

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

Факультет Электротехнический

Кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Допускается к защите:  
заведующий кафедрой  
Черезов Г.А.

«14» июня 2022 г.

(ФИО, подпись, дата)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда»

(пояснительная записка)

23.05.05.01. ПД.СОТ517.01. ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	обучающийся СОТ-517		7.06.2022	Левашова У.И.
	(обучающийся)	(группа)	(подпись)	(дата)
Руководитель	доцент		7.06.2022	Терехин И.Н.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
Консультант	профессор, д.э.н.		4.06.2022	Кокшаров В.А.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
	доцент, к.м.н.		4.06.2022	Яценко А.С.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
Н. контролер	доцент, к.т.н.		9.06.2022	Русакова Е.А.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
Рецензент	главный инженер		13.06.2022	Чарин А.В.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	

Екатеринбург  
2022

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

Факультет Электротехнический Кафедра Автоматика, телемеханика  
и связь на ж-д транспорте  
Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов  
Специализация Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой  
Черезов Г.А.

«14» июня 2022 г.

### Задание

на выпускную квалификационную работу обучающемуся  
Левашовой Ульяне Игоревне

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда утверждена приказом по университету от «4» марта 2022г. № 364-со
2. Срок сдачи обучающимся законченной ВКР «9» июня 2022 г.
3. Исходные данные к ВКР: схема участка железной дороги; существующая схема организации круга поездной радиосвязи; существующая схема первичной сети участка; нормативно-справочная литература; техническое описание аппаратуры.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): Актуальность темы проекта; Характеристика объекта проектирования; Технический проект модернизации сети ПРС на участке Егоршино-Тавда; Расчет стоимости модернизации ПРС на участке Егоршино-Тавда; Безопасность жизнедеятельности.
5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала): Цель и задачи дипломного проекта; Актуальность темы дипломного проекта; Схема участка модернизации Егоршино-Тавда; Схема сети связи участка; План реализации новой сети связи с применением ДРС; Выбор стационарной радиостанции; Схема модернизации сети ПРС; Расчет дальности радиополя и уровня полезного сигнала на входе приемника локомотивной радиостанции; Расчет стоимости модернизации ПРС на участке Егоршино-Тавда; Электромагнитное поле и средства защиты от него. Заключение.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

№ п./п.	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1	Изучение научно-технической литературы, сбор информации о рассматриваемом участке	25.03.22-31.03.22	20%
2	Изучение существующей схем сети связи участка	01.04.22-07.04.22	15%
3	Разработка технического решения по обеспечению устойчивой поездной радиосвязи на участке	08.04.22-14.04.22	15%
4	Изучение аппаратуры цифрового стандарта DMR	15.04.22-22.04.22	10%
5	Разработка сети поездной радиосвязи с применением цифрового стандарта DMR	25.04.22-5.05.22	15%
6	Расчет уровня полезного сигнала на входе приемника локомотивной радиостанции	6.05.22-12.05.22	10%
7	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	13.05.22-20.05.22	5%
8	Технико-экономический расчет капитальных вложений	20.05.22-27.05.22	5%
9	Оформление пояснительной записки	30.05.22-06.06.22	5%

Дата выдачи задания, руководитель

25.03.2022 г.

*(дата, подпись, ФИО)*

/Терехин И.Н. /

Задание принял к исполнению обучающийся

25.03.2022 г.

*(дата, подпись, ФИО)*

/Левашова У.И. /



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

Факультет Электротехнический Кафедра Автоматика, телемеханика  
и связь на ж-д транспорте  
Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов  
Специализация Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Черезов Г.А.

«14» июня 2022 г.

Задание  
на специальный раздел ВКР

Обучающийся Левашова Ульяна Игоревна Группа СОМ-517  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет стоимости модернизации ПРС на участке Егоршино-Тавда  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «4» марта 2022г. № 364-со

Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте

Руководитель ВКР Терехин И.Н., доцент

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Кокиаров В.А., профессор, д.э.н.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные Локальная смета на комплект оборудования производства компании

Пульсар Телеком; Локальная смета на антенно-мачтовые сооружения

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела «04» июня 2022г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

Капитальные затрат на строительство сети; Расчет текущих эксплуатационных  
затрат; Выводы по разделу

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Расчет стоимости  
модернизации ПРС на участке Егоршино-Тавда

7. Дата выдачи задания: 15.04.2022 Консультант Кокиаров В.А./

Согласовано: 15.04.2022 Терехин И.Н./

Принято к исполнению 15.04.2022 Левашова У.И./

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

Факультет Электротехнический Кафедра Автоматика, телемеханика  
и связь на ж-д транспорте  
Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов  
Специализация Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой  
Черезов Г.А.

«14» июня 2022 г.

Задание  
на специальный раздел ВКР

Обучающийся Левашова Ульяна Игоревна Группа СОТ-517  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «4» марта 2022г. № 364-со

Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте

Руководитель ВКР Терехин И.Н., доцент

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Яценко А.С., доцент к.м.н.

(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы; Приказ Минэнерго России № 6 от 13.01.2013 г; Приказ Минтруда России № 903н от 15.12.2020 г; Постановление Минтруда и Минобразования № 1/29 от 13.01.2003 г; приказ Минэнерго России № 261 от 30.07.2003 г.

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела «04» июня 2022г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

Электромагнитное поле и средства защиты от него; Экспертиза технологического процесса; Выводы по разделу.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Электромагнитное поле и средства защиты от него.

7. Дата выдачи задания: 15.04.2022 Консультант Яценко А.С./

Согласовано: 15.04.2022 Терехин И.Н./

Принято к исполнению 15.04.2022 Левашова У.И./



## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 92 страницы, 31 рисунок, 22 таблицы и 24 источника.

**РАДИОСВЯЗЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РАДИОСВЯЗЬ, СИСТЕМА ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ, ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, ЦИФРОВОЙ СТАНДАРТ DMR, БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ, СТАЦИОНАРНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, УРОВЕНЬ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА, РАДИОПКРЫТИЕ, КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

Цель дипломного проекта – совершенствование поездной радиосвязи и расширение ее функциональных возможностей с переходом от ГМВ диапазона к МВ и демонтажом ВЛС на участке Егоршино-Тавда с применением цифрового оборудования стандарта DMR.

В ходе выполнения дипломного проекта была дана характеристика проектируемому участку железной дороги и рассмотрена существующая схема организации связи. Произведен выбор технологии и оборудования для построения цифровой сети. Выполнен расчет дальности поездной радиосвязи и определен уровень полезного сигнала на входе приемника локомотивной радиостанции. Выполнен расчет затрат на модернизацию сети связи, а также рассмотрены мероприятия по защите персонала от воздействия электромагнитного излучения

В результате разработан проект модернизации участка Егоршино-Тавда с переходом от связи КВ диапазона к УКВ и применением оборудования стандарта DMR, что способствует повышению качества ПРС и расширению ее функциональных возможностей.

					23.05.05.01. ПД.СОт517.01. ПЗ			
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда	Лист	Лист	Листов
Разраб.		Левашова У.И.		07.06.2022				
Провер.		Терехин И.И.		07.06.2022			6	92
Н. Контр.		Русакова Е.А.		09.06.2022				
Утверд.		Черезов Г.А.		14.06.2022				
						УргУПС, ЭТФ, кафедра АТ и С		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
1 Актуальность темы проекта .....	12
1.1 Радиосвязь на железной дороге .....	12
1.2 Система поездной радиосвязи .....	12
1.3 Недостатки поездной аналоговой радиосвязи .....	14
1.4 Выводы по разделу.....	16
2 Характеристика объекта проектирования .....	17
2.1 Характеристика участка Егоршино-Тавда .....	17
2.2 Обоснование необходимости проектирования .....	23
2.3 Выводы по разделу.....	25
3 Технический проект модернизации сети ПРС на участке Егоршино-Тавда ...	26
3.1 Описание схемы построения сети связи .....	26
3.2 Описание оборудования для модернизации сети связи .....	29
3.3 Техническое решение проекта модернизации сети связи.....	44
3.4 Определение минимального уровня полезного сигнала на входе возимой радиостанции. ....	49
3.5 Внедрение системы цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR .....	66
3.6 Выводы по разделу.....	68
4 Расчет стоимости модернизации ПРС на участке Егоршино-Тавда .....	69
4.1 Капитальные затраты на строительство сети.....	70
4.2 Расчет текущих эксплуатационных затрат .....	72
4.3 Выводы по разделу.....	77
5 Безопасность жизнедеятельности.....	78
5.1 Электромагнитное поле и средства защиты от него .....	78

5.2 Экспертиза технологического процесса .....	86
5.3 Выводы по разделу.....	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	90



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

**ОТЗЫВ**

о выпускной квалификационной работе обучающегося

Левашовой Ульяны Игоревны

Факультета: ЭТ

Группы: СОТ-517

По теме: Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда

Выпускная квалификационная работа Левашовой У.И. выполнена в соответствии с утвержденным заданием и в установленные сроки.

В работе рассмотрен ряд вопросов, связанных организацией поездной радиосвязи на участке железной дороги.

Левашовой У.И. проведен анализ существующей система поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда Свердловской железной дороги, рассмотрена конфигурация и технические характеристики действующего оборудования. В пояснительной записке рассмотрены основные особенности организации поездной радиосвязи в МВ диапазоне. Разработаны оригинальные технические решения и сформирован комплект оборудования для внедрения поездной радиосвязи в МВ диапазоне на участке Егоршино-Тавда.

В дипломном проекте произведен расчет дальности связи между стационарными радиостанциями и возимыми радиостанциями машинистов локомотивов. Сформирована стоимость модернизации, рассмотрены вопросы безопасности работ в условиях воздействия электромагнитного поля и методов защиты.

Заданная тема в выпускной квалификационной работе раскрыта. Студент-дипломник проявил самостоятельность в анализе существующей и выборе проектируемой схемы организации поездной радиосвязи.

Выпускная квалификационная работа написана на актуальную тему, организации поездной радиосвязи на участках железных дорог с наличием перегонов повышенной протяженности. Принятые технические решения полностью соответствуют современным требованиям развития радиосвязи.

Работа оформлена в соответствии с требованиями нормативных документов.

Считаю, что студент-дипломник Левашова У.И. может быть допущен к защите выпускной квалификационной работы на тему «Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда».

Рекомендуемая оценка, при соответствующей защите, «Отлично».

Руководитель проекта Зам. НС



Терехин И.Н.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
на выпускную квалификационную работу (ВКР)

по теме: **Модернизация поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда**  
обучающегося **Левашовой Ульяны Игоревны СОт-517**

ВКР объемом **92** страницы, содержит таблиц **22**, иллюстраций **31**, источников **24**.

**Посвящена теме** перевода аналоговых систем поездной радиосвязи на цифровой стандарт DMR.

Основные результаты:

В пояснительной записке рассмотрены основные особенности организации радиосвязи с применением оборудования стандарта DMR в ОАО «РЖД». Разработаны технические решения и сформирован комплект оборудования для внедрения DMR на участке Егоршино-Тавда Свердловской железной дороги.

В дипломном проекте, в соответствии с «Методическими указаниями по организации и расчету сетей поездной радиосвязи ОАО «РЖД», утвержденными распоряжением ОАО «РЖД» 23.12.2013 г за №2854р, произведен расчет уровней полезного сигнала на входе возимой радиостанции локомотива находящегося на перегоне

Сформированы капитальные затраты на внедрение оборудования системы DMR на участке и определены основные эксплуатационные расходы по обслуживанию системы.

Также в выпускной квалификационной работе рассмотрен вопрос защиты персонала от воздействия электромагнитных полей.

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу ВКР, а также методы его выполнения:

Принятые решения соответствуют типовым техническим решениям и при дальнейшей детальной проработке, могут найти практическое применение при разработке проекта модернизации поездной радиосвязи на участке Егоршино-Тавда.

Анализ обоснованности выводов и предложений:

Сделанные в ВКР выводы соответствуют принятым техническим решениям и возможностям примененного оборудования радиосвязи стандарта DMR.

Качество оформления:



ВКР оформлена в соответствии с требованиями стандарта СТО УрГУПС 2.3.5-2022.

Недостатки ВКР:

Существенных недостатков при принятии технических решений не выявлено.

Изложенное позволяет считать, что рецензируемая ВКР заслуживает оценку «ОТЛИЧНО».

Дата 13.06.2022 Рецензент Чарин А.В.

