

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

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

ГЧ 6.06.19  
(подпись, дата)

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема: Модернизация сети передачи данных на базе оборудования CWDM на  
участке Яр-Верхнекамская  
(пояснительная записка)  
23.05.05.01.ПД.СОТ524.01.ПЗ  
(обозначение документа)

Разработал	<u>обучающийся СОТ-524</u> (обучающийся) (группа)	<u>Шикалова П.В.</u> (подпись)	<u>27.05.19</u> (дата)	<u>Шикалова П.В.</u>
Руководитель	<u>доцент, к.т.н.</u> (должность, звание)	<u>Велигжанин Н.К.</u> (подпись)	<u>27.05.19</u> (дата)	<u>Велигжанин Н.К.</u>
Консультант	<u>доцент, к.т.н.</u> (должность, звание)	<u>Афанасьева Н.А.</u> (подпись)	<u>24.05.19</u> (дата)	<u>Афанасьева Н.А.</u>
	<u>доцент, к.м.н.</u> (должность, звание)	<u>Яценко А.С.</u> (подпись)	<u>24.05.19</u> (дата)	<u>Яценко А.С.</u>
Н. контролер	<u>доцент, к.т.н.</u> (должность, звание)	<u>Русакова Е.А.</u> (подпись)	<u>1.06.19</u> (дата)	<u>Русакова Е.А.</u>
Рецензент	<u>начальник отдела</u> (должность, звание)	<u>Сенькина Д.С.</u> (подпись)	<u>5.06.19</u> (дата)	<u>Сенькина Д.С.</u>

Екатеринбург  
2019



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»

Факультет Электротехнический Кафедра: Автоматика телемеханика и  
связь на ж.-д. транспорте  
Специальность 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

доцент, к.т.н. Черезов Г. А.

«6» 06 2019г.

**Задание**

На выпускную квалификационную работу обучающемуся

Шикаловой Полине Владимировне

1. Тема ВКР Модернизация сети передачи данных на базе оборудования CWDM  
на участке Яр-Верхнекамская

утверждена приказом по университету от «23» мая 2019г. № 811-СД

2. Срок сдачи обучающимся законченного ВКР 27.05.19

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):

1. Характеристика участка 2. Обоснование проекта 3. Системы  
мультиплексирования с разделением по длине волны 4. Модернизированная схема  
участка 5. Расчетная часть 6. Мониторинг и тестирование оборудования.  
Операционная система управления оборудованием 7. Расчет экономической  
эффективности проекта 8. Безопасность жизнедеятельности

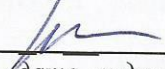


5. Перечень демонстрационных графического(их) материала(ов):

Существующая схема передачи данных; существующее оборудование и кабельная система; новое оборудование для модернизированной схемы; модернизированная схема передачи данных; результаты расчетов показателя ошибки.

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК


№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Примечание
1	Сбор информации по участку	27.03. – 26.04	15%
2	Обзор систем WDM	27.04 - 30.04	10%
3	Проектирование модернизированной системы передачи данных	31.04 – 05.05	15%
4	Расчет параметров	06.05 – 13.05	10%
5	Обзор системы управления оборудованием	14.05 – 15.05	10%
6	Расчет экономической эффективности	16.05 – 19.05	10%
7	Рассмотреть аспекты безопасности жизнедеятельности	20.05 - 21.05	10%
	Оформление ПЗ	22.05 - 25.05	20%
			100%

Дата выдачи задания, руководитель 22.03.19  Велигжанин Н.К.  
(дата, подпись, ФИО)

Задание принял к исполнению обучающийся 27.03.19  Шикалова П.В.  
(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.  
« 6 » 06 20 19 г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Шикалова Полина Владимировна Группа СОм-524  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет экономической эффективности проекта  
(название специального раздела)

1. Тема Модернизация сети передачи данных на базе оборудования CWDM на  
участке Яр-Верхнекамская  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «23» мая 20 19 г. № 811-СД

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

Руководитель проекта Велигжанин Н.К., доцент, к.т.н.  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

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

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика ж.-д. транспорта

3. Исходные данные: получены по месту практики

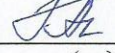
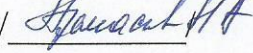
4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 24.05.19

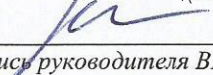
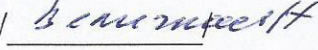
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов)

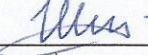
1. Расчет капитальных вложений 2. Расчет эксплуатационных расходов 3. расчет доходов  
от услуг связи 4. Расчет экономической эффективности

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

Экономическая эффективность проекта


7. Дата выдачи задания 18.04.19 Консультант  |   
(подпись)

Согласовано: 18.04.19  |   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 18.04.19  | Шикалова П.В.  
(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.  
« 6 » 06 2019 г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Шикалова Полина Владимировна Группа СОт-524  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности  
(название специального раздела)

1. Тема Модернизация сети передачи данных на базе оборудования CWDM на  
участке Яр-Верхнекамская

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «23» мая 2019 г. № 811-СД

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

Руководитель проекта Велигжанин Н.К., доцент, к.т.н.

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

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: распоряжение ОАО «РЖД» от 27.12.2016 №2624

4. Срок сдачи обучающимся законченного раздела 24.05.19

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке  
вопросов)

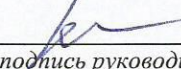
1. Актуальность рассматриваемой проблемы и работников, подверженных оптическому  
излучению 2. Нормативные документы для работ с оптическим излучением 3.

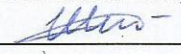
Классификация лазеров по степени опасности 4. Меры безопасности при ремонте и  
обслуживании волоконно-оптической линии связи 5. средства защиты от воздействия  
оптического излучения 6. общие сведения об опасных факторах

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

Средства защиты от воздействия оптического излучения

7. Дата выдачи задания 15.03.19 Консультант  Яценко А.С.  
(подпись)

Согласовано: 15.03.19  Велигжанин Н.К.  
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 15.03.19  Шикалова П.В.  
(дата и подпись обучающегося)



## РЕФЕРАТ





Дипломный проект содержит: 87 с., 25 рис., 19 табл., 24 источников.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ, СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ТЕХНОЛОГИЯ CWDM, МУЛЬТИСЕРВИСНАЯ СЕТЬ, ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ, СМК-30.

Объектом исследования является участок Яр-Верхнекамская.

В дипломном проекте поставлена цель увеличить пропускную способность, повысить безопасность и расширить спектр услуг, предоставляемых ОАО «РЖД».

В процессе работы изучен участок Яр-Верхнекамская, которое включает в себя: рассмотрены характеристики участка, существующих систем передачи данных и существующее оборудование; описана актуальность данной модернизации; рассмотрены системы волнового управления и выбран наиболее подходящий метод; рассмотрен рынок оборудования и выбрано необходимое; построена модернизированная схема участка; рассчитаны необходимые параметры; освещены некоторые аспекты для организации безопасности жизнедеятельности и моменты экономических параметров.

23.05.05.01.ПД.СОт524.01.ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Организация систем передачи данных на базе оборудования CWDM на участке Яр-Верхнекамская	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шикалова П.В.		23.05.19				
Провер.		Велигжанин		27.05.19			6	87
Н. Контр.		Русакова Е.А.		1.06.19		УрГУПС, ЭТФ кафедра АТиС		
Утверд.		Черезов Г.А.		5.06.19				



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
1 Характеристика участка.....	11
1.1 Общие сведения.....	11
1.2 Система связи на участке.....	13
1.3 Используемое оборудование .....	13
2 Обоснование проекта .....	19
3 Системы мультиплексирования с разделением по длине волны.....	22
3.1 Мультисервисные сети.....	25
3.2 Технология грубого мультиплексирования с разделением по длине волны. Подробное описание .....	27
3.3 Другие сетевые технологии .....	29
3.3.1 Частотное разделение каналов связи.....	29
3.3.2 Временное разделение канала .....	30
3.3.4 Фазовое разделение канала .....	32
3.4 Рынок оборудования .....	32
3.4.1 Оптические кабели основные характеристики .....	33
3.4.2 Пассивные оптические элементы .....	37
3.4.3 Оптические усилители .....	40
3.4.4 Коммутаторы .....	42
3.4.5 SFP-модули .....	43
3.4.6 Шасси для оптических модулей .....	44
4 Модернизированная схема участка .....	46
5 Расчетная часть.....	49
5.1 Расчет оперативных норм на показатели ошибок .....	49
5.2 Расчет параметров надежности .....	53
5.3 Расчет дисперсии.....	57
5.3.1 Расчет поляризационной модовой дисперсии .....	58
5.3.2 Расчет хроматической дисперсии.....	60
6 Мониторинг и тестирование оборудования. Операционная система управления оборудованием .....	62

7 Расчет экономической эффективности проекта .....	65
7.1 Расчет капитальных вложений .....	65
7.2 Расчет эксплуатационных расходов .....	68
7.2.1 Фонд оплаты труда (ФОТ) .....	69
7.3 Расчет доходов от услуг связи .....	72
7.4 Расчет экономической эффективности .....	73
8 Безопасность жизнедеятельности.....	75
8.1 Актуальность рассматриваемой проблемы и работников, подверженных оптическому излучению .....	75
8.2 Нормативные документы для работ с оптическим излучением .....	76
8.3 Классификация лазеров по степени опасности .....	77
8.4 Меры безопасности при ремонте и обслуживании волоконно-оптической линии связи.....	78
8.5 Средства защиты от воздействия оптического излучения.....	79
8.6 Общие сведения об опасных факторах .....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	86



**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 Шикаловой  
Полины Владимировны  
факультета Электротехнического  
Направление подготовки (специальности) 23.05.05 «Системы обеспечения  
движения поездов»

Дипломный проект выполнен в соответствии с заданием и в срок.

В дипломном проекте рассмотрены вопросы, связанные с модернизацией сети связи.

Приведена характеристика участка Яр-Верхнекамская железной дороги и описана существующая система связи.

Рассмотрены возможности современных систем связи и вопросы модернизации. Описаны основные характеристики CWDM мультиплексоров, коммутаторов и SFP-модулей.

Приведена модернизированная схема связи, построенная на базе СМК-30, CWDM мультиплексоров и модулей. Выполнены расчеты оперативных норм на показатели ошибок, параметров надежности и дисперсии.

За время работы над проектом студент Шикалова П.В. показала отличные знания, высокую работоспособность и ответственное отношение к проекту.

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

Считаю, что дипломный проект заслуживает оценки « Отлично »

Руководитель \_\_\_\_\_

(Фамилия, имя, отчество)

доцент, к.т.н. Велигжанин Н.К.

(Ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)



## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу (ВКР)

по теме «Модернизация сети передачи данных на базе оборудования CWDM на участке Яр-Верхнекамская»

обучающегося Шикаловой Полины Владимировны, группа СОг-524.

ВКР объемом 87 страниц, содержит таблиц 19, иллюстраций 25, источников 24.

ВКР посвящена вопросам увеличения пропускной способности, повышение безопасности и расширение спектра услуг, предоставляемых ОАО «РЖД».

Основные результаты модернизация сети передачи данных на участке Яр-Верхнекамская на базе оборудования CWDM

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 на базе уже имеющейся системы

Практическая значимость ВКР внедрение разработанного проекта позволит увеличить пропускную способность, повысить безопасность и расширить спектр услуг.

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

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

Недостатки ВКР неполно отражены недостатки CWDM

Изложенное позволяет считать, что рецензируемая ВКР показывает достаточную квалификацию студента-выпускника и рекомендуется к защите.

Требования федерального государственного стандарта выполнены.

Считаю, что дипломный проект заслуживает оценки «отлично»



Дата

5.06.19

Рецензент

Семькина Д.С.

Подпись