

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
Галинуров Р.З.

«16» июня 2023 г.

(ФИО, подпись, дата)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с
применением оборудования стандарта DMR»

(пояснительная записка)

23.05.05.01. ПД.СОт518.01. ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	обучающийся СОт-518		7.06.2023	Абакумов А.В.
	(обучающийся)	(группа)	(подпись)	(дата)
Руководитель	доцент		7.06.2023	Карпенко И.Г.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
Консультант	профессор, д.э.н.		5.06.2023	Кокшаров В.А.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
	ст. преподаватель		5.06.2023	Гущина Н.В.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
Н. контролер	доцент, к.т.н.		9.06.2023	Русакова Е.А.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	
Рецензент	НСТУ		23.06.2023	Щелконогов С.В.
	(должность, звание)	(подпись)	(дата)	

Екатеринбург
2023

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Галинуров Р.З.

«16» июня 2023 г.

Задание

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Абакумову Артему Валерьевичу

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с применением оборудования стандарта DMR
утверждена приказом по университету от «24» марта 2023г. № 579-со
2. Срок сдачи обучающимся законченной ВКР «12» июня 2023 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): Описание предметной области; Обоснование необходимости проектирования; Анализ стандартов цифровой радиосвязи; Технический проект по модернизации сети связи участка; Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат; Безопасность жизнедеятельности.
5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала): Цель и задачи дипломного проекта; Схема проектируемого участка Н-В; Схема организации сети связи участка; Обоснование необходимости проектирования; Оборудование стандарта DMR; Схема модернизации сети связи участка; Расчет высот антенно-мачтовых сооружений на участке и зон покрытия перегонов; Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат на модернизацию сети связи; 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	24.03.23-31.03.23	20%
2	Характеристика объекта проектирования и описание существующей схемы сети связи	1.04.23-10.04.23	15%
3	Разработка технического решения по обеспечению устойчивой поездной радиосвязи на участке	11.04.23-17.04.23	15%
4	Изучение аппаратуры цифрового стандарта DMR	18.04.23-25.04.23	10%
5	Разработка сети поездной радиосвязи с применением цифрового стандарта DMR	26.04.23-1.05.23	15%
6	Расчет минимально необходимых высот установки антенн связи	1.05.23-8.05.23	10%
7	Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат	9.05.23-17.05.23	5%
8	Рассмотрение методов защиты работников от воздействия электромагнитных полей и излучений	18.05.23-27.05.23	5%
9	Оформление пояснительной записки	28.05.23-06.06.23	5%

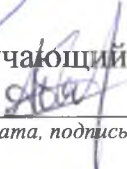
Дата выдачи задания, руководитель
24.03.2023 г.

/Карпенко И.Г. /


(дата, подпись, ФИО)

Задание принял к исполнению обучающийся
24.03.2023 г.

/Абакумов А.В. /


(дата, подпись, ФИО)

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

Галинуров Р.З.

«16» июня 2023 г.

Задание
на специальный раздел ВКР

Обучающийся Абакумов Артем Валерьевич Группа Сот-518
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с
применением оборудования стандарта DMR

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «24» марта 2023г. № 579-со

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

Руководитель ВКР Карпенко И.Г., доцент

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

2. Консультант раздела Гуцина Н.В., ст. преподаватель

(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;

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела «08» июня 2023г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

Электромагнитное поле и средства защиты от него; Экспертиза дипломного проекта

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

7. Дата выдачи задания: 14.04.2023 Консультант Гуцина Н.В./

(подпись)

Согласовано: 14.04.2023 /Карпенко И.Г./

(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 17.04.2023 /Абакумов А.В./

(дата и подпись обучающегося)

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

Галинуров Р.З.

«16» июня 2023 г.

Задание
на специальный раздел ВКР

Обучающийся Абакумов Артем Валерьевич Группа СОМ-518
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат на модернизацию сети связи
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с
применением оборудования стандарта DMR
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «24» марта 2023г. № 579-со

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

Руководитель ВКР Карпенко И.Г., доцент
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Кокшаров 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 «08» июня 2023г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)
Капитальные затраты на строительство сети; Расчет текущих эксплуатационных
затрат.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Расчет капитальных
вложений и эксплуатационных затрат на модернизацию сети связи

7. Дата выдачи задания: 14.04.2023 Консультант /Кокшаров В.А./
(дата и подпись консультанта)

Согласовано: 14.04.2023 /Карпенко И.Г./
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 17.04.2023 /Абакумов А.В./
(дата и подпись обучающегося)

РЕФЕРАТ

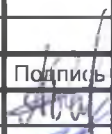



Дипломный проект содержит 92 страниц, 38 рисунков, 16 таблиц и 28 источников.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ, РАДИОСВЯЗЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РАДИОСВЯЗЬ, ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ, ЦИФРОВОЙ СТАНДАРТ DMR, БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ, СТАЦИОНАРНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, АНТЕННО-МАЧТОВОЕ СООРУЖЕНИЕ, ЗОНА РАДИОПОКРЫТИЯ, КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ.

Цель дипломного проекта – совершенствование поездной радиосвязи и расширение ее функциональных возможностей на участке Н-В с переходом от аналоговой системы радиосвязи к цифровой системе стандарта DMR.

В ходе выполнения дипломного проекта была представлена характеристика участка Н-В и рассмотрена существующая схема организации связи. Выполнен выбор стандарта радиосвязи и оборудования для построения цифровой сети. Выполнен расчет минимально допустимой высоты установки антенн для организации устойчивой радиосвязи. Определены затраты на модернизацию сети связи, а также рассмотрены мероприятия и средства защиты персонала от воздействия электромагнитного излучения.

Результатом дипломного проекта является схема построения новой цифровой сети связи на участке железной дороги, с переходом от ГМВ диапазона радиоволн к МВ диапазону, используя оборудование цифрового стандарта DMR.

					23.05.05.01. ПД.СОт518.01. ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Абакумов А.В.		07.06.2023	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Карпенко И.Г.		07.06.2023			
Н. Контр.		Русакова Е.А.		09.06.2023	УрГУПС, ЭТФ, кафедра АТ и С		
Утверд.		Галинуров Р.З.		16.06.2023			
					Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с применением оборудования стандарта DMR		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Описание предметной области	11
1.1 Характеристика объекта проектирования	11
1.2 Существующая схема организации технологической радиосвязи	14
2 Обоснование необходимости проектирования	21
2.1 Система поездной радиосвязи	22
2.2 Аналоговая радиосвязь	24
2.3 Недостатки аналоговой системы радиосвязи.....	26
2.4 Необходимость перехода из ГМВ диапазона радиоволн в МВ	29
3 Анализ стандартов цифровой радиосвязи	30
3.1 Обзор цифровых стандартов радиосвязи.....	30
3.2 Обоснование выбора цифрового стандарта	36
4 Технический проект по модернизации сети связи участка	37
4.1 Принцип построения сети цифровой радиосвязи стандарта DMR.....	37
4.2 Выбор оборудования технологической радиосвязи	42
4.3 Размещение оборудования и подключение антенны к РМУ-4	46
4.4 Разработка схемы организации цифровой сети ПРС на участке Н-В	50
4.5 Расчет необходимых высот антенно-мачтовых сооружений	55
4.6 Выбор устанавливаемых мачт связи	66
5 Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат	69
5.1 Капитальные затраты на строительство сети.....	69
5.2 Расчет текущих эксплуатационных затрат	71
6 Безопасность жизнедеятельности.....	77
6.1 Электромагнитное поле и средства защиты от него	77
6.2 Экспертиза дипломного проекта	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89

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

Абакумова Артема Валерьевича

Факультета: ЭТ

Группы: СОТ-518

По теме: Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с применением оборудования стандарта DMR

Выпускная квалификационная работа Абакумова А.В. выполнена в соответствии с утвержденным заданием и в установленные сроки.

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

Абакумовым А.В. проведен анализ существующей системы поездной радиосвязи на участке Н-В, 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 Н-В.

В дипломном проекте произведен расчет минимальных высот установки антенн, и определено количество базовых станций для организации сети связи. Сформирована стоимость модернизации, рассмотрены вопросы безопасности работ в условиях воздействия электромагнитного поля и методы 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. Принятые технические решения полностью соответствуют современным требованиям развития радиосвязи.

Работа оформлена в соответствии с требованиями нормативных документов.

Считаю, что студент-дипломник Абакумов А.В. может быть допущен к защите выпускной квалификационной работы на тему «Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с применением оборудования стандарта DMR».

Рекомендуемая оценка, при соответствующей защите, «Отлично».

Руководитель проекта

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.

Карпенко И.Г.

РЕЦЕНЗИЯ
на выпускную квалификационную работу (ВКР)

по теме: **Организация цифровой сети поездной радиосвязи на участке Н-В с применением оборудования стандарта DMR**

обучающегося **Абакумова Артема Валерьевича СОт-518**

ВКР объемом **92** страницы, содержит таблиц **16**, иллюстраций **38**, источников **28**.

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 железной дороги Н-В.

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 минимальных высот установки антенн, а также определено количество базовых станций на участке.

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 произвольном неэлектрифицированном участке железной дороги.

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 5 (отлично)

Рецензент: Щелконогов Семен Владимирович
Начальник отдела технического управления сети связи
Екатеринбургской дирекции связи

Подпись рецензента



Дата «15» 06 2023.