромеханический Кафедра Электрическая тяга  
Специальность 23.05.03 Подвижной состав железных дорог  
Специализация Электрический транспорт железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

  
«21» марта

Н. О. Фролов

2017 г.

### Задание

на выпускную квалификационную работу

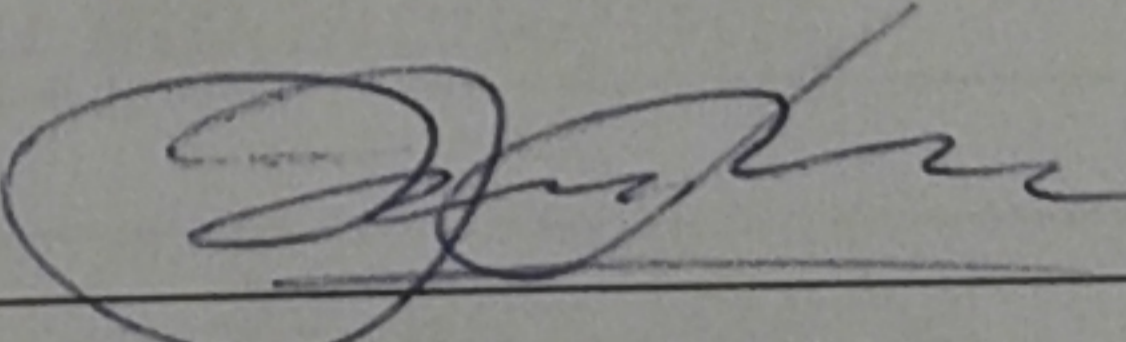
Обучающийся Карелин Николай Сергеевич Группа ПСт-512  
(Фамилия Имя Отчество)

1. Тема ВКР Применение оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока электровоза  
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 Вес тягового двигателя  $P = 5000$  кг; база подвешивания ТЭД  $a = 950$  мм; диаметр колеса по кругу катания  $D = 1,25$  м; нагрузка от колесной пары на рельсы  $P_0 = 225$  кН.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Характеристика колесно-моторного блока. 2 Контроль неисправностей колесно-моторного блока. 3 Применение оптико-волоконных датчиков при вибродиагностическом методе контроля колесно-моторного блока. 4 Расчет параметров колесно-моторного блока. 5 Раздел по экономике. 6 Раздел по безопасности жизнедеятельности.
5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала) 1 Конструкция колесно-моторного блока электровоза ВЛ11 (1 лист). 2 Распределение неисправностей, выявленных при вибродиагностическом методе контроля узлов колесно-моторного блока (1 лист). 3 Окно рабочей программы вибродиагностического комплекса «Прогноз-1» (1 лист). 4 Классификация оптико-волоконных датчиков (1 лист). 5 Места установки оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока (вид снизу) (1 лист). 6 Расчет резиновых элементов подвески ТЭД (1 лист). 7 Определение расчетного ресурса буксового подшипника (1 лист).

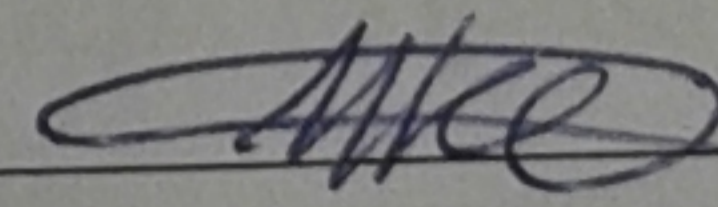
## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

Этап	Наименование этапа ВКР	Срок выполнения этапа ВКР	Примечание
1	Выдача исходных данных	16.03.17	-
2	Сбор данных и проведение анализа неисправностей колесно-моторного блока	20.03.17	30 % объема основного раздела
3	Анализ методов диагностики колесно-моторного блока	12.04.17	-
4	Вибродиагностика колесно-моторного блока, описание работы комплексов	17.04.17	60 % объема основного раздела
5	Рассмотрение возможности применения оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока	10.05.17	-
6	Расчет параметров колесно-моторного блока	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

16.03.17   
(дата, подпись)

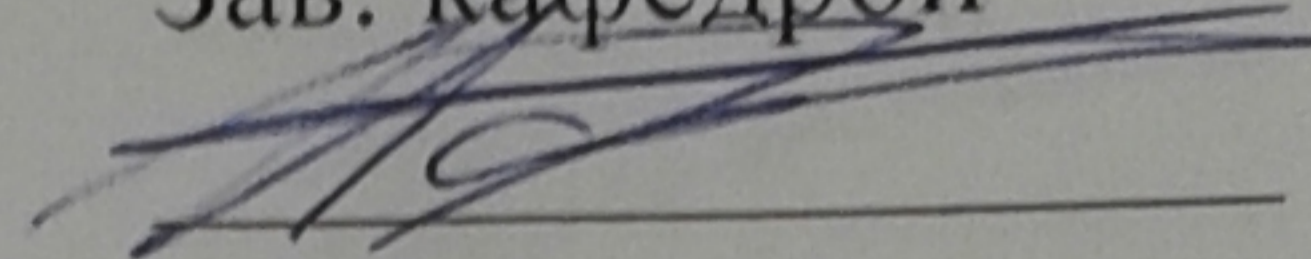
Задание принял к исполнению обучающийся

16.03.17   
(дата, подпись)

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 Карелин Николай Сергеевич Группа ПСм-512  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Экономическая оценка использования опτικο-волоконного датчика  
при диагностике колесно-моторного блока.  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Применение опτικο-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока электровоза

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

Выпускающая кафедра Электрическая тяга.

Руководитель проекта ассистент Козаков Д. Ю.

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

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта.

3. Исходные данные часовая тарифная ставка – 97,41 р.

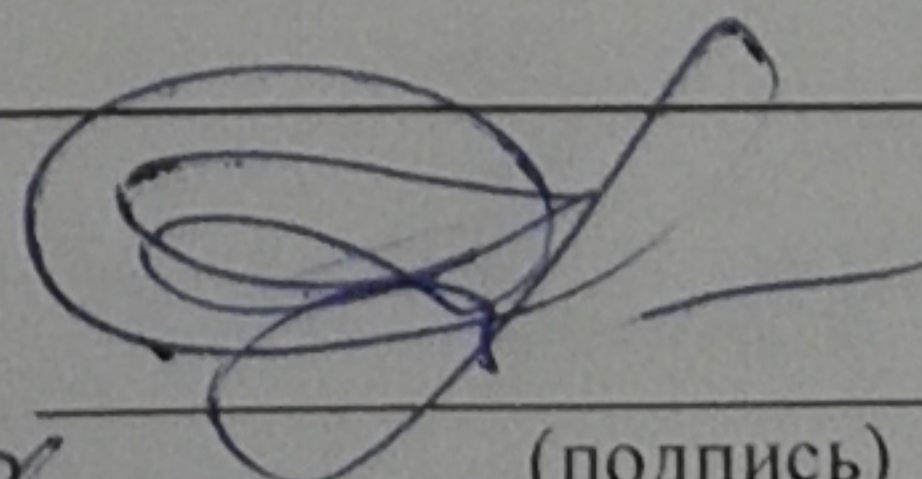
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 22 мая 2017 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Расчет расходов, связанных с восстановлением отказа.

2 Определение экономического эффекта от внедрения опτικο-волоконного датчика.

6. Название демонстрационно-графического материала Экономическая оценка использования опτικο-волоконного датчика при диагностике колесно-моторного блока (1 лист).

7. Дата выдачи задания 20.03.17 Консультант  (подпись)

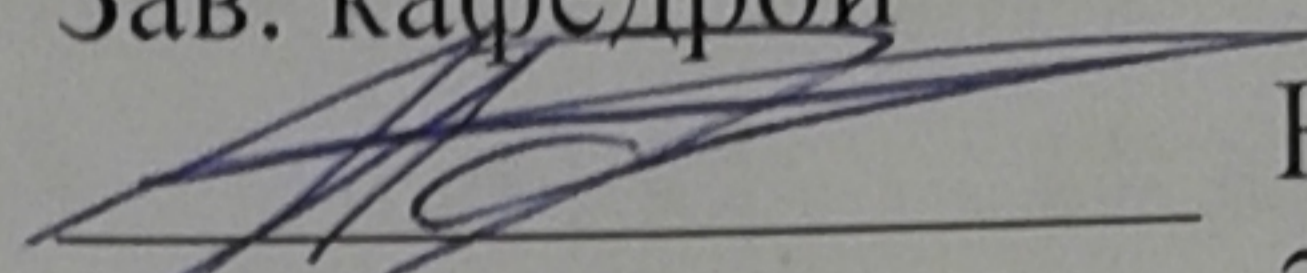
Согласовано 20.03.17 (дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 20.03.17 (дата и подпись обучающегося)

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

  
«21» марта

Н. О. Фролов  
2017 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Карелин Николай Сергеевич Группа ПСт-512  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)  
Безопасность жизнедеятельности.  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Применение оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока электровоза

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

Выпускающая кафедра Электрическая тяга.

Руководитель проекта ассистент Козаков Д. Ю.

2. Консультант раздела ст. преподаватель Павлов В. В.

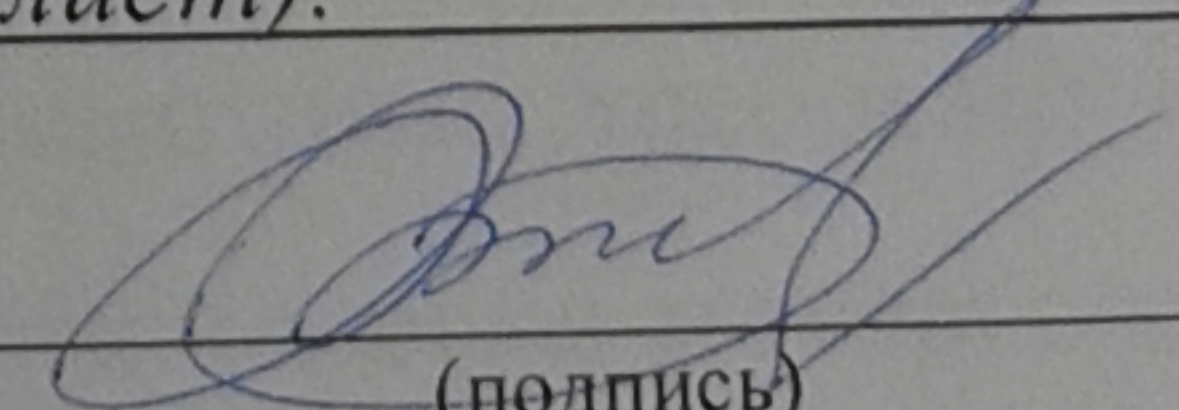
Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность.

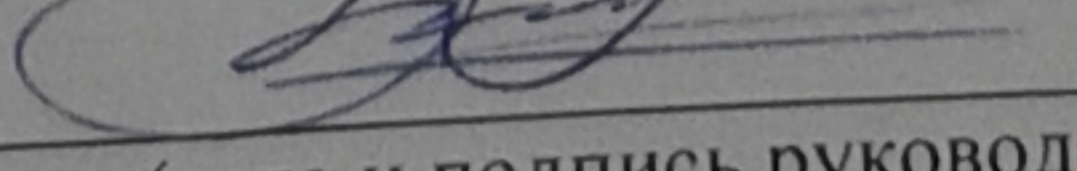
3. Исходные данные Нормативно-техническая документация.

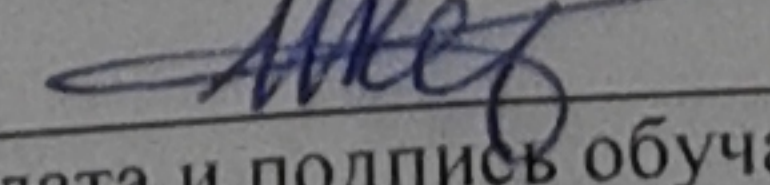
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 31 мая 2017 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)  
1 Безопасность выполнения работ при вибродиагностике колесно-моторного блока. 2 Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

6. Название демонстрационно-графического материала Безопасность выполнения работ при вибродиагностике колесно-моторного блока (1 лист).

7. Дата выдачи задания 21.03.17 Консультант   
(подпись)

Согласовано 21.03.17   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 21.03.17   
(дата и подпись обучающегося)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 80 с., 22 рис., 9 табл., 16 источников.

ЭЛЕКТРОВОЗ, КОЛЕСНО-МОТОРНЫЙ БЛОК, БУКСОВЫЙ УЗЕЛ, ОПОРНО-ОСЕВОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ, ПОДШИПНИК КАЧЕНИЯ, ВИБРОДИАГНОСТИКА, ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК, НАДЕЖНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Объектом исследования дипломного проекта является колесно-моторный блок грузового электровоза.

Цель работы – применение оптико-волоконных датчиков в системе диагностики колесно-моторного блока.

В дипломном проекте произведено сравнение конструкции колесно-моторных блоков электровозов ВЛ11 и 2ЭС6 и проведен анализ статистики неисправностей колесно-моторных блоков.

В процессе работы проведен обзор существующих методов контроля колесно-моторного блока. Рассмотрены достоинства и недостатки применения пьезоэлектрических датчиков при вибродиагностике колесно-моторного блока, для устранения существующих недостатков предложено использование оптико-волоконных датчиков.

В экономической части дипломного проекта дана экономическая оценка использования оптико-волоконного датчика при диагностике колесно-моторного блока.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены требования безопасности при проведении работ по вибродиагностике колесно-моторных блоков в условиях депо.

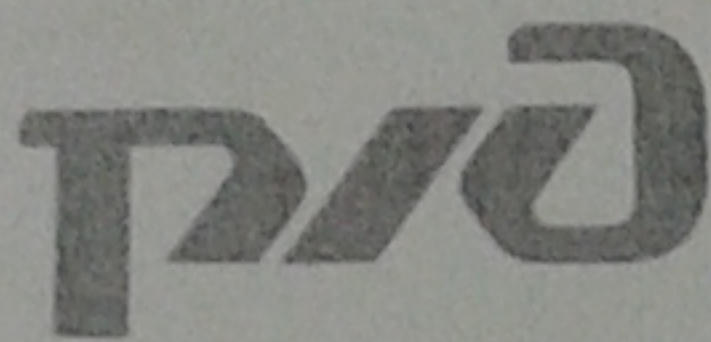
					23.05.03.19.ПД.ПСм512.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Применение оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторных блоков электровоза	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Карелин Н. С.		01.06.17			6	80
Провер.		Козаков Д. Ю.		01.06.17				
Н контр.		Дурандин М. Г.		15.06.17				
Утверд.		Фролов Н. О.		14.06.17				
						УрГУПС, ЭМФ Кафедра ЭТ		

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	9
<b>1 Характеристика колесно-моторного блока</b> .....	11
1.1 Назначение и основные узлы колесно-моторного блока.....	11
1.2 Сравнение параметров колесно-моторного блока электровозов серии 2ЭС6 и ВЛ11.....	13
1.3 Анализ неисправностей выявленных при вибродиагностическом методе контроля узлов колесно-моторного блока в Сервисном локомотивном депо станции «Свердловск-Сортировочный».....	16
<b>2 Контроль неисправностей колесно-моторного блока</b> .....	21
2.1 Диагностика колесно-моторного блока методом акустической эмиссии.....	21
2.2 Диагностика колесно-моторного блока методом вибродиагностики....	25
2.3 Описание работы вибродиагностических комплексов «Прогноз-1», «Вектор 2000».....	29
<b>3 Применение оптико-волоконных датчиков при вибродиагностическом методе контроля колесно-моторного блока..</b>	35
3.1 Параметры вибрации.....	35
3.2 Недостатки применения пьезоэлектрических датчиков.....	38
3.3 Классификация оптико-волоконных датчиков .....	41
3.4 Особенности применения оптико-волоконных датчиков при измерении вибрации в колесно-моторном блоке.....	44
<b>4 Расчет параметров колесно-моторного блока</b> .....	48
4.1 Расчет резиновых элементов подвески ТЭД электровоза ВЛ11.....	48
4.2 Определение расчетного ресурса подшипника буксового узла.....	55
<b>5 Экономическая оценка использования оптико-волоконного датчика при диагностике колесно-моторного блока</b> .....	58
<b>6 Безопасность жизнедеятельности</b> .....	67
6.1 Требования безопасности труда при организации работ по вибродиагностированию колесно-моторного блока.....	67
6.2 Анализ, оценка состояния безопасности работ при проведении вибродиагностики колесно-моторного блока.....	69

6.3 Экспертиза дипломной работы на безопасность и экологичность.....	74
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	78
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	79





ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»  
ДИРЕКЦИЯ ТЯГИ

СВЕРДЛОВСКАЯ ДИРЕКЦИЯ ТЯГИ

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ  
ЛОКОМОТИВНОЕ ДЕПО  
СВЕРДЛОВСК-СОРТИРОВОЧНЫЙ

### РЕЦЕНЗИЯ

О выпускной квалификационной работе студента: Применение оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока электровоза  
(Наименование)

датчиков при диагностике колесно-моторного блока электровоза

специальности (направления подготовки):

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

(Код, наименование)

Карелина Николая Сергеевича

(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект полностью соответствует заданию выпускной квалификационной работы. При написании дипломного проекта были использованы характеристики современных вибродиагностических комплексов, применяемых в настоящее время в сервисных локомотивных депо. Была рассмотрена возможность применения нового типа датчика (оптико-волоконный) при диагностике колесно-моторного блока.

Выполнены расчеты параметров резинометаллического амортизатора подвески тягового электродвигателя, жесткости амортизатора, величину полной деформации верхней и нижней шайб, и нагрузки на эти шайбы. Произведен расчет расчетного ресурса буксового подшипника.

Произведено технико-экономическое обоснование применения оптико-волоконного датчика и рассмотрены вопросы безопасности при работе с диагностическими комплексами.

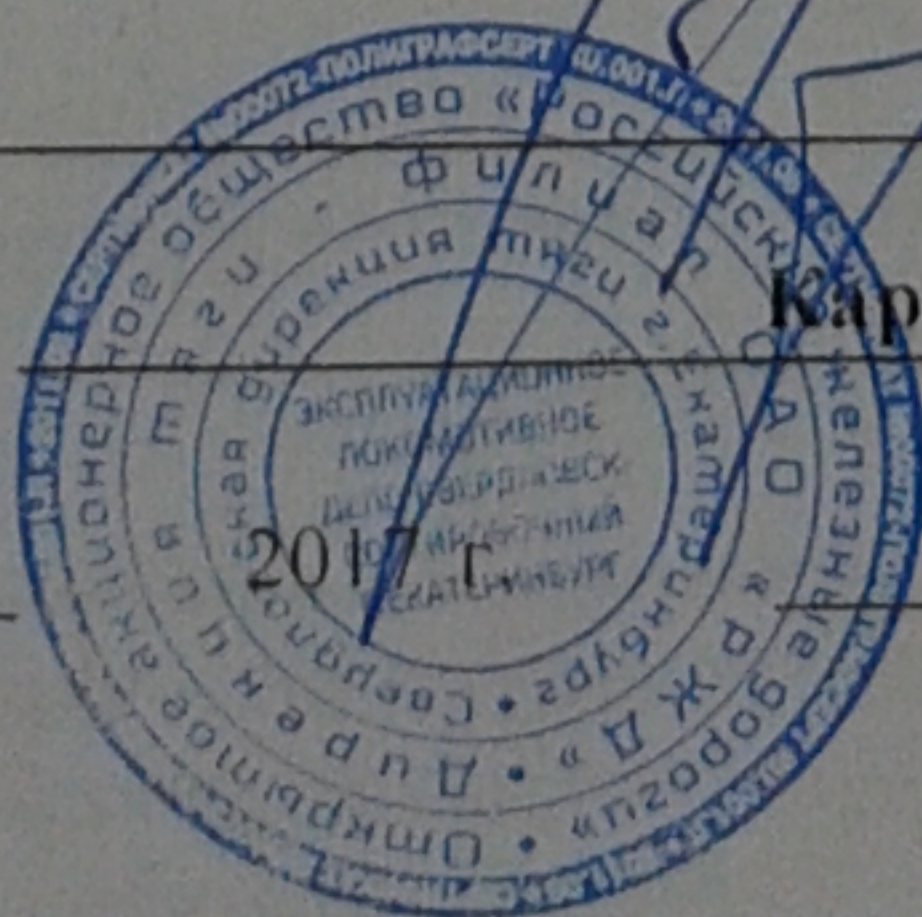
Работа выполнена в полном объеме предложенного задания. Пояснительная записка изложена с использованием необходимой информации, текст и расчеты выполнены грамотно, графические работы отвечают требованиям стандартного машиностроительного черчения и выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

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: ТЧЭГ - 5 Филозов Антон Владимирович  
(Ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)

Ознакомлен студент: Карелин Николай Сергеевич

« 14 » июня 2017 г. Шко  
(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 Электромеханического факультета (*очное обучение*) специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

Карелина Николай Сергеевич

Тема дипломного проекта: *«Применение оптико-волоконных датчиков при диагностике колесно-моторного блока электровоза»*

Руководитель: ассистент кафедры «Электрическая тяга» Козаков Дмитрий Юрьевич

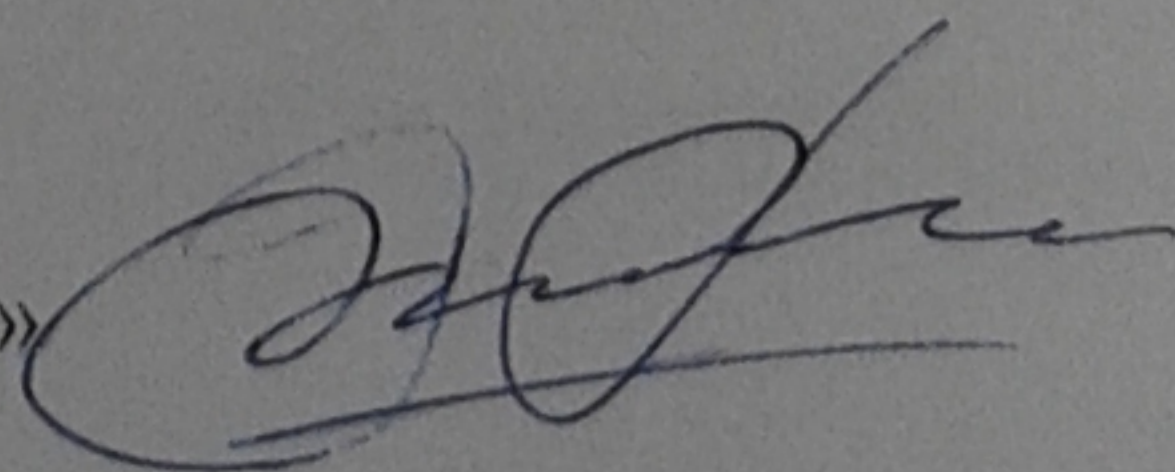
Разделы дипломного проекта студентом разработаны самостоятельно.

Уровень теоретической подготовки высокий. В процессе работы над проектом Карелин Н.С. проявил себя как ответственный и дисциплинированный студент, способный проявлять творческое мышление в решении поставленных перед ним задач.

Готовность к самостоятельной работе высокая.

Предложение по применению оптико-волоконных датчиков при проведении диагностики колесно-моторного блока вибродиагностическим методом можно рекомендовать к внедрению.

Руководитель: ассистент кафедры «Электрическая тяга»



Д.Ю. Козаков