

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

Факультет	<u>АКО ИЗО</u>	Кафедра <u>Автоматика, телемеханика</u>
Специальность	<u>190402 «Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте»</u>	<u>и связь на ж.-д. транспорте</u>
Специализация	<u>«Система передачи и распределения информации»</u>	Допускается к защите: зав.кафедрой <u>Коваленко В.Н.</u> доцент, канд. техн. наук
		<u>26.05.16г</u> <u>В.Н. Коваленко</u> (дата, подпись)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М железной дороги

(пояснительная записка)

190402.021.ПД.ШС610.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал	<u>студент ШС-610</u> <u>Волков С.Ю.</u> (студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата)
Руководитель	<u>к.т.н., профессор Мухамедзянов М.С.</u> (должность, звание) (подпись) (дата)
Консультант	<u>доцент Яковлева Н.Ю.</u> (должность, звание) (подпись) (дата)
	<u>Профессор, д.б.н. Ильясов О. Р.</u> (должность, звание) (подпись) (дата)
Нормоконтролер	<u>доцент, к.т.н. Русакова Е.А.</u> (должность, звание) (подпись) (дата)
Рецензент	<u>главный инженер Мещеряков С.И.</u> (должность, звание) (подпись) (дата)

Екатеринбург

2016

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

Факультет АКО ИЗО Кафедра Автоматика, телемеханика  
и связь на ж.-д. транспорте  
Специальность 190402 «Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте»  
Специализация «Системы передачи и распределения информации»

УТВЕРЖДАЮ:

зав.кафедрой

Коваленко В.Н.

доцент, канд. техн. наук

17.03.16г. В.Н. Коваленко

(дата, подпись)

### Задание

на дипломный проект студенту-дипломнику

Волкову Сергею Юрьевичу

1. Тема проекта Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М  
железной дороги утверждена приказом по университету от «17» Марта 2016г.

№ 365 - СЗ

2. Срок сдачи студентом законченного проекта \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к проекту Задание дипломного проекта, нормативно-  
справочная литература, техническое описание аппаратуры, рабочая документация

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

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных  
чертежей) Задачи проекта; Достоинства волоконно-оптических линий связи;

Основные причины повреждений линий связи;

Схема участков железной дороги; Рефлектометр;

Структурная схема рефлектометра;

Общие черты современных ОР;

Типичная рефлектограмма линии передачи;

Анализ рефлектограмм;

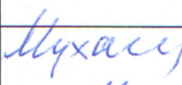
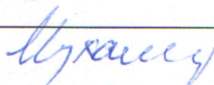



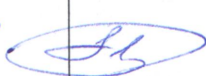
Формирование ложного сигнала рефлектометра при наличии двух отражающих  
элементов ВОЛС; Рефлектограмма отрезка ВОЛС, содержащего участок волокна  
с большим коэффициентом обратного рассеяния;

Рефлектометр МТ9083В;

Безопасность жизнедеятельности;

Технико-экономическая эффективность рефлектометрических методов измерения

6. Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
1. Деталь проекта	М.С. Мухамедзянов		 20.05.16
2. Экономический	Н.Ю. Яковлева		
3. Безопасность жизнедеятельности	О.Р. Ильясов		

7. Дата выдачи задания 30.03.2016

Руководитель Мухамедзянов М.С.  
(подпись)

Задание принял к исполнению студент-дипломник Волков С.Ю.  
(подпись)

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

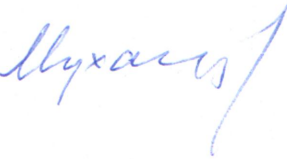
№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Примечание
1	Характеристика участка ст. Н-М железной дороги. Оснащение участка устройствами связи	01.03-07.03	
2	Анализ основных параметров оптических волокон и оптических кабелей	08.03-15.03	
3	Анализ характерных повреждений волоконно-оптических линий связи	16.03-24.03	
4	Анализ рефлектометрических измерений	25.03-28.03	
5	Технология проведения рефлектометрических измерений	29.03-05.04	
6	Измерение длины ВОЛС с помощью рефлектометра (OTDR)	06.04-12.04	
7	Измерение потерь в ВОЛС	13.04-17.04	
8	Измерение коэффициента отражения в ВОЛС	18.04-22.04	

9	Монтаж муфт на ВОЛС	23.04-27.04	
10	Расчет показателей надежности	28.04-01.05	
11	Безопасность жизнедеятельности	02.05-6.05	
12	Технико-экономическая эффективность рефлектометрических методов измерения	7.05-10.05	
13	Оформление пояснительной записки графических материалов	15.04-11.05	

Студент-дипломник  Волков С.Ю.

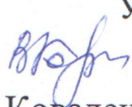
(подпись)

Руководитель

Мухамедзянов М.С. 

(подпись)

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
Коваленко В.Н.  
«17» марта 2016 г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Студент Волков Сергей Юрьевич Группа Шс-610  
(Фамилия, Имя, Отчество)

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М  
железной дороги.

(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «17» марта 2016 г. № 365 – СЗ  
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте

Руководитель проекта Мухамедзянов М. С., к.т.н., профессор  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Ильясов О.Р., Профессор, д.б.н  
(Фамилия, инициалы, должность)

Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

3. Исходные данные документации предприятия, нормативно-правовая  
документация в области охраны труда и экологии, учебники и учебные пособия  
по «Безопасности жизнедеятельности».


4. Сроки сдачи студентом законченного раздела \_\_\_\_\_

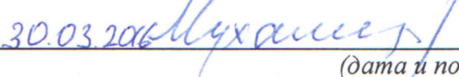
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)

1) Экспертиза дипломного проекта на соответствие требованиям безопасности и  
экологичности.

2) Защита от действия лазерного излучения

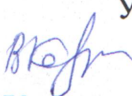
6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Защита от  
лазерного излучения

7. Дата выдачи задания 30.03.2016 Консультант   
(подпись)

Согласовано: 30.03.2016   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 30.03.2016   
(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:  
 Зав. кафедрой  
Коваленко В.Н.  
« 17 » марта 2016 г.

**Задание  
на специальный раздел ВКР**

Студент Волков Сергей Юрьевич Группа Шс-610  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Технико-экономическая эффективность рефлектометрических методов измерения  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М железной дороги  
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «17» марта 2016 г. № 365 – СЗ  
Выпускающая кафедра Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте  
Руководитель проекта Мухамедзянов М. С., к.т.н., профессор  
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

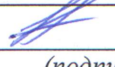
2. Консультант раздела Яковлева Н.Ю доцент  
(Фамилия, инициалы, должность)


Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта  
3. Исходные данные Нормативная литература, научно-техническая литература, интернет

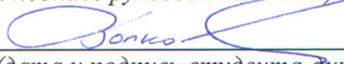
4. Сроки сдачи студентом законченного раздела \_\_\_\_\_

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов)  
Расчет капитальных затрат, расчет эксплуатационных расходов, расчет фонда оплаты труда, расчет отчислений на социальные нужды, расчет амортизационных отчислений, расчет затрат на материалы и запасные части, расчет накладных расходов, расчет прибыли, расчет срока окупаемости капитальных вложений.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Графики зависимостей сумм прибыли и единовременных затрат от расчетного периода

7. Дата выдачи задания 30.03.2016 Консультант   
(подпись)

Согласовано: 30.03.2016   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 30.03.2016   
(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит: 117 с., 28 рис., 20 табл., 21 источник.

ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО, ЗАТУХАНИЕ, РЕФЛЕКТОМЕТР,  
РЕФЛЕКТОГРАММА, ДЛИНА ВОЛНЫ, ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН...

Задачи проекта – Рассмотреть и проанализировать основные параметры оптических волокон и оптических кабелей. Понять характер основных повреждений, которые могут возникнуть в ходе эксплуатации ВОЛС.

Изучить методы поиска повреждений ВОЛС и приборы для их обнаружения.

В процессе работы проведен анализ основных методов измерений.

Основные технико-эксплуатационные показатели: снижение затрат времени на поиск повреждения ВОЛС.

190402.021.ПД.08.00.00.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Волков С.Ю.	<i>Волков</i>				
Провер.		Мухамедзянов М.С.	<i>Мухамедзянов</i>				
Реценз.							
Н. Контр.		Русакова Е.А.	<i>Русакова</i>	25.05.20			

Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М железной дороги

Факультет АКО ИЗО

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

Факультет АКО ИЗО Кафедра Автоматика, телемеханика  
Специальность 190402 «Автоматика, телемеханика и связь на ж.-д. транспорте» и связь на ж.-д. транспорте  
Специализация «Системы передачи и распределения информации»

Допускается к защите:  
зав.кафедрой Коваленко В.Н.  
доцент, канд. техн. наук

26.05.16 [подпись]  
(дата, подпись)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М железной дороги

(пояснительная записка)

190402.021.ПД.ШС610.РМ

(обозначение документа)

Разработал студент ШС-610 [подпись] Волков С.Ю.  
(студент-дипломник) (группа) (подпись) (дата)

Руководитель к.т.н., профессор [подпись] Мухамедзянов М.С.  
(должность, звание) (подпись) (дата)

Консультант доцент [подпись] Яковлева Н.Ю.  
(должность, звание) (подпись) (дата)

Профессор, д.б.н. [подпись] Ильясов О. Р.  
(должность, звание) (подпись) (дата)

Нормоконтролер доцент, к.т.н. [подпись] 25.05.16 [подпись]  
(должность, звание) (подпись) (дата)

Рецензент главный инженер [подпись] [подпись]  
(должность, звание) (подпись) (дата)

Екатеринбург

2016



## ОТЗЫВ

о дипломной работе Волкова Сергея Юрьевича на тему:  
«Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М железной  
дороги ».

Тема проекта актуальна. Проект выполнен в соответствии с заданием и в полном объеме.

Пояснительная записка и графические материалы полностью раскрывают проектное задание .

Все материалы проекта выполнены на хорошем инженерном уровне, что говорит о соответствующей подготовке автора проекта.

Проект содержит необходимые расчеты, экономическое обоснование.

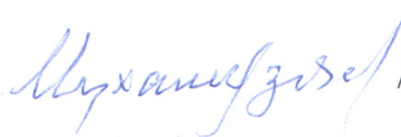
Вопросы охраны труда и обеспечения безопасности жизнедеятельности рассмотрены в соответствии с заданием

Следует отметить трудолюбие и самостоятельность автора проекта при решении сложных инженерных задач.

Материалы проекта будут использованы в учебном процессе студентов и слушателей курсов повышения квалификации в ИДПО УрГУПС.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки «отлично», а ее автор ,Волков Сергей Юрьевич, - присвоения квалификации инженера.

Руководитель проекта профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь»

 / Мухамедзянов М.С./

18.05.2016г.

# РЕЦЕНЗИЯ

На дипломный проект

Студента Волкова Сергея Юрьевича гр. Шс-610

На тему: «Обнаружение и устранение повреждений ВОЛС на участке Н-М железной дороги»

Задание, а так же содержание работы отвечает основной цели и показывает уровень подготовленности студента по его специальности. Им обработано значительное количество теоретического материала. Дипломная работа вполне отвечает условиям и объему поставленного задания.

В дипломной работе рассматривается один из актуальных вопросов, связанный с оперативным нахождением повреждений ВОЛС. Рассмотрены приборы и методы для обнаружения и устранения повреждений ВОЛС.

В разделе безопасность жизнедеятельности был рассмотрен вопрос по защите человека от лазерного излучения. В экономической части произведены расчеты технико-экономической эффективности рефлектометрических измерений, а также расчет капитальных затрат, расчет эксплуатационных расходов, расчет фонда оплаты труда, расчет отчислений на социальные нужды, расчет срока окупаемости капитальных вложений.

Считаю, что дипломный проект заслуживает оценки «отлично».

Рецензент: Главный инженер РЦС-2

Е.Н. Женихов



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА СТ. Н-М ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ. ОСНАЩЕНИЕ УЧАСТКА УСТРОЙСТВАМИ СВЯЗИ.....	14
2 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ .....	16
2.1 Основные понятия ВОЛС.....	16
2.2 Анализ основных параметров ОВ и ОК .....	18
2.3 Анализ нормативной документации для ВОЛС .....	23
2.4 Анализ потерь оптической мощности ВОЛС .....	26
3 АНАЛИЗ ХАРАКТЕРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ.....	30
3.1 Причины и характер повреждения оптического кабеля .....	30
3.1.1 Анализ повреждений, возникающих на заводе.....	31
3.1.2 Анализ повреждений, возникающие при транспортировке.....	31
3.2 Причины и характер повреждения при строительстве и эксплуатации ВОЛС .....	32
3.3 Количественный анализ повреждений ВОЛС на участке Н-М.....	33
4 АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	34
4.1 Особенности современных оптических рефлектометров.....	34
4.2 Анализ измеряемых параметров и метрологических характеристик ВОЛС .....	35
4.3 Анализ и расшифровка рефлектограмм.....	37
5 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ .....	41
5.1 Принцип действия рефлектометра (OTDR) .....	41
5.2 Анализ результатов измерений.....	42

6 ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛОКНА С ПОМОЩЬЮ РЕФЛЕКТОМЕТРА (OTDR).....	46
6.1 Методика измерений ВОЛС .....	46
6.2 Методические ошибки в определении расстояния до неоднородности .....	48
6.3 Определение места повреждения ВОЛС .....	51
6.4 Определение места повреждения ОВ .....	52
7 ИЗМЕРЕНИЕ ПОТЕРЬ В ВОЛС .....	58
7.1 Измерение полных и погонных потерь.....	58
7.2 Анализ измерений на двух длинах волн.....	60
7.3 Метод шлейфа .....	63
8 ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ В ВОЛС.....	65
8.1 Методика измерения коэффициента отражения.....	65
8.2 Возможные ошибки в измерении коэффициента отражения.....	69
9 МОНТАЖ МУФТ НА ВОЛС .....	71
9.1 Организация монтажных работ .....	71
9.2 Организация рабочего места для монтажа оптических муфт .....	73
9.3 Порядок монтажа оптических муфт.....	75
10 РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ .....	77
11 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	81
11.1 ЗАЩИТА ОТ ДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	81
11.1.1 Физическая сущность лазерного излучения.....	81
11.1.2 Воздействие лазерного излучения на организм человека .....	86
11.1.3 Анализ нормативных документов по лазерному излучению .....	87
11.1.4 Методы защиты от лазерного излучения .....	89
11.2 ЭКСПЕРТИЗА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА НА СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ .....	91
11.2.1 Анализ микроклимата.....	91
11.2.2 Анализ освещенности рабочего места .....	93
11.2.3 Анализ воздействия шума на работника. Защита от шума.....	95

11.2.4	Электробезопасность .....	96
11.2.5	Анализ действий работников в аварийных ситуациях.....	97
12.	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ .....	100
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	115

--	--	--	--	--	--