

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

Факультет АКО ИЗО

Кафедра Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте

Допускается к защите

Заведующий кафедрой 

к.т.н., доцент Черезов Г.А.

« 6 » 06 2019 г.

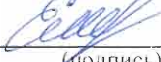
**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**


Тема: Модернизация поездной и маневровой радиосвязи с  
использованием систем цифровой технологической радиосвязи  
стандарта DMR

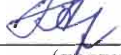
(пояснительная записка)


23.05.05.01.ПД.СОт613.01.ПЗ

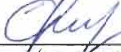
(шифр документа)


Разработал: обучающийся СОт-613  27.05.19 Ефимов М.И.  
(обучающийся) (группа) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Руководитель: доцент  27.05.19 Измоленов В.В.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Консультанты: доцент, к.т.н.  24.05.19 Афанасьева Н.А.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

доцент, к.т.н.  24.05.19 Четкова Н.Б.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Н. контролер: доцент, к.т.н.  30.06.19 Русакова Е.А.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Рецензент: доцент  5.06.19 Галимов И.А.  
(должность, звание) (подпись) (дата) (Ф.И.О.)

Екатеринбург

2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Уральский государственный университет путей сообщения  
(УрГУПС)

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Автоматика, телемеханика  
и связь на ж.-д. транспорте

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент Черезов Г.А.

« 6 » 06 2019 г.

**Задание**

На выпускную квалификационную работу обучающемуся

Ефимову Михаилу Игоревичу

1. Тема ВКР Модернизация поездной и маневровой радиосвязи с использованием систем цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR утверждена приказом по университету от «27 » марта 2019 г. №301-сз
2. Срок сдачи обучающимся законченного проекта 27.05.19
3. Исходные данные к ВКР задание дипломного проекта, нормативно – справочная литература, техническое описание аппаратуры, интернет, материалы инженерно – технических изысканий.
4. Содержание расчетно – пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): характеристика проектируемого участка; разработка структурной схемы канала радиосвязи стандарта DMR на участке У-3; расчет уровня сигнала на перегонах проектируемого участка; расчет технико-экономической эффективности при модернизации участка ПРС У-3; безопасность и экологичность проекта.
5. Перечень демонстративно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала): схема организации радиоканала ПРС на участке У-3; преимущества DMR в сравнении с аналоговыми системами; применение радиосервера СЦР-1; оборудование цифровой радиосвязи; структурная схема стандарта DMR для опытного участка; методика расчета дальности связи в сетях ПРС; профили трасс радиосвязи отдельно взятых участков; уровни сигнала трасс отдельно взятых участков; технико-экономическое обоснование эффекта модернизации сети радиосвязи; оборудование здания молниезащитой.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК


№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Примечание
1	Сбор исходных данных	31.03.2019	25%
2	Постановка целей и задач ВКР	03.04.2019	10%
3	Разработка первой части ВКР	10.04.2019	15%
4	Разработка второй части ВКР	20.04.2019	10%
5	Разработка раздела по экономической части ВКР	15.05.2019	5%
6	Разработка раздела по БЖД	20.05.2019	10%
7	Оформление пояснительной записки и графических материалов	01.06.2019	5%
8	Подписание ВКР у руководителя, консультантов, рецензента	02.06.2019	5%
9	Нормоконтроль ВКР	03.06.2019	10%
10	Защита ВКР	20.06.2019	5%

Дата выдачи задания, руководитель

  
(подпись, дата, ФИО)

/Измоденов В.В./

Задание принял к исполнению обучающийся

  
(подпись, дата, ФИО)

/Ефимов М.И./

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Уральский государственный университет путей сообщения  
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
к.т.н., доцент Черезов Г.А.

« 6 » 06 2019 г.

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Ефимов Михаил Игоревич Группа СОТ-613  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет технико-экономической эффективности при модернизации участка  
ПРС У-3.

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Модернизация поезда и маневровой радиосвязи с  
использованием систем цифровой технологической радиосвязи  
стандарта DMR

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «27» марта 2019 г. № 301-сз  
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на  
железнодорожном транспорте

Руководитель ВКР Измоленов В.В., доцент  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела доцент, к.т.н. Афанасьева Н.А.

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные: нормативная литература, научно-техническая  
литература

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 24.05.19

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов)

Расчет капитальных вложений; Расчет эксплуатационных расходов на  
модернизацию; Расчет эксплуатационных расходов по обслуживанию РС-  
46МЦ; Расчет окупаемости инвестиционного проекта.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) технико-  
экономическое обоснование эффекта модернизации сети радиосвязи

7. Дата выдачи задания 17.04.19 Консультант Афанасьева Н.А.  
Согласовано: 17.04.19 /В.В.Измоленов/

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 17.04.19 /М.И.Ефимов/  
(дата и подпись обучающегося)

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент Черезов Г.А.

« 6 » 06 2019 г.

**Задание**

**на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Ефимов Михаил Игоревич Группа СОТ-613  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность и экологичность проекта  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Модернизация поездной и маневровой радиосвязи с использованием систем цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от « 27 » марта 2019 г. № 301-сз  
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Руководитель ВКР Измоленов В.В., доцент  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела доцент, к.т.н. Четкова Н.Б.

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: нормативно – правовые акты в области охраны труда

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 24.05.19

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Обеспечение безопасности труда при модернизации устройств радиосвязи

2) Оборудование зданий молниезащитой

3) Защита здания от молнии

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) оборудование здания молниезащитой

7. Дата выдачи задания 17.04.19 Консультант Четкова /Н.Б. Четкова/

Согласовано: 17.04.19 Измоленов /В.В. Измоленов/  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 17.04.19 Ефимов /М.И. Ефимов/  
(дата и подпись обучающегося)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 96 страниц, 35 рисунков, 21 таблиц, источников, 1 приложение, 5 листов графического материала.





### ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ, СТАЦИОНАРНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, ИНТЕРФЕЙС, ЧАСТОТА, ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК, ПРОФИЛЬ ТРАСС, УРОВЕНЬ СИГНАЛА.

Объектом исследования является участок поездной радиосвязи ЮУЖД У-3.

Цель дипломного проекта – получить более качественную, помехозащищенную радиосвязь на частоте 160 МГц, повышенную эффективность использования частотного ресурса при помощи внедрения системы технологической радиосвязи стандарта DMR,.

В данном дипломном проекте рассматриваются вопросы модернизации поездной радиосвязи на участке Южно-Уральской железной дороги, технические характеристики и функциональные возможности аппаратуры нового поколения и стандарта. На основе существующей методики проведен расчет уровня сигнала вдоль рассматриваемого участка с целью проверки обеспечения нормативного уровня. Данный проект может быть применен не только на железнодорожном транспорте, но и в других сферах, где используется радиосвязь.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word, пояснительная записка и графический материал представлены на диске в конверте на обороте обложки.

					<b>23.05.05.01.ПД.СОт.613.01.ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Модернизация поездной и маневровой радиосвязи с использованием систем цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Ефимов М.И.		24.05.19			6	96
Провер.		Измоленов В.В.		27.05.19				
Н. Контр.		Русакова Е.А.		30.06.19				
Утверд.		Черезов Г.А.		06.07.19				ФГБОУ ВПО УрГУПС, ЭТФ, Кафедра АТС на ж.-д. транспорте

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Характеристика проектируемого участка.....	11
1.1 Общая характеристика участка .....	11
1.2 Недостатки действующей системы радиосвязи .....	17
1.3 Требования к стандартам радиосвязи .....	18
1.4 Обзор современных стандартов радиосвязи.....	19
1.5 Системы цифровой радиосвязи DMR.....	24
1.6 Преимущества DMR.....	27
2 Разработка структурной схемы канала радиосвязи стандарта DMR на участке У-3.....	36
2.1 Принцип построения сети.....	36
2.2 Состав оборудования.....	40
2.3 Структурная схема стандарта DMR.....	47
3 Расчет уровня сигнала на перегонах проектируемого участка .....	49
3.1 Методика расчета дальности связи в сетях ПРС.....	49
3.2 Построение профилей трасс радиосвязи.....	50
3.3 Расчет уровня сигнала вдоль трасс радиосвязи.....	53
4 Расчет технико-экономической эффективности при модернизации участка ПРС У-3.....	65
4.1 Расчет капитальных вложений.....	65
4.2 Расчет эксплуатационных расходов на модернизацию.....	68
4.3 Расчет эксплуатационных расходов по обслуживанию РС-46МЦ.....	70
4.4 Расчет срока окупаемости инвестиционного проекта.....	73
5 Безопасность и экологичность проекта.....	74
5.1 Обеспечение безопасности труда при модернизации устройств радиосвязи.....	74
5.2 Оборудование здания молниезащитой.....	79

5.3 Защита здания от молнии.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	92



## ОТЗЫВ

на дипломный проект

«Модернизация поездной радиосвязи стандарта DMR»

студент Ефимов Михаил Игоревич

Дипломный проект выполнен в соответствии с заданием и в срок.

В дипломном проекте рассмотрен ряд вопросов, связанных с модернизацией участка поездной радиосвязи.

Приведена характеристика участка У-3 железной дороги и описано существующее состояние сети связи на участке.

Рассмотрены возможности современных стандартов радиосвязи и вопросы модернизации участка поездной и маневровой радиосвязи с применением системы цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR.

Приведен расчет уровней сигнала вдоль трасс радиосвязи диапазона метровых волн, рассмотрена методика расчета уровней сигнала на перегонах.

Представлены схемы организации поездной радиосвязи проектируемого участка, профили трасс для каждого перегона, а также диаграммы уровней сигнала.

Дипломный проект написан на актуальную тему и оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов.

Считаю, что дипломный проект заслуживает оценки «отлично»

Руководитель проекта

Заместитель начальника Свердловского регионального центра связи

Доцент Измоденов В.В.



## Рецензия на дипломный проект

студента VI курса кафедры

«Автоматика телемеханика и связь на ж.д. транспорте»

Ефимова М.И.

Тема: «Модернизация поездной и маневровой радиосвязи с использованием систем технологической радиосвязи стандарта DMR»

Организация сетей связи с применением стандартов беспроводной передачи данных является актуальной задачей для систем передачи железнодорожной электросвязи.

В настоящее время на сети дорог происходит планомерный переход на цифровые стандарты в системах подвижной радиосвязи.

Ефимовым М.И. проведен достаточно подробный и квалифицированный анализ проектируемого участка, с указанием недостатков действующих систем радиосвязи.

Детально рассмотрены сети и системы цифровой подвижной радиосвязи, перспективно пригодные для использования на железнодорожном транспорте.

Рассмотрена структура, технические характеристики, принцип построения сети, произведен выбор оборудования для стандарта цифровой радиосвязи DMR.

Выполнен расчет уровня сигнала на перегонах проектируемого участка.

В проекте представлен анализ экономической эффективности провидимой модернизации участка, подтверждена рентабельность.

Дипломный проект выполнен полностью, в соответствие предъявляемым требованиям.

Рекомендованная оценка - отлично.

Рецензент: Заместитель начальника Свердловского РЦС-2      Галимов И.А.

Дата: « 5 » 06 2019 г.

Подпись: \_\_\_\_\_

