

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. 17.06.22  
(ФИО, подпись, дата)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема Сравнение эффективности работы систем  
бесконтактного теплового контроля букс  
железнодорожного подвижного состава  
(пояснительная записка)

23.05.03.18.ВКР.ПСТ527.01.ПЗ  
(обозначение документа)

Разработал	<u>Попов М. Н.</u> (обучающийся)	<u>ПСТ-527</u> (группа)	<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>15.06.2022</u> (дата)
Руководитель	<u>к. т. н., доцент Стаценко К. А.</u> (должность, звание)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>15.06.2022</u> (дата)
Консультант	<u>д. т. н., профессор Сирина Н. Ф.</u> (должность, звание)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>[дата]</u> (дата)
	<u>к. т. н., доцент Закирова А. Р.</u> (должность, звание)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>14.06.2022</u> (дата)
Н. контролер	<u>к. т. н., доцент Пышный И. М.</u> (должность, звание)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>15.06.2022</u> (дата)
Рецензент	<u>—</u> (должность, звание)		<u>[подпись]</u> (подпись)	<u>[дата]</u> (дата)

Екатеринбург  
2022

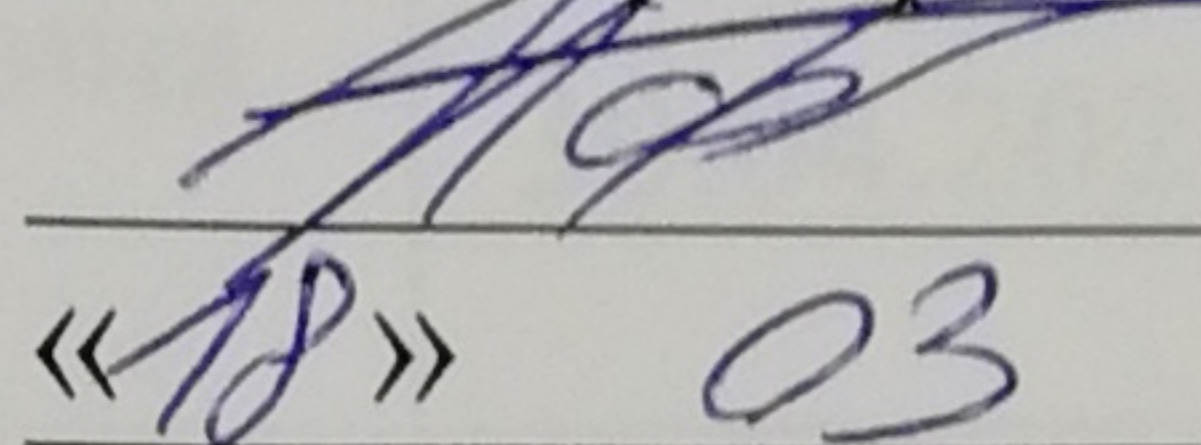


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(УрГУПС)

Факультет электромеханический Кафедра Электрическая тяга  
Специальность 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой



Н. О. Фролов

2022 г.

### ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Попов Максим Николаевич

(Фамилия Имя Отчество)

1. Тема ВКР Сравнение эффективности работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава  
утверждена приказом по университету от «18» марта 2022 г. № 431-со
2. Срок сдачи обучающимся законченной ВКР «18» июня 2022 г.
3. Исходные данные к ВКР Технические характеристики буксового узла. Принцип работы инфракрасной системы приемника напольного устройства КТСМ-01 и КТСМ-02
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Обзор научно-исследовательских работ по тепловым процессам в буксовых узлах. 2 Неисправности буксовых подшипников. 3 Выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза. 4 Сравнительный анализ устройств типа КТСМ. 4 Экономический раздел. 5 Безопасность жизнедеятельности
5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала) 1 Диаграмма неисправностей буксовых подшипников колесных пар (1 лист). 2 Диаграмма количества случаев нагрева букс колесных пар (1 лист). 3 Буксовый узел колесной пары (1 лист). 4 Структурная схема системы контроля подвижного состава на базе КТСМ-01Д (1 лист). 5 Структурная схема системы контроля подвижного состава на базе КТСМ-02 (1 лист). 6 Сравнение основных характеристик КТСМ-01 и КТСМ-02 (1 лист). 7 Траектории сканирования приемником инфракрасного излучения для КТСМ-01 и КТСМ-02 (1 лист). 8 Оценка экономической эффективности внедрения КТСМ-02 (1 лист). 9 Организация рабочего места оператора центрального поста контроля (1 лист)



### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1	Обзор научно-исследовательских работ по тепловым процессам в буксовых узлах, Выбор и расчет буксового подшипника качения	31.03.2022 г.	30 % объема основного раздела
2	Неисправности буксовых подшипников качения	12.04.2022 г.	60 % объема основного раздела
3	Сравнительный анализ устройств типа КТСМ	30.04.2022 г.	100 % объема основного раздела
4	Разработка экономического раздела	07.05.2022 г.	-
5	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	14.05.2022 г.	-
6	Прохождение нормоконтроля и утверждение готового дипломного проекта на кафедре	18.06.2022 г.	-

Дата выдачи задания, руководитель

Стаценко К. А.  
18.03.2022  
(дата, подпись ФИО)

Задание принял к исполнению обучающийся

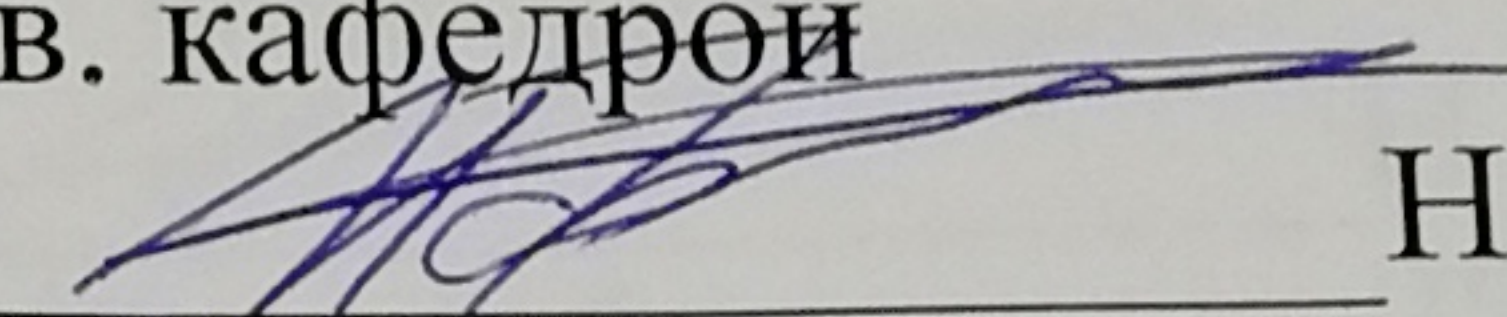
Попов М. Н.  
18.03.2022  
(дата, подпись ФИО)



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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

  
Н. О. Фролов

2022 г.

«18» 03

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

Обучающийся Попов Максим Николаевич Группа ПСТ-527  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Экономическая оценка работы систем бесконтактного теплового контроля  
букс железнодорожного подвижного состава  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Сравнение эффективности работы систем бесконтактного  
теплового контроля буков железнодорожного подвижного состава

Утверждена приказом по университету от «18» марта 2022 г. № 431-со

Выпускающая кафедра Электрическая тяга  
Руководитель ВКР Стаценко К. А., доцент, к. т. н.  
(Фамилия, инициалы, должность или учёное звание, учёная степень)

2. Консультант раздела Сирина Н. Ф., профессор, д. т. н.  
(Фамилия, инициалы, должность или учёное звание, учёная степень)

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта  
3. Исходные данные Стоимость КТСМ-01 – 849950 р., стоимость КТСМ-02 –  
1168000 р.

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 07 мая 2022 г.

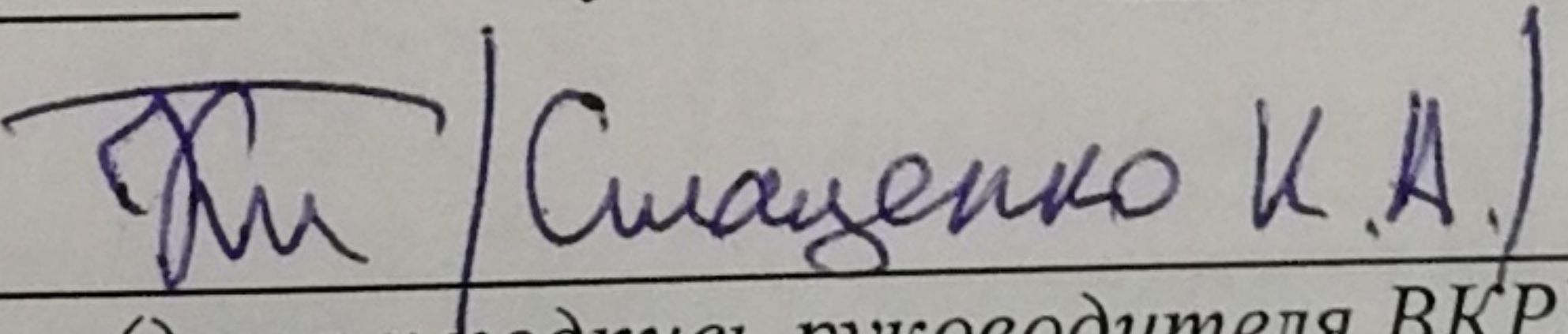
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов) Экономическая оценка работы систем КТСМ-01 и КТСМ-02

6. Название демонстрационно-графического материала Оценка экономической  
эффективности внедрения КТСМ-02 (1 лист)

7. Дата выдачи задания 18.03.2022 Консультант \_\_\_\_\_ (подпись)

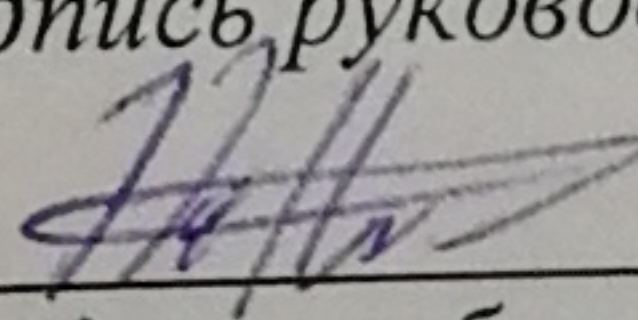
Согласовано

18.03.2022

  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

18.03.2022

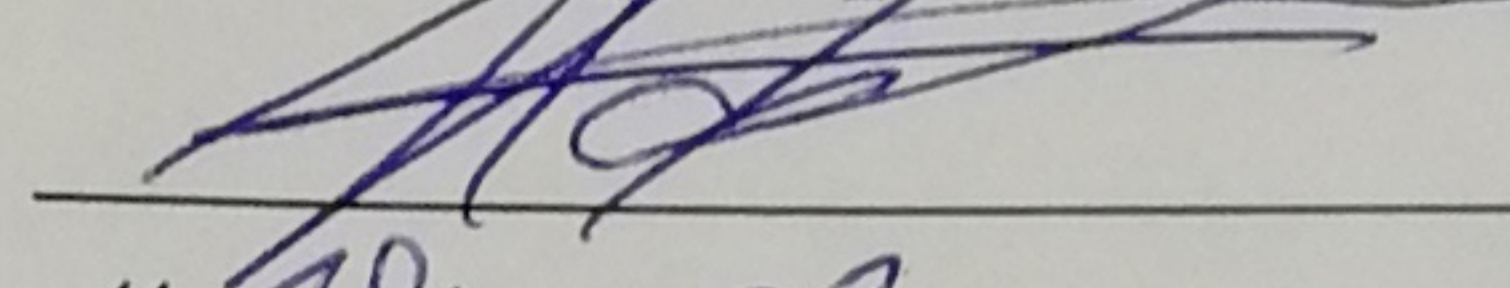
  
(дата и подпись обучающегося)



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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

  
«18» 03

Н. О. Фролов

2022 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Попов Максим Николаевич Группа ПСТ-527  
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)  
Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Сравнение эффективности работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава

Утверждена приказом по университету от «18» марта 2022 г. № 431-со

Выпускающая кафедра Электрическая тяга

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

(Фамилия, инициалы, должность или учёное звание, учёная степень)

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

(Фамилия, инициалы, должность или учёное звание, учёная степень)

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

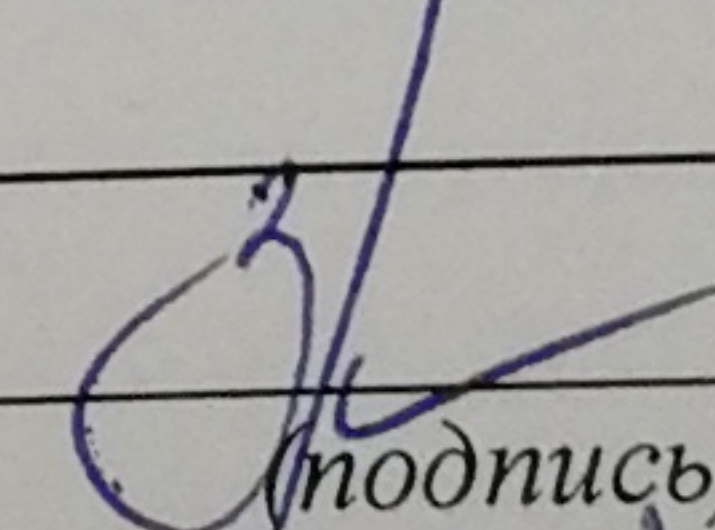
3. Исходные данные Справочно-нормативная документация

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 14 мая 2022 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Организация рабочего места оператора центрального поста контроля. 2 Экспертиза выпускной квалификационной работы на

соответствие требованиям безопасности и экологичности

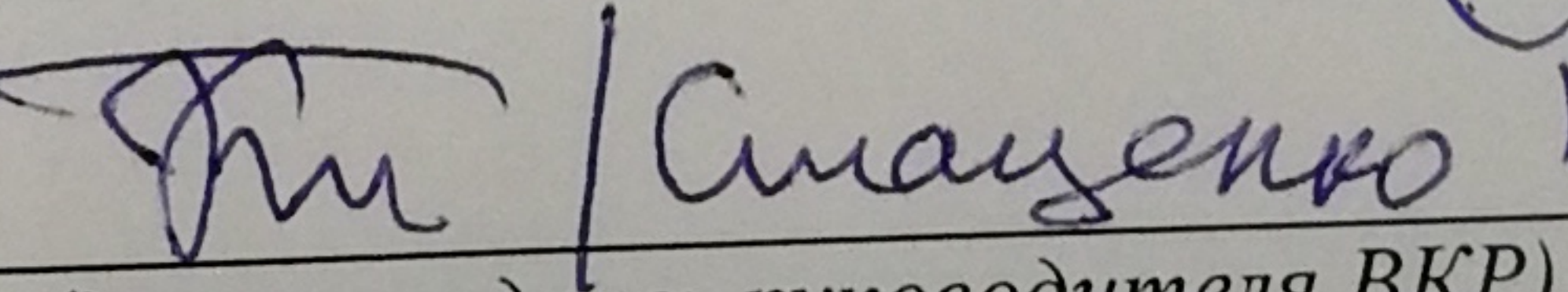
6. Название демонстрационно-графического материала Рабочее место оператора центрального поста контроля (1 лист)

7. Дата выдачи задания 18.03.2022 Консультант 

(подпись)

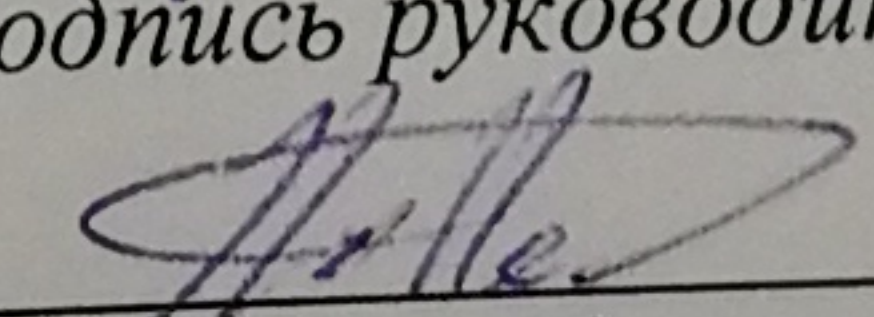
Согласовано

18.03.2022

 Стаценко К.А.  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

18.03.2022

  
(дата и подпись обучающегося)



## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 89 с., 27 рис., 8 табл., 23 источника.

### БУКСОВЫЙ УЗЕЛ, ПОДШИПНИК КАЧЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПЕРЕГРЕВ, КОНТРОЛЬ, КТСМ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ

Объектом исследования является системы бесконтактного теплового контроля букс.

В дипломном проекте поставлена цель – сравнение эффективности работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава.

В процессе работы рассчитаны основные неисправности, возникающие в подшипниках качения и приведен статистический анализ неисправностей буксовых узлов в депо Екатеринбург-Сортировочный. Выбран подшипник качения для грузового локомотива 2ЭС10. Проверена долговечность данного подшипника с помощью расчёта.

В результате исследования разработан сравнительный анализ устройств типа КТСМ и сведения об устройствах семейства КТСМ. Данные заведены в таблицу и выбрано наиболее оптимальное устройство. Выполнено экономическое обоснование технико-экономического внедрения КТСМ-02. Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

23.05.03.18.ВКР.ПСТ527.01.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Сравнение эффективности работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Попов М. Н.		15.06.22				6
Провер.		Стаценко К. А.		15.06.22				
Н. контр.		Пышный И. М.		15.06.22				
Утверд.		Фролов Н. О.		17.06.22				

УрГУПС, ЭМФ  
Кафедра «ЭТ»



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>1 Обзор научно-исследовательских работ по тепловым процессам в буксовых узлах</b> .....	10
1.1 Обеспечение безопасности движения поездов с помощью современных программно-аппаратных средств КТСМ-03.....	10
1.2 Совершенствование технологии бесконтактного технологического контроля подвижного состава в движении.....	10
1.3 Обеспечение безопасности движения подвижного состава по показателям КТСМ в зависимости от типа буксового узла .....	11
<b>2 Неисправности буксовых подшипников</b> .....	13
<b>3 Выбор и расчет буксового подшипника качения</b> .....	24
3.1 Описание конструкции буксового узла электровоза 2ЭС10 .....	24
3.2 Расчет буксового подшипника качения грузового электровоза .....	25
<b>4 Сравнительный анализ устройств типа КТСМ</b> .....	35
4.1 Общие сведения о КТСМ-01 .....	35
4.2 Устройство и принцип действия комплекса КТСМ-01Д.....	40
4.3 Устройство и принцип действия многофункционального комплекса КТСМ-02 .....	46
4.4 Устройство нового поколения КТСМ-03 .....	53
4.5 Сравнение устройств типа КТСМ.....	58
<b>5 Экономическая оценка работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава</b> .....	62
<b>6 Безопасность жизнедеятельности</b> .....	69
6.1 Организация рабочего места оператора центрального поста контроля.....	69
6.2 Экспертиза выпускной квалификационной работы на соответствие требованиям безопасности и экологичности .....	79
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	86
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	87



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>1 Обзор научно-исследовательских работ по тепловым процессам в буксовых узлах</b> .....	10
1.1 Обеспечение безопасности движения поездов с помощью современных программно-аппаратных средств КТСМ-03.....	10
1.2 Совершенствование технологии бесконтактного технологического контроля подвижного состава в движении.....	10
1.3 Обеспечение безопасности движения подвижного состава по показателям КТСМ в зависимости от типа буксового узла .....	11
<b>2 Неисправности буксовых подшипников</b> .....	13
<b>3 Выбор и расчет буксового подшипника качения</b> .....	24
3.1 Описание конструкции буксового узла электровоза 2ЭС10 .....	24
3.2 Расчет буксового подшипника качения грузового электровоза .....	25
<b>4 Сравнительный анализ устройств типа КТСМ</b> .....	35
4.1 Общие сведения о КТСМ-01 .....	35
4.2 Устройство и принцип действия комплекса КТСМ-01Д.....	40
4.3 Устройство и принцип действия многофункционального комплекса КТСМ-02 .....	46
4.4 Устройство нового поколения КТСМ-03 .....	53
4.5 Сравнение устройств типа КТСМ.....	58
<b>5 Экономическая оценка работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава</b> .....	62
<b>6 Безопасность жизнедеятельности</b> .....	69
6.1 Организация рабочего места оператора центрального поста контроля.....	69
6.2 Экспертиза выпускной квалификационной работы на соответствие требованиям безопасности и экологичности .....	79
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	86
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	87



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)

Попов Максим Николаевич

(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект студента-дипломника Попова М.Н. написан на актуальную тему – сравнение эффективности работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава.

В настоящее время устройства бесконтактного теплового контроля нагрева букс типа КТСМ являются, по существу, единственными системно используемыми автоматизированными средствами контроля технического состояния ходовых частей подвижного состава в пути следования. Это обуславливает важнейшую роль данных средств в обеспечении безопасности движения поездов.

В дипломном проекте выполнен анализ научно-исследовательских работ по средствам бесконтактного контроля температурных процессов в буксовом узле электровозов. Рассмотрены основные неисправности, возникающие в подшипниках качения и приведен статистический анализ неисправностей буксовых узлов. Произведен анализ технических решений систем бесконтактного теплового контроля букс и основные направления их совершенствования. Выполнена экономическая оценка работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава. Выполнена оценка дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.

Дипломный проект «Сравнение эффективности работы систем бесконтактного теплового контроля букс железнодорожного подвижного состава» выполнен на очень высоком инженерном и научном уровне, технически грамотно, заслуживает оценки «отлично».

Руководитель дипломного  
проектирования Попова М.Н.

к.т.н., доцент  
Стаценко К.А.