

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

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Допускается к защите:  
заведующий кафедрой

Черезов Г.А.

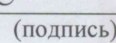
(ФИО, подпись, дата)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Организация оперативно – технологической связи на участке  
железной дороги Т-Б  
(пояснительная записка)

23.05.05.01.ПД.СОт614.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	обучающийся СОт-614 (обучающийся)	 (подпись)	16.06.2020 (дата)	Лусников А.И.
Руководитель	первый заместитель НС (должность, звание)	 (подпись)	16.06.2020 (дата)	Миронов А.А.
Консультант	доцент, к.э.н. (должность, звание)	 (подпись)	12.06.2020 (дата)	Лисенко О.А.
	доцент, к.м.н. (должность, звание)	 (подпись)	12.06.2020 (дата)	Яценко А.А.
Н.контролер	доцент, к.т.н. (должность, звание)	 (подпись)	18.06.2020 (дата)	Русакова Е.А.
Рецензент	заместитель НС (должность, звание)	 (подпись)	26.06.2020 (дата)	Терехин И.Н.

Екатеринбург

2020

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

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Автоматика, телемеханика и связь  
на железнодорожном транспорте

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент Черезов Г.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Задание

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Лусникову Антону Игоревичу

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Организация оперативно-технологической связи на участке  
железнодорожной Т-Б»

утверждена приказом по университету от «20» марта 2020 г. № 446-сз

2. Срок сдачи обучающимся законченного ВКР 16 июня 2020 г.

3. Исходные данные к ВКР \_\_\_\_\_ собраны в период преддипломной практики

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих  
разработке вопросов): существующая система организации связи на участке  
Т-Б; техническая часть модернизации проекта; расчет оптических несущих  
DWDM и CWDM; технико-экономическая эффективность внедрения  
аппаратуры; расчет молниезащиты здания.

5. Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием  
обязательных чертежей и другого наглядного материала) существующая  
система организации связи на участке Т-Б; техническая часть проекта  
модернизации; платформа BG – 20; платформа BG – 30; схема  
модернизированной связи участка Т-Б; расчёт оптических несущих DWDM и  
CWDM; технико-экономическая эффективность внедрения аппаратуры;  
расчет молниезащиты здания.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1.	<i>Существующая система организации связи на участке Т-Б</i>	12.04.2020 г.	25%
2.	<i>Техническая часть проекта модернизации</i>	01.05.2020 г.	20%
3.	<i>Расчет оптических несущих DWDM и CWDM</i>	15.05.2020 г.	20%
4.	<i>Технико-экономическая эффективность внедрения аппаратуры</i>	21.05.2020 г.	15%
5.	<i>Расчет молниезащиты здания</i>	17.05.2020 г.	15%
6.	<i>Оформление пояснительной записки</i>	15.06.2020 г.	5%
7.	<i>Итого:</i>	16.06.2020 г.	100%

**Дата выдачи задания, руководитель**

30.01.2020

Миронов А.А.

*(дата, подпись, ФИО)*

**Задание принял к исполнению обучающийся**

30.01.2020

Лусников А.И

*(дата, подпись, ФИО)*

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

доцент, к.т.н. Черезов Г.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Лусников Антон Игоревич \_\_\_\_\_ Группа СОТ-614(з)  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Технико-экономическая эффективность внедрения аппаратуры  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Организация оперативно-технологической связи на участке железной дороги Т-Б  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «20» марта 2020 г. № 446-сз

Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Руководитель ВКР Миронов А.А. первый заместитель НС  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Лисенко О.А. доцент, к.э.н.

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 12.06.2020 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов): расчет капитальных вложений; расчет эксплуатационных расходов; расчет прибыли; расчет срока окупаемости капитальных вложений.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов): технико-экономическая эффективность внедрения аппаратуры.

7. Дата выдачи задания 30.04.2020 г. Консультант \_\_\_\_\_ /Лисенко О.А./  
(подпись)

Согласовано: 30.04.2020 г. \_\_\_\_\_ /Миронов А.А./  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 30.04.2020 г. \_\_\_\_\_ /Лусников А.И./  
(дата и подпись обучающегося)

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

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

доцент, к.т.н. Черезов Г.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Лусников Антон Игоревич \_\_\_\_\_ Группа СОТ-614(з)  
(Фамилия, Имя, Отчество)

\_\_\_\_\_ Безопасность жизнедеятельности \_\_\_\_\_  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Организация оперативно-технологической связи на участке железной дороги Т-Б  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «20» марта 2020 г. № 446-сз

Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Руководитель ВКР Миронов А.А. первый заместитель НС  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

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

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 12.06.2020 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов):  
оборудование зданий молниезащитой; экспертиза проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности; выводы по разделу безопасности жизнедеятельности.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов): расчет молниезащиты здания.

7. Дата выдачи задания 30.04.2020 г. Консультант \_\_\_\_\_ /Яценко А.С./  
(подпись)

Согласовано: 30.04.2020 г. \_\_\_\_\_ /Миронов А.А./  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 30.04.2020 г. \_\_\_\_\_ /Лусников А.И./  
(дата и подпись обучающегося)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит: 103 страниц текста, 20 рисунков, 22 таблицы, 22 литературных источника и 2 приложения.

### **ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬ, ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ, ПЛАТФОРМА, МОДЕРНИЗАЦИЯ, МУЛЬТИПЛЕКСОР, КОММУТАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА.**


Объектом исследования является организация связи на участке железной дороги Т-Б.

Цель проекта является улучшение качества связи для предприятий железной дороги и увеличение пропускной способности.

В проекте решены следующие задачи:

- рассмотрены существующие телекоммуникационные сети, особенности их построения и функционирования, подробно описано применяемое оборудование и оптические кабели;
- итогом произведенных расчетов оптического кабеля стало создание схемы участка магистрали связи на базе технологий DWDM и CWDM;
- проведён экономический анализ эффективности внедрения аппаратуры;
- рассмотрен вопрос молниезащиты зданий и сооружений.

В результате исследования разработан проект модернизации действующей сети связи с использованием мультисервисных платформ BG-20 и BG-30, а так же пассивных оптических платформ Artemis.

					<i>23.05.05.01.ПД.СОm614.01.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Организация оперативно-технологической связи на участке железной дороги Т-Б	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Лусников А.И						
Провер.		Миронов А.А.					6	107
Н. Контр.		Русакова Е.А.				УрГУПС, Кафедра А,Т и С на ж.д. транспорте		
Утверд.		Черезов Г.А						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. Существующая система организации связи на участке Т-Б.....	12
1.1 Характеристика участка.....	12
1.2 Организация связи на участке Т-Б.....	13
1.3 Анализ существующей схемы связи на участке и характеристики аппаратуры.....	18
1.4 Обоснование необходимости модернизации.....	27
2. Техническая часть проекта модернизации .....	29
2.1 Технология DWDM/CWDM.....	29
2.2 Технические требования к сети DWDM.....	32
2.3 Выбор оборудования сети связи.....	34
2.4 Оптические платформы BG-20, BG-30.....	41
2.5 Схема организации сети связи .....	52
3. Расчет оптических несущих DWDM и CWDM .....	54
3.1 Расчёт затухания участка сети.....	56
3.2 Расчёт линии связи по дисперсии.....	59
3.3 Расчёт показателей надёжности.....	62
4. Технико-экономическая эффективность внедрения аппаратуры.....	69
4.1 Расчет капитальных вложений.....	70
4.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	72
4.3 Расчет прибыли.....	77
4.4 Расчет срока окупаемости капитальных вложений.....	80

5. Расчет молниезащиты здания.....	84
5.1 Оборудование здания молниезащитой.....	84
5.2 Экспертиза проекта на соответствие требованиям безопасности и экологичности.....	95
5.3 Выводы по разделу безопасности жизнедеятельности.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	101
Приложение А - Схема существующей организации связи на участке Т-Б.....	104
Приложение Б - Схема модернизированной сети связи на участке Т-Б.....	106



## ВВЕДЕНИЕ

Цифровые технологии являются эффективным инструментом для улучшения качества управления производством. Происходит оптимизация технологических процессов, снижается «человеческий фактор» и сокращается ручной труд. Внедрение современных телекоммуникационных технологий станет платформой в основе передового сообщества транспортных организаций. Комплекс телекоммуникационных услуг ориентируется на основные необходимые требования к современным транспортным сетям и средствам. К ним можно отнести повышение уровней безопасности движения, снижение ресурсоемкости процессов управления перевозками, сокращение себестоимости перевозки груза и пассажиров. В настоящее время идет активное использования новейших телекоммуникационных технологий, а также их усовершенствование для решения поставленных задач.

Современные телекоммуникационные средства передачи данных продвигают идею создания единой цифровой сети связи, создают платформу для взаимодействия предприятий транспортного комплекса, между собой используя программно-технические средства, единое информационное пространство, которые состоят из систем справочных услуг и консультаций, а также общую систему обеспечения информационной безопасности.

Российские железные дороги станут основным лидирующим звеном транспортной системы Российской Федерации до 2021 г., что позволит обеспечивать освоение крупнейших по объему грузопотоков и массовых пассажирских перевозок.

Крупнейшими российскими телекоммуникационными сетями связи являются сети связи ОАО "РЖД" и по многим факторам (в особенности, по относительной и абсолютной длине ВОЛП) опережают своих конкурентов.

На сегодняшний день в сетях связи ОАО «РЖД» выделяют 2 сегмента: технологический и магистральный. Услуга магистрального сегмента предоставляется на уровне управлений дорог и компании в целом. В магистральном сегменте первичная цифровая сеть базируется на системах передачи SDH (синхронная цифровая иерархия) уровней STM-1 и STM-16, покрывает потребности в услугах местной, междугородной, а так же международной связи. Для вторичных сетей предоставляются каналы связи магистрального сегмента на магистральном, дорожном и отделенческом уровнях.

Магистральные сети связи имеют огромное значение в современном мире. Надежная и бесперебойная работа этих сетей непосредственно влияет на работоспособность междугородних и международных телефонных линий связи, различных корпоративных сетей, Internet и многих крупных компаний. Сегодня магистральные сети объединяют в единое информационное поле все узлы и участки распределенных сетей, перестают справляться с постоянно увеличивающимся потоком данных. Вследствие чего возникает актуальная задача значительных увеличений емкости магистральной сети связи, требующая оперативных решений. Основным способом усовершенствования пропускной способности сетей связи на текущий момент является внедрение технологий волнового уплотнения потоков DWDM.

Важнейшим превосходством технологии DWDM считается, что данная технология преодолевает ограничение пропускной способности каналов и существенно увеличивает скорость передачи данных. Здесь так же можно использовать имеющийся волоконно-оптический кабель и действующую аппаратуру временного мультиплексирования. Основной плюс DWDM - в сетях синхронной цифровой иерархии (SDH) возможно выбрать для каждого конкретного канала значение скорости (уровень иерархии STM-1/4/16/64), не имеющее зависимости от скорости других каналов, а также использующее разные методы передачи (SDH, ATM, IP).

В выпускной квалификационной работе рассматривается усовершенствование действующей сети связи РЦС-1 ЮУЖД, необходимость улучшения качества связи для сотрудников предприятий компании и увеличение пропускной способности. Действующее оборудование SDH SMS-600V, SMS-150C на данный момент теряет свою актуальность и соответствие требованиям, предъявляемым сегодня к магистральному оборудованию. Мультиплексоры используются уже довольно продолжительное время, увеличивается количество неисправностей. Компания производитель не справляется с поставкой и модернизацией действующего оборудования.

Введение в использование оборудования компании ECI Telecom Ltd. мультисервисных оптических платформ BroadGate BG-20 и BG-30 и пассивных оптических платформ Artemis на участке железных дорог Т.-Б., позволяет создать мультисервисную сеть, объединяющую сети ОТС, ОБТС, СПД, ЕСМА, эффективнее использовать действующую инфраструктуру линий связи и повысить пропускную способность сети.

Принято решение организовать в проекте двухуровневую телекоммуникационную сеть Регионального центра связи:

1. верхний (технология DWDM) предназначен для транзита больших потоков трафика ОБТС и СПД (BG-30);
2. нижний – уровень доступа, который будет организован на компактных оптических платформах доступа BroadGate BG-20.

## СПРАВКА

### о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

#### Проверка выполнена в системе Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Лусников Антон Игоревич
Подразделение	Кафедра "Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте"
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	ПЗ_Лусников_А.И. Организация оперативно – технологической связи на участке железной дороги Т-Б
Название файла	ПЗ_Лусников_АИ.docx
Процент заимствования	<b>27.13 %</b>
Процент самоцитирования	<b>0.00 %</b>
Процент цитирования	<b>1.19 %</b>
Процент оригинальности	<b>71.68 %</b>
Дата проверки	<b>17:54:39 17 июня 2020г.</b>
Модули поиска	Модуль выделения библиографических записей; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска перефразирований Интернет; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Модуль поиска "УрГУПС"; Кольцо вузов

Работу проверил  
Русакова Елена Александровна  
ФИО проверяющего

Дата подписи

Подпись проверяющего

Чтобы убедиться  
в подлинности справки,  
используйте QR-код, который  
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование  
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.  
Предоставленная информация не подлежит использованию  
в коммерческих целях.

## ОТЗЫВ

Руководителя

На ВКР Лусникова Антона Игоревича гр. СОТ-614

На тему: Организация оперативно-технологической связи на участке  
«Т – Б» Южно-Уральской железной дороги.

Выпускная квалификационная работа выполнена качественно, в соответствии с заданием, на основе глубокого анализа данных, полученных на преддипломной практике, в полном соответствии с требованиями ГОСТ.

В рамках теоретической части автор проводит анализ существующей схемы связи на участке и характеристики аппаратуры, подробно дает обоснование необходимости проведения модернизации линии связи на проектируемом участке железной дороги. Даны общие сведения о технологии CWDM / DWDM и рассмотрены платформы BG-20, BG-30. Также проведен расчет оптических несущих DWDM и CWDM, затухания участка сети, линии связи по дисперсии и показателей надежности. Автором произведен расчет технико-экономической эффективности внедрения аппаратуры.

Работа выполнена технически грамотно, таким образом, автор проекта Лусников А.И. заслуживает положительной оценки и присвоения звания инженер путей сообщения системы обеспечения движения поездов.

Руководитель ВКР

А.А.Миронов

## **РЕЦЕНЗИЯ**

### **на выпускную квалификационную работу**

выполненную на тему: «Организация оперативно-технологической связи на участке Т-Б»  
студентом группы № СОТ-614 Лусниковым Антоном Игоревичем

Дипломная работа студента написана на актуальную тему, что и представлено во введении дипломной работы. Во введении указывает цель, задачи, определяет объект и предмет исследования. Дипломная работа студента Лусникова А.И. состоит из пяти глав, сопровождается таблицами, рисунками, формулами, диаграммами. В рамках теоретической части автор проводит анализ существующей схемы связи на участке и характеристики аппаратуры, подробно дано обоснование необходимости проведения модернизации линии связи на проектируемом участке железной дороги. Даны общие сведения о технологии CWDM / DWDM. Рассмотрены данные о платформах BG-20, BG-30. Проведен расчет оптических несущих DWDM и CWDM, затухания участка сети, линии связи по дисперсии и показателей надежности. Разработана схема организации связи на модернизируемом участке.

К достоинствам дипломной работы студента можно отнести наличие визуального материала, но представленный визуальный материал не является достаточным для того, что бы свидетельствовать об осуществлении глубокой аналитической работы. Также положительным моментом является рассмотрения возможности сопряжения проектируемого оборудования с системой мониторинга и дано понятие Единой системы мониторинга и администрирования сети связи ОАО «РЖД». Все это и использование большого числа справочных данных свидетельствует о самостоятельности проведенного исследования.

К недочётам дипломной работы можно отнести отсутствие обоснования выбора оборудования производителя компании ECI Telecom. Путаницы в части географического расположения ЮУЖД.

Дипломная работа студента Лусникова А.И. освещает вопросы, представленные в оглавлении и соответствует теме диплома. Заслуживает оценки хорошо.

Заместитель начальника  
Екатеринбургской дирекции связи

И.Н.Терёхин