

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

(ФИО, подпись, дата)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: Проектирование волоконно-оптической линии на участке А-Б

железной дороги

(пояснительная записка)

23.05.05.01.ПД.СОт614.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал <u>обучающийся</u>	<u>СОт-614(з)</u>	<u>Токарева О.И.</u>	<u>16.06.20г.</u>
(обучающийся)	(группа)	(подпись)	(дата)
Руководитель <u>доцент</u>		<u>Попов С.В.</u>	<u>16.06.20г.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)
Консультант <u>доцент к.э.н</u>		<u>Лисенко О.А.</u>	<u>12.06.20г.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)
Консультант <u>доцент к.м.н.</u>		<u>Яценко А.С.</u>	<u>12.06.20г.</u>
(должность, звание)		(подпись)	(дата)
Н. Контролер <u>доцент к.т.н.</u>		<u>Русакова Е.А.</u>	
(должность, звание)		(подпись)	(дата)
Рецензент <u>Начальник лаборатории РЦС-2</u>		<u>Иванов Е.В.</u>	
(должность, звание)		(подпись)	(дата)

Екатеринбург
2020

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

Факультет ИЗО АКО
связь

Кафедра Автоматики, телемеханики и

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 проект
обучающемуся

Токаревой Оксане Игоревне

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема ВКР Проектирование волоконно-оптической линии связи на участке А-Б железной дороги

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

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 16.06.2020г.

3 Исходные данные к проекту Собранные в период преддипломной практики

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

1 Анализ состояния связи на магистральном участке сети и изучение

оптоволоконных систем передач; 2 Выбор оборудования передачи; 3 Расчёт и выбор среды передачи; 4 Оценка технико-экономической эффективности, проектируемой ВОЛС; 5 Обеспечение безопасной работы машины-кабелеукладчик

5 Перечень демонстративно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Обзорный план проектируемого объекта; 2 Выбор кабеля связи; 3 Оборудование передачи. NetRing 2500, STM-1/4/16; 4 Параметры оптических интерфейсов SDH уровня STM-1; 5 Расчет длины регенерационного участка; 6 Структура эксплуатационных расходов; 7 Обеспечение безопасной работы машины-кабелеукладчика.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1.	<i>Анализ состояния связи на магистральном участке сети и изучение оптоволоконных систем передач</i>	27.04.2020г.	25%
2.	<i>Выбор оборудования передачи</i>	04.05.2020г.	20%
3.	<i>Расчёт и выбор среды передачи</i>	11.05.2020г.	20%
4.	<i>Расчёт экономического эффекта</i>	18.05.2020г.	15%
5.	<i>Безопасность жизнедеятельности</i>	25.05.2020г.	15%
6.	<i>Оформление пояснительной записки</i>	08.06.2020г.	5%
7.	<i>Итого:</i>		100%

Дата выдачи задания, руководитель

20.03.20г.

Попов С.В.

(дата, подпись, ФИО)

Задание принял к исполнению обучающийся 20.03.20г.  Токарева О.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 _____

к.т.н., доцент Черезов Г.А.

«__» _____ 20__ г.

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Токарева Оксана Игоревна Группа СОТ-614
(Фамилия, Имя, Отчество)

Экономическая часть
(название специального раздела)

1. Тема Проектирование волоконно-оптической линии связи на участке А-Б железной дороги

Утверждена приказом по университету от «20» марта 2020 г. № 446-сз
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

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

2. Консультант раздела доцент к.э.н. Лисенко О.А.
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 12.06.2020г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Оценка технико-экономической эффективности, проектируемой ВОЛС; 2 Расчет капитальных вложений; 3 Расчет численности производственных работников, обслуживающих оборудование и выполняющих его ремонт; 4 Расчет заработной платы; 5 Расчет эксплуатационных расходов; 6 Расчет экономической эффективности.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Структура эксплуатационных расходов

7. Дата выдачи задания 20.04.20г. Консультант _____
(подпись)

Согласовано: 20.04.20г.
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 20.04.20г.
(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 _____

к.т.н., доцент Черезов Г.А.

«__» _____ 20__ г.

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Токарева Оксана Игоревна Группа СОТ-614
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность жизнедеятельности
(название специального раздела)

1. Тема Проектирование волоконно-оптической линии связи на участке А-Б железной дороги

Утверждена приказом по университету от «20» марта 2020 г. № 446-сз
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

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

2. Консультант раздела доцент к.м.н. Яценко А.С.
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные: получены по месту практики

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 12.06.2020г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Обеспечение безопасной работы машины-кабелеукладчика; 2 Экспертиза выпускной квалификационной работы на соответствие всех разделов требованиям безопасности и экологичности; 3 Выводы по разделу

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Обеспечение безопасной работы машины-кабелеукладчика

7. Дата выдачи задания 20.04.20г. Консультант _____
(подпись)

Согласовано: 20.04.20г.
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 20.04.20г.
(дата и подпись обучающегося)

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит страниц 89, рисунков 20, таблиц 11, приложений 1, источников 25.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ, ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ; СИСТЕМЫ СИНХРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ИЕРАРХИИ; ОПТИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬ; ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ.

Объектом исследования являются линейные тракты систем передачи на участке А-Б железной дороги.

Предмет исследования: проектирование волоконно-оптической линии связи.

Цель проекта – повышение пропускной способности на участке «А-Б».

В выпускной квалификационной работе решены следующие задачи:

- изучены особенности данного участка и его оборудования
- выбрано оборудование для реконструкции сети;
- рассмотрена схема ВОЛС на основе NetRing 2500, STM-1/4/16.
- рассчитан экономический эффект от внедрения нового оборудования;
- рассмотрены вопросы выполнения требований охраны труда.

					<i>23.05.05.01.ПД.СОт614.01.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектирование волоконно-оптической линии связи на участке железной дороги «А-Б»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Токарева О.И.</i>	<i>ТТокарева</i>	16.06.20			6	90
<i>Провер.</i>		<i>Попов С.В.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Русакова Е.А.</i>				<i>УргУПС, Кафедра А,Т и С на ж.д. транспорте</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Черезов Г.А.</i>						

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения.....	9
Введение.....	10
1 Анализ состояния связи на магистральном участке сети.....	13
1.1 Характеристика рассматриваемого участка.....	14
1.1.1 Описание местоположения ВОК.....	15
1.1.2 Внедрение ВОЛС на тяговую подстанцию.....	16
1.2 Изучение оптоволоконных систем передач.....	19
1.2.1 Проблемы синхронизации. Кодирование данных в канале.....	19
1.2.2 Мультиплексирование с временным разделением каналов.....	20
1.2.3 Сети SDH.....	21
1.2.4 Синхронная цифровая иерархия	24
Принципы мультиплексирования.....	24
Метод выравнивания.....	26
Информационная часть, маршрутный заголовок.....	26
1.2.5 Сигналы плезиохронной цифровой иерархии.....	28
Размещение.....	29
Структура секционного заголовка (SOH).....	30
Указатель.....	34
Выравнивание.....	36
2 Выбор оборудования передачи.....	37
2.1 Прокладка волоконно-оптической линии связи.....	37
2.2 Технические условия на пересечение железнодорожных путей ВОК станции Курган.....	38
2.2.1 Выбор кабеля связи	39
2.3 Оборудование передачи.....	41

2.3.1	Параметры оптического интерфейса STM-1.....	45
3	Расчёт и выбор среды передачи.....	46
3.1	Расчёт параметров световода.....	46
3.1.1	Расчет затухания световодов.....	46
3.1.2	Расчёт дисперсии световодов.....	49
3.2	Расчет длины регенерационного участка.....	55
4	Оценка технико-экономической эффективности, проектируемой ВОЛС...	58
4.1	Расчет капитальных вложений	59
4.2	Расчет численности производственных работников, обслуживающих оборудование и выполняющих его ремонт.....	63
4.3	Расчет заработной платы.....	64
4.4	Расчет эксплуатационных расходов.....	66
4.5	Расчет экономической эффективности.....	69
5	Обеспечение безопасной работы машины-кабелеукладчика	72
5.1.1	Анализ условий труда при прокладке кабеля.....	72
5.1.2	Требования, предъявляемые к строительным машинам.....	73
5.1.3	Расчет устойчивости колесных и гусеничных строительных машин.....	74
5.2	Экспертиза выпускной квалификационной работы на соответствие всех разделов требованиям безопасности и экологичности.....	78
5.2.1	Требования к экологической безопасности.....	81
5.3	Выводы по разделу.....	83
	Заключение.....	84
	Список использованных источников.....	86
	Приложение А – Расчет устойчивости колесных и гусеничных строительных машин.....	89

ВВЕДЕНИЕ

В современное время сети связи используют системы передачи (СП) аналоговые и цифровые с направленностью на пошаговую трансформацию к цифровым системам передачи. Но взаимосвязь аналоговых и цифровых системах занимает значительно длительный период. Так как будет установлено огромное количество соединений с использованием этих двух технологий. Чтобы обеспечить в рассматриваемом положении необходимых характеристик каналов и трактов, которые гарантируют высокое качество передачи информации, а также принципы проектирования аналоговых и цифровых систем передачи должны быть совместимы.

Значительная стоимость организации линий связи привела к разработке различных систем и способов, которые позволяют одновременно передавать большое количество независимых сообщений по одной линии связи, то есть использовать данную линию повторно. Данные системы называются многоканальными. Почти все современные системы связи, лишь за небольшим исключением – это многоканальные системы. Волоконно-оптическими (ВОСП) называют системы передачи, использующие в качестве среды распространения сигнала оптическое волокно (ОВ).

Волоконно-оптические системы передачи в XXI веке обладают широкополосностью и скоростными возможностями, стабильностью и надежностью, а также высокой степенью истинностью передачи данных. Для соответствия качеству все элементы этой системы функционируют в достаточно строгих технологических рамках.

Для волоконно-оптических систем передачи (ВОСП), в том числе для любой кабельной системы существуют общие параметры, которые измеряются при строительстве, пуско-наладочных работах, сертификационных и пусковых испытаниях, а также в процессе эксплуатации при проведении профилактических работ. В то же время, ВОСП обладает

рядом преимуществ, так как носителем информации является поток фотонов.[1]

Среди особенностей волоконно-оптических технологий (ВОТ) выделяются следующие:

— Сверхвысокая пропускная способность, которая зависит от работы радиоволн в оптическом диапазоне. Одно оптоволокно может передавать информацию со скоростью порядка 10...12-13 бит/с, что эквивалентно 15 миллионам одновременных телефонных разговоров цифрового качества. На сегодняшний день пропускная способность оптоволокна превышает все потребности существующих сетевых приложений.

— Низкое затухание сигнала, значения которого составляют 0,2-0,25 дБ / км на длине волны 1,55 мкм. В зависимости от скорости передачи, это позволяет создавать линии с участками регенерации более 100 км.

— Невосприимчивость к электромагнитным помехам и высокая степень защиты от прослушивания.

— Легкий вес и размеры кабеля (небольшой диаметр оптического волокна, небольшой удельный вес кварца и отсутствие экранов), легкость и компактность источников и приёмников.

ОВ, используемые в связи на длинные и средние расстояния, в основном состоят из материала, широко распространенного в природе, и поэтому в разы дешевле, чем медь.

ОВ имеют гальваническую развязку и длительный срок службы. От 25 лет и более (при качественном изготовлении и прокладке кабеля).

Однако любое оптическое волокно имеет ряд недостатков, таких как: хрупкость, высокие требования к установке разъёмов. Наиболее важными характеристиками органического вещества являются затухание и дисперсия. Затухание в оптическом волокне связано с его собственными потерями в волокне и так называемыми потерями в кабеле из-за деформаций в процессе изготовления. Составляющими собственными потерь оптоволокна являются:

— потеря поглощения в стекле и на примесях;

- потеря рассеяния на микронеоднородностях материала и тепловых флуктуациях показателя преломления;
- рэлеевские потери. [2]

Однако преимущества использования волоконно-оптических линий связи настолько значительны, что, несмотря на вышеуказанные недостатки оптического волокна, дальнейшие перспективы развития технологии ВОЛС в информационных сетях более чем очевидны. Таким образом, медные кабельные линии уже приближаются к своим максимальным возможностям, и с каждым годом требования к линиям связи только увеличиваются. Поэтому использование ВОЛС становится все более перспективным и экономически целесообразным. Это определяет актуальность выпускной квалификационной работы.

Исходя из этого в ВКР необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить проектирование ВОЛС на участке АБ.
2. Организовать на участке передачу K потоков STM-N.
3. Выбрать тип оборудования, тип кабеля, рассчитать параметры оптического кабеля, количество регенерационных участков, максимально допустимые длины регенерационных участков по потерям, по дисперсии для двух окон 1-33 и 1-55, сделать предположение, на какой длине волны логичнее осуществлять построение волоконно-оптической сети передачи.
4. Рассмотреть строительство ВОСП, выбор подвеса, прокладки. Обосновать выбор количества муфт.
5. Рассмотреть экономическую значимость проекта.
6. Проанализировать факторы, влияющие на безопасность труда персонала при сооружении и эксплуатации сети связи, сделать расчёт необходимых параметров.

ОТЗЫВ

руководителя

На ВКР Токаревой Оксаны Игоревны гр. СОТ-614


На тему: Проектирование волоконно-оптической линии на участке железной дороги «А-Б».

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

В работе рассмотрены вопросы проектирования волоконно-оптической линии связи и сокращение затрат на содержание устройств связи за счёт замены медных кабелей на оптоволокно.

ВКР выполнена грамотно, на достаточном техническом уровне, в связи с этим заслуживает положительной оценки, а автор проекта, Токарева О.И. в присвоении звания инженер путей сообщения системы обеспечения движения поездов.

Руководитель ВКР



С.В. Попов

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

студента факультета ИЗО
Токаревой Оксаны Игоревны

рецензент
Начальник лаборатории
Свердловского регионального центра связи
Иванов Е.В.

ВКР посвящена актуальной на сегодняшний день теме проектированию волоконно-оптической линии на участке железной дороги. Исходя из того, что медные кабельные линии уже приближаются к своим максимальным возможностям, и с каждым годом требования к линиям связи только увеличиваются. Поэтому использование ВОЛС становится все более перспективным и экономически целесообразным. Это определяет актуальность выпускной квалификационной работы.

Представленная на рецензию выпускная квалификационная работа изложена на 89 страницах пояснительной записки. Пояснительная записка написана достаточно грамотно, ясным языком, приведены корректные математические формулировки. Графический материал наглядно отражает весь ход работы и соответствует требованиям ЕСКД.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан проект волоконно-оптической линии на участке железной дороги «А-Б» на основе мультиплексного оборудования NetRing 2500, STM-1/4/16.

К большому сожалению Токарева О.И. не рассмотрела применение технологии DWDM.

Несмотря на указанное замечание, считаю, что выпускная квалификационная работа Токаревой О.И. соответствует требованиям высшей школы, заслуживает оценки «4», а сама Токарева О.И. заслуживает присуждения квалификации инженер путей сообщения.

Начальник лаборатории
Свердловского регионального центра
связи

Иванов Е.В.