

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,  
доцент, к.т.н. Черезов Г.А.  
(ФИО, подпись, дата)

« 6 » 06 2019 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема: «Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на  
участке Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги»  
(пояснительная записка)

23.05.05.01.ПД.СОТ514.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	<u>обучающийся СОТ-514</u> (обучающийся) (группа)	<u></u> (подпись)	<u>27.05.2019</u> (дата)	<u>Алексеев Ю.В.</u>
Руководитель	<u>доцент, РЦСЗ РЦС-2</u> (должность, звание)	<u></u> (подпись)	<u>27.05.2019</u> (дата)	<u>Измоленов В.В.</u>
Консультант	<u>доцент к.м.н.</u> (должность, звание)	<u></u> (подпись)	<u>24.05.2019</u> (дата)	<u>Яценко А.С.</u>
	<u>доцент к.т.н.</u> (должность, звание)	<u></u> (подпись)	<u>24.05.2019</u> (дата)	<u>Афанасьева Н.А.</u>
Н.контролер	<u>доцент к.т.н.</u> (должность, звание)	<u></u> (подпись)	<u>3.06.19</u> (дата)	<u>Русакова Е.А.</u>
Рецензент	<u>РЦСЗ РЦС-2</u> (должность, звание)	<u></u> (подпись)	<u>6.06.2019</u> (дата)	<u>Галимов И.А.</u>

Екатеринбург

2019

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»

Специальность 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

УТВЕРЖДАЮ:

заведующий кафедрой

доцент, к.т.н. Черезов Г.А.

606 19  
(ФИО, подпись, дата)

**Задание**

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Алексееву Юрий Вячеславовичу

(Фамилия Имя Отчество)

1. Тема ВКР Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги

утверждена приказом по университету от «27» марта 2019г. №491-со

2. Срок сдачи обучающимся законченного ВКР 27.05.2019

3. Исходные данные к ВКР Задание дипломного проекта, нормативно-справочная литература, техническое описание аппаратуры, материалы инженерно-технических изысканий

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Характеристика участка железной дороги; Теоретическая часть про ультракороткие волны; Обзор существующих систем и средств поездной радиосвязи; Оборудование поездной радиосвязи на данный момент; Выбор и описание оборудования для модернизации ПРС в диапазон УКВ; Расчет дальности связи в сетях ПРС-С диапазона 160 МГц; Определение экономической эффективности поездной радиосвязи; Экономический расчет затрат на внедрение и эксплуатацию поездной радиосвязи; Безопасность жизнедеятельности.

5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала) Задачи дипломного проекта; Актуальность проекта; Классификация и распространение УКВ волн; Организация поездной радиосвязи; Описание оборудования на данный момент; Выбор оборудования для перевода участка на УКВ диапазон; Расчет высоты установки антенн для перегона Туринск-Уральский - Сарагулка; Расчет участка Туринск-Уральский - о.п. Поречье; Расчет участка о.п. Поречье - Сарагулка; Расчет затрат на внедрение и эксплуатацию ПРС; Безопасность жизнедеятельности.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1.	Характеристика участка	4 апреля 2019	5%
2.	Теоретическая часть УКВ	8 апреля 2019	5%
3	Описание систем ПРС	10 апреля 2019	10%
4.	Описание действующего оборудования	18 апреля 2019	10%
5.	Выбор оборудования для модернизации	25 апреля 2019	20%
6.	Расчет высоты антенно-мачтовых сооружений	1 мая 2019	30%
7.	Экономический расчет затрат	14 мая 2019	5%
8.	Основные опасные и вредные производственные факторы при установке и обслуживании антенно-мачтовых сооружений	18 мая 2019	5%
9.	Оформление пояснительной записки	22 мая 2019	10%
10.	Итого		100%

Дата выдачи задания, руководитель

27.03.2019



Измоденов В.В.

(дата, подпись ФИО)

Задание принял к исполнению обучающийся

27.03.2019



Алексеев Ю.В.

(дата, подпись ФИО)

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

УТВЕРЖДАЮ:

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

  
6 06 19

(ФИО, подпись, дата)

Задание  
на специальный раздел ВКР

Обучающийся Алексеев Юрий Вячеславович Группа Сот-514  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Экономический расчет затрат на внедрение и эксплуатацию поездной радиосвязи  
(название специального раздела)

1. Тема Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке  
Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «27» марта 2019 г. № 491-со  
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном  
транспорте

Руководитель проекта Измоленов В. В. РЦСЗ РЦС-2 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: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 29.05.2019

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)  
1) Сущность и значение экономической эффективности  
2) Расчет капитальных вложений на оборудование участка поездной радиосвязи  
3) Расчет эксплуатационных расчетов  
4) Определение приведенных затрат

6. Название демонстрационно-графического(их) материал(ов)  
1) Расчет затрат на внедрение и эксплуатацию ПРС

7. Дата выдачи задания 17.04.2019 Консультант  /Афанасьева Н.А./  
(подпись)

Согласовано 17.04.2019  /Измоленов В.В./  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 17.04.2019  /Алексеев Ю.В./  
(дата и подпись студента-дипломника)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:  
заведующий кафедрой  
доцент, к.т.н. Черезов Г.А.

\_\_\_\_\_ (ФИО, подпись, дата)

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Алексеев Юрий Вячеславович Группа СОТ-514  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема: Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке  
Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «27» марта 2019 г. №491-со

Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Руководитель проекта Измоленов В. В. РЦСЗ РЦС-2 доцент  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

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

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 24.05.2019

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Актуальность

2) Нормативные требования к средствам охраны труда

3) Экспертиза проекта безопасности

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов)

1) Безопасность жизнедеятельности.

7. Дата выдачи задания 17.04.2019 Консультант Яценко А.С.  
(подпись)

Согласовано: 17.04.2019 Измоленов В.В.  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 17.04.2019 Алексеев Ю.В.  
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 107 с., 26 рис., 15 табл., 19 библиографических источников.

**ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ, ДИАПАЗОН УКВ, ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК, СТАНДАРТЫ РАДИОСВЯЗИ, СТАЦИОНАРНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, ЛОКОМОТИВНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, НОСИМАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, АНТЕННО-МАЧТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ, БАЗОВАЯ КРИВАЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

Цель работы – реконструкция поездной радиосвязи, переход с действующей поездной радиосвязи в КВ диапазоне на УКВ диапазон. Для отказа обслуживания волновода

В ходе выполнения работы выполнено переход поездной радиосвязи в УКВ диапазон, выбрано оборудование, подходящее для решения данной задачи, рассчитана высота установки антенно-мачтовых сооружений, выполнена экономическая эффективность поездной радиосвязи и описаны основные опасные и вредные производственные факторы при установке антенно-мачтовых сооружений.

В результате разработан проект перехода поездной радиосвязи в диапазон УКВ, выбрано оборудование, подходящее для решения данной задачи, рассчитана высота антенно-мачтовых сооружений, выполнена экономическая эффективность поездной радиосвязи и описаны основные опасные и вредные производственные факторы при установке антенно-мачтовых сооружений.

					23.05.05.01.ПД.СОт514.01.ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Алексеев Ю.В.		27.05		У		6	107
Провер.		Измоденов В.В.		27.05					
Н. Контр.		Русакова Е.А.		30.05					
Утверд.		Черезов Г.А.		30.05					
						УрГУПС, ЭТФ			

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 Характеристика участка железной дороги .....	11
1.1 Описание участка дипломного проекта.....	11
1.2 Проблема данного участка.....	12
2 Теоретическая часть про ультракороткие волны.....	13
3 Обзор существующих систем и средств поездной радиосвязи.....	17
3.1 Принцип организации поездной радиосвязи.....	17
3.2 Системы поездной радиосвязи .....	19
3.3 Принцип работы структурной схемы ПРС.....	22
4 Оборудование поездной радиосвязи на данный момент .....	30
4.1 Радиостанция РС-46М .....	31
4.2 Радиостанция РВ-1М .....	32
4.3 Носимые радиостанции .....	33
4.4 МиниКом DX-500.....	34
4.5 Градиент-12СН.....	36
5 Выбор и описание оборудования для модернизации ПРС в диапазон УКВ	39
5.1 Радиостанция РВС-1-12.....	39
5.2 Электропитание установки .....	47
5.3 Распорядительная станция СРЦ-04 .....	48
5.4 Выбор антенны .....	51
5.5 Мачта составная МС-24-76 .....	55
5.6 Молниезащита стационарных антенн .....	55
6 Расчет дальности связи в сетях ПРС-С диапазона 160 МГц .....	57

6.1 Базовые кривые распространения радиоволн .....	57
6.2 Типы трасс радиосвязи .....	58
6.3 Поправочные коэффициенты.....	60
6.4 Вероятностные коэффициенты, учитывающие флуктуации сигнала .....	62
6.5 Минимально допустимый уровень полезного сигнала на входе приемника возимой радиостанции.....	65
6.6 Расчет дальности связи между стационарной и возимой радиостанциями .....	66
6.7 Расчет высоты установки стационарной антенны.....	67
6.8 Расчет дальности связи между локомотивами.....	67
6.9 Коэффициенты применяемые в расчетах .....	68
6.9.1 Расчет перегона Егоршино - Талый Ключ.....	69
6.9.2 Расчет перегона Талый Ключ – Худяково.....	71
6.9.3 Расчет перегона Худяково – Ирбит.....	73
6.9.4 Расчет перегона Ирбит – Лопатково .....	75
6.9.5 Расчет перегона Лопатково – Туринск-Уральский.....	77
6.9.6 Расчет перегона Туринск-Уральский – Сарагулка .....	79
6.9.6.1 Участок Туринск-Уральский – о.п. Поречье.....	79
6.9.6.2 Участок о.п. Поречье – Сарагулка.....	81
6.9.7 Расчет перегона Сарагулка – Азанка .....	83
6.9.8 Расчет перегона Азанка - Тавда.....	85
6.9.9 Итоги расчетов .....	87
7 Экономический расчет затрат на внедрение и эксплуатацию поездной радиосвязи.....	89
7.1 Сущность и значение экономической эффективности .....	89
7.2 Расчет капитальных вложений на оборудование участка поездной радиосвязью .....	89

7.3 Расчет эксплуатационных расходов.....	92
7.4 Определение приведенных затрат.....	95
8 Безопасность жизнедеятельности.....	96
8.1 Основные опасные и вредные производственные факторы при установке и обслуживании антенно-мачтовых сооружений .....	96
8.1.1 Актуальность .....	96
8.1.2 Нормативные требования к средствам охраны труда .....	96
8.2 Экспертиза проекта безопасности.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	106

## Отзыв руководителя

на выпускную квалификационную работу студента гр. СОТ-514

Алексеева Юрия Вячеславовича

на тему «Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги»

Дипломный проект выполнен в соответствии с заданием и в срок.

Цель проекта – реконструкция поездной радиосвязи, переход с действующей поездной радиосвязи в КВ диапазоне на УКВ диапазон.

В дипломном проекте описано существующее оборудование участка, выбрано оборудование для модернизации. Описана теоретическая часть про ультракороткие волны. Произведена расчетная часть по установке антенно-мачтовых сооружений.

Так же рассмотрены вопросы экономических затрат на внедрение и эксплуатацию поездной радиосвязи и безопасности жизнедеятельности.

Данная работа является одним из вариантов построения поездной радиосвязи и может применяться при проектировании аналогичных сетей.

При работе над дипломным проектом Юрий Вячеславович проявил себя инициативным, ответственным и технически грамотным специалистом, способным решать инженерные задачи.

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

Считаю, что дипломный проект выполнен на достаточно высоком техническом уровне и заслуживает оценки «отлично».

Доцент

РЦСЗ РЦС-2



В.В. Измоленов

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу (ВКР)

по теме «Проектирование сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги»

обучающегося Алексеева Юрия Вячеславовича, группа СОт-514.

(Ф.И.О., группа)

ВКР объемом 107 страницы, содержит таблиц 15, иллюстраций 26, источников 19.

ВКР посвящена: переводу действующей поездной радиосвязи с КВ диапазона, на УКВ диапазон. Для отказа обслуживания волновода.

(актуальность и социальная значимость темы)

Основные результаты: разработан проект для перевода сети поездной радиосвязи в диапазоне УКВ на участке Егоршино – Тавда Свердловской железной дороги.

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу ВКР, а также методы его выполнения: в дипломном проекте проведен анализ существующей сети связи и предложена ее модернизация с использованием более современного

оборудования. Также в проекте проведены необходимые расчеты на проектируемом участке железной дороги и рассмотрен вопрос основные опасные и вредные производственные факторы при установке и обслуживании антенно-мачтовых сооружений.

Практическая значимость ВКР: внедрение нового оборудования поездной радиосвязи экономически выгодно и целесообразно

(возможность внедрения результатов проекта (работы) в практику, ожидаемый эффект)

Анализ обоснованности выводов и предложений: тема проекта полностью раскрыта, достигнута поставленная цель, решены поставленные задачи. Использованный практический материал достоверен, сделанные выводы обоснованы, а результат имеет практическую значимость.

Качество оформления ВКР соответствует нормам оформления, информация представлена в удобном для восприятия виде.

Недостатки ВКР: стиль изложения не везде выдержан, не полностью раскрыл недостатки нового оборудования.

Изложенное позволяет считать, что рецензируемая ВКР: полностью отвечает требованиям государственного стандарта, предъявляемого к работам подобного рода, и может быть рекомендован к защите с оценкой «отлично».

Дата 06.06.2019 Рецензент

Галимов И.А.

(Фамилия И.О.)

Подпись

