

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 10.09.2024 00:18:53  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf75e945df4a4831fda56d689

## МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 9 » 09



## МУЛЬТИСЕРВИСНЫЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов, осваивающих направление подготовки 11.04.02  
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Курск 2024

УДК 004.71

Составители: И.Г. Бабанин, Е.Ю. Бабанина

*Рецензент*

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
заведующий кафедрой *В.Г. Андронов*

**Мультисервисные инфокоммуникационные системы: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: И.Г. Бабанин, Е.Ю. Бабанина.– Курск, 2024.– 67 с.**

Содержат сведения по монтажу и тестированию медных и оптических элементов структурированных кабельных систем (СКС).

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также требованиям рабочей программы дисциплины.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *Г.Оч.24* . Формат 60×84 1/16.  
Усл.печ.л.3,89. Уч.-изд.л.3,53. Тираж 100 экз. Заказ .Бесплатно. *Е.Ю.Б.*  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г.Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Лабораторная работа №1 «Сравнительный анализ правовых основ обеспечения информационной безопасности РФ с другими государственными субъектами».....	5
2	Лабораторная работа №2 «Маркировка элементов кабельных систем. Система механической защиты».....	11
	2.1 Цель работы.....	11
	2.2 Краткие теоретические сведения.....	11
	2.2.1 Ключевые положения.....	11
	2.2.2 Виды элементов маркировки.....	12
	2.2.3 Элементы штатной маркировки компонентов СКС.....	13
	2.2.4 Принципы формирования маркирующих индексов.....	16
	2.2.5 Дополнительная маркировка.....	16
	2.2.6 Система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45.....	20
	2.3 Порядок выполнения работы.....	23
	2.4 Контрольные вопросы.....	24
3	Лабораторная работа №3 «Подготовка, обжим и тестирование второй пары. Разделка и расшивка кабеля на патч-панели, информационной розетки».....	25
	3.1 Цель работы.....	25
	3.2 Краткие теоретические сведения.....	25
	3.2.1 Ключевые положения.....	25
	3.2.2 Спецификации разъема 8P8C (RJ45).....	26
	3.2.3 Отличия стандартов ANSI/TIA/EIA-568-A и ANSI/TIA/EIA-568-B.....	27
	3.2.4 Правила монтажа.....	28
	3.3 Порядок выполнения работы.....	28
	3.4 Контрольные вопросы.....	29
4	Лабораторная работа №4 «Подготовка оптического волокна для сварки».....	30
	4.1 Цель работы.....	30
	4.2 Порядок выполнения работы.....	30

4.2.1	Подготовка основания муфты*	30
4.2.2	Разделка оптического кабеля	31
4.2.3	Выполнение скола оптического волокна	34
4.2.4	Укладка волокна в сплайс-пластину в муфте*	36
4.2.5	Заделка кабельного ввода с помощью термоусаживаемой манжеты*	37
4.2.6	Окончание монтажа муфты*	40
4.3	Контрольные вопросы	41
5	Лабораторная работа №5 «Сварка оптического волокна»	42
5.1	Цель работы	42
5.2	Краткие теоретические сведения	42
5.2.1	Сварочный аппарат FujikuraFSM-18S	42
5.2.1.1	Назначение сварочного аппарата	42
5.2.1.2	Технические характеристики	42
5.2.1.3	Состав комплекта	43
5.2.1.4	Устройство и принцип работы	44
5.2.1.5	Подключение аппарата FujikuraFSM-18S к ПК	47
5.2.2	Сварка оптических волокон	47
5.3	Порядок выполнения работы	49
5.3.1	Включение сварочного аппарата	49
5.3.2	Сварка оптического волокна	49
5.3.3	Термоусадка	49
5.4	Контрольные вопросы	49
6	Лабораторная работа №6 «Тестирование оптического волокна»	51
6.1	Цель работы	51
6.2	Краткие теоретические сведения	51
6.2.1	Оптический рефлектометр YokogawaAQ7275	51
6.2.1.1	Назначение	51
6.2.1.2	Технические характеристики YokogawaAQ7275	52
6.2.1.3	Состав комплекта	52
6.2.1.4	Устройство и принцип работы	56
6.2.2	Методика измерения длины волокна	58
6.2.3	Измерение потерь в сростках волокон	60
6.2.4	Определение места повреждения волокон	62
6.3	Порядок выполнения работы	65
6.4	Контрольные вопросы	66

## **1 Лабораторная работа №1 «Сравнительный анализ правовых основ обеспечения информационной безопасности РФ с другими государственными субъектами»**

**Цель занятия:** Проведение сравнительного анализа правовых основ обеспечения информационной безопасности Российской Федерации с правовыми основами обеспечения информационной безопасности других государств.

### **Задачи занятия:**

- 1) проведение анализа концепций правового регулирования информационной безопасности в России и за рубежом;
- 2) ознакомление с правовыми методами изучения информационной безопасности;
- 3) анализ уголовно-правового обеспечения информационной безопасности.

### **Планируемые результаты обучения:**

- формирование знаний о правовых основах информационной безопасности в РФ и за рубежом;
- формирование навыков работы с нормативно-правовой документацией в области информационной безопасности при помощи поисковых сервисов сети Интернет и справочно-правовой системы Консультант-Плюс

### **Материально-техническое оборудование и материалы:**

Персональный компьютер с доступом в Интернет  
Информационно-правовая система "Консультант-Плюс"

### **План проведения лабораторного занятия**

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

*Рекомендуемая литература для подготовки к лабораторному занятию:*

- 1) Елин В.М. Сравнительный анализ правового обеспечения информационной безопасности в России и за рубежом: Монография / В.М. Елин. - М., 2016. - 182 с.
- 2) Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 5-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2019. – 922 с.

*Краткая теоретическая справка для самостоятельной подготовки к лабораторному занятию:*

Начало 2-го тысячелетия характеризуется широким применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и внедрением инновационных средств производства. Положенная в основу нового общественного уклада концепция экономики знаний базируется на постулате о том, что в основе дальнейшего общественного развития лежит осознанная необходимость повышения технологического уровня производства и распространения современных информационных и телекоммуникационных технологий.

Указанная тенденция отражена целым рядом программных документов международного сообщества, носящих декларативный характер:

- Хартией глобального информационного общества (2000 г.)
- Декларацией о свободе обмена информацией в Интернете (Совет Европы 28 мая 2003 г.);
- Европейской декларацией о правах человека и верховенстве права в информационном обществе (2005 г.)
- Соглашением между странами СНГ о сотрудничестве в области информации от 9 октября 1992 г.;
- Декларацией принципов построения информационного общества 2003 г и др.

Развитие информационных технологий порождает обоснованное мнение о состоянии перехода к шестому экономическому укладу, постиндустриальному обществу новой формации, где все большее значение приобретают информационные и телекоммуникационные технологии, проникающие во все сферы общественной и частной жизни.

Наличие информации становится показателем успешности политической, общественной, либо хозяйственной деятельности. Появляются и активно используются узконаправленные (слабые) искусственные интеллекты, которые (в отличие от общих (сильных) искусственных интеллектов и искусственных сверхинтеллектов) ориентированы на решение задач в одной области (поисковые системы, управление автомобилем т.д.). При этом уже сейчас слабым искусственным интеллектам передается возможность принятия решений, влекущих за собой возникновение, изменение или прекращение правоотношений.

Особенностью современных информационных технологий выступает возможность их использования участниками вне зависимости от уровня технической грамотности и подготовленности субъектов. Максимально «дружелюбные» интерфейсы, комфортные языки программирования, доступность программ и компьютерного оборудования порождают активную деятельность широкого круга лиц в информационной сфере. В то время как информационные технологии усложняются и совершенствуются, активные пользователи технологий катастрофически утрачивают как знания, так и рычаги воздействия на техногенную среду.

Возникает общество пользователей, получающих блага от используемых технологий. При этом четко прослеживается проблема использования информационных ресурсов, основанная на внутреннем противоречии информационного общества, для которого, с одной стороны, право на информацию является обязательным компонентом обеспечения общественной жизни, с другой стороны, информация выступает в качестве ценного продукта, требующего значительных затрат в производстве, реализация которого предполагает получение выгоды в той или иной форме.

Возможность практического применения информационных технологий в готовом виде без понимания сущности процессов, порождает, в том числе, конфликт определения статуса участников и возможностей установления порядка протекания ИТ-процессов в обществе.

Вопрос о форме и методах правового регулирования информационных технологий порождает конфликт между «юристами» и

«технарями», схожий со спорами между физиками и лириками в 60-е годы прошлого века. В основе конфликта лежит схожесть позиции об избыточности правового регулирования в процессе применения информационных технологий.

При этом позиция специалистов в области информационных технологий («технарей»), упускает из вида то обстоятельство, что указанные технологии получены российским обществом с готовой программной, элементной, технологической и правовой базой, что делает невозможным применение имеющегося у наших граждан житейского и правового опыта в процессе их применения и использования.

«Юристы» основывают свою позицию на постулате о том, что правовое регулирование в области информационных технологий прекрасно вписывается в существующую систему и не требует разработки новых подходов. При этом ряд российских юристов ссылается на американского судью, который соотносит cyberlaw (киберправо, интернет-право) с «лошадиным правом», оставляя за рамками внимания как контрааргументацию известнейшего теоретика и практика Л. Лессига, так и совокупность американских правовых норм, de-facto, создавших отрасль InformationTechnologiesLaw.

Результатом указанной рассогласованности является отсутствие единого теоретического взгляда на концепцию правового обеспечения информационной безопасности в нашей стране, бессистемность подхода к нормативно-правовой деятельности, отсутствие практики правового обеспечения информационной безопасности. В результате наблюдается отрыв правовых норм от реальности применения технологических процессов в области информационных технологий.

Например, применяемый в нашей стране международный стандарт по информационной безопасности, разработанный совместно Международной организацией по стандартизации и Международной электротехнической комиссией и ISO/IEC 2700111 вступает в конфликт с нормами российского права уже на уровне понятийного аппарата.



Особую опасность представляет возможность злоупотребления полномочиями. Так, наличие на территории Российской Федерации более 400 удостоверяющих центров электронной подписи не только способствуют развитию услуг, но и повышает риск недобросовестной защиты данной категории информации. В США таких центров всего пять, в т.ч. из-за угрозы инсайдерской утечки информации. Проблема добросовестности участников приобретет особую актуальность, поскольку достаточно небольшой погрешности в работе программ, чтобы открылись «бреши для злонамеренного использования электронной подписи».

Прослеживается проблематика информационной безопасности в процессе осуществления хозяйственной деятельности, сопряженной с проблемами сбора, обработки, хранения и передачи финансовой, биржевой, налоговой, таможенной информации, в которых наиболее опасны противоправное копирование информации и ее искажение.

И наконец, возрастает угроза информационной безопасности в личной и семейной жизни граждан, при защите их персональных данных, поскольку имеет место формальность применения правовых норм как в сфере информационных технологий, так и в сфере защиты персональных данных. При возрастании значимости информации актуализируется вопрос о возможности обеспечения ее безопасности на всех уровнях, в т.ч. об информационной безопасности государства.

При этом, по мнению А.А.Стрельцова, информационная безопасность дуалистически является результатом деятельности по ее обеспечению и состоянием защищенности человека, общества и государства в информационной сфере. Отсюда возникает необходимость деятельности по противодействию угрозам безопасности человека, общества и государства в информационной сфере, осуществляемой с использованием выделяемых для этого сил и средств. Поскольку Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации ставит задачу «обеспечения национальной безопасности в информационной сфере», а Доктрина информационной безопасности Российской Федерации относит правовые средства к числу мер по прогнозированию, обнаружению,

сдерживанию, предотвращению, отражению информационных угроз и ликвидации последствий их проявления, следует уделить внимание ряду вопросов:

- о специфике правового метода обеспечения информационной безопасности;

- о правовом инструментарии обеспечения информационной безопасности;

- о возможности использования зарубежного опыта в разработке и принятии документов стратегического планирования Российской Федерации в области информационной безопасности;

- о возможности имплементации международных правовых норм в российскую правовую систему.

#### ***Алгоритм проведения эксперимента:***

1) Изучить основы теории, изложенные в настоящих методических указаниях и учебной литературе.

2) Быть готовым по заданию преподавателя изучить при помощи СПС "Консультант-Плюс" и поисковых сервисов сети Интернет содержание и форму изложения нормативных документов по информационной безопасности РФ, США, ЕС.

#### ***Алгоритм обработки полученных экспериментальных данных:***

Представить скриншоты заглавных листов нормативно-правовых документов по информационной безопасности

## **2 Лабораторная работа №2 «Маркировка элементов кабельных систем. Система механической защиты»**

### **2.1 Цель работы**

Исследовать основные принципы и правила системы цветовой маркировки и кодирования элементов СКС, а также получение практических навыков по маркировке и цветовому кодированию информационных розеток и патч-кордов, монтажа системы механической защиты «DataSafeLock».

### **2.2 Краткие теоретические сведения**

#### **2.2.1 Ключевые положения**

Структурированная кабельная система является сложным объектом, в состав которого входят тысячи и даже десятки тысяч отдельных компонентов. Нормальная эксплуатация и администрирование такого сложного объекта, как современная СКС, невозможно без четкой и однозначной системы маркировки и цветового кодирования ее составных частей и функциональных блоков. Сегодня на рынке представлен широкий спектр технических средств и решений для маркировки и идентификации, как отдельных компонентов, так и полных функциональных блоков и секций структурированных кабельных систем. Основные правила, принципы и требования к маркировке и цветовому кодированию элементов СКС изложены в международном стандарте ISO/IEC 14763-1 и в национальном стандарте США - TIA/EIA606. В перечень маркируемых элементов СКС согласно указанным выше нормативным документам входят:

- кабели;
- кроссовое оборудование;
- оконечные и коммутационные шнуры (патч-корды);
- розетки;
- неразъемные соединители различного назначения;
- лотки и короба;
- элементы заземления.

### 2.2.2 Виды элементов маркировки

Оба стандарта (международный и американский) описывают основные требования к элементам маркировки. Согласно этим стандартам, маркировочный элемент должен:

- соответствовать требованиям теста UL969;
- обеспечивать нанесение маркирующих надписей требуемой длины не только вручную, но и на принтере, в том числе в полевых условиях;
- позволять применять цветовую кодировку;
- обладать простотой установки в сочетании с высокой механической прочностью и устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды;
- иметь достаточно широкий спектр маркировки устройств одинаковых габаритов.

Маркирующие элементы, устанавливаемые на этапе создания СКС, называются – **технологическими**. Технологическими маркирующими элементами отмечаются, в основном, кабели, а их использование существенно ускоряет и упрощает монтаж. Маркеры, которые применяются во время эксплуатации, называются – **финишными**. Наличие детальной финишной маркировки является необходимым условием нормального администрирования СКС. При этом часть применяемых сегодня маркеров может использоваться как для технологической, так и для финишной маркировки, причем некоторые из них даже не требуется переустанавливать. В комплект поставки многих компонентов СКС (панели, розетки и т.д.) входят готовые элементы маркировки соответствующие требованиям стандартов. Такие элементы маркировки называются – **штатными**. Также широкое распространение получили разнообразные маркирующие элементы (соответствующие стандартам), которые заказчик может приобрести у компаний, специализирующихся на изготовлении этого вида продукции. Данные элементы маркировки называются – **дополнительными**. К ним относятся также маркеры, которые не входят в комплект поставки конкретного узла, однако предлагаются компаниями-производителями оборудования СКС в

составе различных наборов. Необходимость использования дополнительной маркировки обусловлена следующими причинами:

- штатная маркировка не всегда в полной мере отвечает перечисленным выше требованиям стандартов. Так, в частности, надписи на маркирующие полосы коммутационных панелей в большинстве случаев можно наносить только вручную;

- большинство элементов штатной маркировки не позволяют выполнять цветовую кодировку отдельных блоков и функциональных секций. Например, у упомянутых полосок рабочее поле, как правило, только белого цвета;

- предусмотреть все разнообразие встречающихся на практике ситуаций, когда требуется специальная маркировка, в процессе серийного производства изделий просто невозможно. Выбор того или иного типа штатного или дополнительного маркера зависит от следующих факторов:

- диаметра маркируемого проводника или кабеля, размера маркировочного поля коммутационной панели и т. д.;

- места нанесения маркировки (например, конец или середина кабеля);

- объема наносимой информации;

- условий эксплуатации.

Многие маркирующие элементы могут снабжаться различными уникальными идентифицирующими надписями. Нанесение этих надписей производится вручную или с помощью принтеров различной конструкции. При ручном изготовлении маркирующих надписей наиболее целесообразно использовать специальные несмываемые чернила. Применение принтеров позволяет значительно улучшить эстетические характеристики маркировки и автоматизировать процесс ее создания.

### **2.2.3 Элементы штатной маркировки компонентов СКС**

Элементы штатной маркировки компонентов СКС позволяют выполнять как цветовую кодировку для обозначения различных типов розеток и функциональных секций, так и символьную

маркировку для индивидуального обозначения отдельных портов. Наиболее распространенным способом штатной маркировки отдельных розеток коммутационных панелей является их нумерация. В панелях с многорядным расположением розеток модульных разъемов в подавляющем большинстве случаев используется последовательная цифровая нумерация отдельных портов. Другой подход – его условно можно назвать координатным (применила компания Rittal): ряды разъемов нумеруются цифрами, а вертикальные колонки – латинскими буквами. Поэтому, например, третья слева розетка во втором ряду будет иметь номер С2. Коммутационные панели имеют, как правило, маркировочные поля прямоугольной формы для записи условных обозначений. Поля могут быть как индивидуальными для каждой розетки, так и непрерывно продолжаться на целую группу. В дешевых конструкциях маркировочное поле представляет собой окрашенный белой краской участок лицевой панели. В высококачественных изделиях в качестве основы поля используется съемная пластинка из пластмассы. Отметки на такую пластинку наносятся мягким карандашом или капиллярной ручкой. Маркировка сменными надписями распространена менее широко. При этом маркировка портов может быть многократной (двойной или тройной), когда маркирующее поле и номер розетки дополняются гнездом для установки цветной вставки со специальной кодирующей «иконкой». Значительно большее разнообразие наблюдается в ассортименте штатной маркировки телекоммуникационных розеток, устанавливаемых на рабочих местах. Для маркировки этих розеток используются:

- цветные вставки с иконкой (изображения телефонной трубки и монитора) или надписями DATA, PHONE, LAN, Voice и т.д.; эти иконки могут устанавливаться в гнезда на корпусе розетки или розеточного модуля, а также на защитной крышке модуля;

- защитные адаптеры и съемные откидные крышки различного цвета, в том числе с выемками для установки иконок (рисунок 2.1);

- розеточные модули с различной окраской лицевой поверхности корпуса ( типовые цвета – белый, серый, черный,

синий, красный и желтый);

- окошки на корпусе для нанесения маркирующих знаков и условных обозначений с помощью клеевых этикеток, сменных надписей или надписей ручкой;

- маркеры в виде этикеток, наклеиваемых на корпус розетки в специально предназначенных для этого местах.



Рисунок 2.1 – Съемные откидные крышки

Цветовая маркировка электрических коммутационных и оконечных шнуров осуществляется двумя способами. В первом случае для изготовления шнуров на производстве используются кабели и/или хвостовики вилок, окрашенные в различные цвета. Второй подход заключается в использовании цветных манжет (в виде открывающегося корпуса с защелкой, надеваемых на заднюю часть вилки на заводе-изготовителе или непосредственно на объекте в процессе монтажа) и цветных клипс (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Маркировочные клипсы и кроссовые перемычки

Кроме цветовой маркировки стандарты разрешают использовать буквенную, цифровую и буквенно-цифровую маркировку компонентов СКС. Для создания буквенно-цифровых маркирующих индексов разрешается применять буквы национального и латинского алфавитов, а также арабские цифры. Маркирующие индексы, наносимые на компоненты СКС и применяемые на схемах и чертежах проектной документации должны быть одинаковыми

#### **2.2.4 Принципы формирования маркирующих индексов**

Уникальный алфавитно-цифровой индекс, наносимый на компонент СКС, несет основную информации о маркируемом компоненте и его функциональных возможностях. Для его формирования используется интуитивно понятный подход. В его основу положено то соображение, что символы маркировки должны предоставить данные о нахождении того или иного компонента СКС пользователю с минимальным уровнем подготовки. Применительно к информационной розетке применяется следующая схема маркировки (одна из возможных):

$$NNN-X-Y,$$

где  $NNN$ – номер комнаты, сформированный в соответствии с выбранным в организации принципом (обычно номер этажа плюс текущий номер помещения на этаже, записывается подряд без дефисов);  $X$ – номер информационной розетки (как правило, отсчитывается от входа слева направо);  $Y$  – номер розеточного модуля.

#### **2.2.5 Дополнительная маркировка**

Наиболее распространенными маркирующими элементами, широко применяемыми в практике создания и эксплуатации СКС, являются различные клеевые этикетки. Они используются в



качестве элементов технологической и финишной маркировки и применяются для идентификации как кабельного и коммутационного оборудования, так и различных дополнительных элементов – коробов, шкафов, пластин заземления и т. д. Этикетки делятся на:

- самоламинирующиеся;
- самоклеющиеся;
- маркеры-флажки.

Самоламинирующаяся этикетка, или маркер, являются основным элементом технологической и финишной маркировки кабелей и представляют собой полоску полимерного материала, имеющую прозрачную и непрозрачную часть. Непрозрачная часть служит для нанесения маркирующей информации и надписей мягким карандашом, фломастером, маркером, шариковыми или капиллярными ручками; иногда она имеет шероховатую поверхность. Прозрачная часть после установки защищает эту надпись от внешних воздействий. Одна из сторон полоски по всей длине покрыта тонким слоем специального клея, полимеризация которого происходит при надавливании на этикетку. Высокая прочность и надежность крепления самоламинирующейся этикетки, в том числе и в случае ее установки на сильно загрязненную и замасленную оболочку кабеля, достигаются за счет того, что, во-первых, полоска этикетки покрывается клеевым слоем по всей длине, и, во-вторых, состав клея подобран таким образом, чтобы обеспечить эффективность сцепления материала этикетки самого с собой. В зависимости от диаметра кабеля используемые маркеры могут иметь различный размер, причем длина полоски всегда выбирается таким образом, чтобы ее прозрачная часть могла быть полностью обернута вокруг кабеля и с небольшим перекрытием (обычно не менее 2 мм) закрывала маркировочную надпись на непрозрачной части этикетки.

В качестве основы самоламинирующегося маркера наибольшее распространение получили такие материалы, как винил и полиэстер. Стандартный рабочий диапазон температур маркера составляет от  $-40^{\circ}$  до  $+70^{\circ}$ С, т. е. полностью соответствует диапазону температур при эксплуатации кабелей внешней

прокладки. В случае необходимости за счет выбора соответствующего материала основы и состава клея рабочий диапазон температур может быть существенно расширен, в том числе и в плюсовую область до  $+130^{\circ}\text{C}$ . Последнее свойство весьма ценно в случае прокладки кабелей подсистемы внешних магистралей в коллекторах, так как их маркировка должна сохраняться даже при авариях линий горячего водоснабжения.

Самоклеющиеся этикетки выполняются в виде полоски из бумаги или какого-либо полимерного материала. Одна из сторон полоски покрыта клеевым составом, подобранном таким образом, чтобы этикетка в случае необходимости могла быть переклеена минимум два-три раза. Этот элемент наиболее эффективен в той ситуации, когда корпус или лицевая панель маркируемой детали имеет ровную и плоскую поверхность, а условия эксплуатации не предполагают высокой влажности и резких перепадов температур. Поэтому главной областью применения самоклеющихся этикеток является маркировка различных коммутационных панелей, а также крупных конструкций типа коробов, лотков и т. д. Основная масса самоклеющихся этикеток имеет прямоугольную или квадратную форму.

Основной областью применения маркера-флажка является маркировка тонких проводников диаметром не более 1-2 мм. Именно поэтому он часто используется в качестве элемента финишной маркировки монтажных шнуров в оптических муфтах различных конструкций и силовых проводов в электрических розетках на рабочих местах.

### **2.2.6 Цветовое кодирование элементов СКС**

При применении маркировочных клипс и манжет необходимо придерживаться следующего правила – два конца одного и того же кабеля должны быть одного цвета. Схемы цветового кодирования, применяемые в СКС, приведены в таблицах 2.1 и 2.2. Американский и международный стандарты имеют разные схемы цветового кодирования.

Таблица 2.1 – Схема цветового кодирования элементов СКС по стандарту ISO/IEC 14763-1

<b>Цвет</b>	<b>Назначение</b>
Оранжевый	Резервируется для идентификации демаркационной точки (терминирование вводов АТС)
Зеленый	Используется при идентификации точек терминирования сетевых соединений на стороне клиента (относительно демаркационной точки)
Сиреневый (фиолетовый)	Используется для идентификации точек терминирования кабелей, берущих свое начало на оборудовании общего Назначения (компьютеры, ЛВС)
Белый	Используется для идентификации точек терминирования сред магистрали первого уровня в зданиях с главным кроссом или допускается идентификация точек терминирования сред магистрали второго уровня в зданиях с промежуточным кроссом
Серый	Используется для идентификации точек терминирования сред магистрали второго уровня в зданиях с главным кроссом
Синий	Используется для идентификации точек терминирования сред горизонтали
Коричневый	Используется для идентификации точек терминирования магистрального кабеля между зданиями
Желтый	Используется для идентификации точек терминирования вспомогательных систем, сигнализации, систем безопасности и т.д.
Красный	Зарезервирован для применения в будущем

Таблица 2.2 – Схема цветового кодирования элементов СКС по стандарту TIA/EIA-606

<b>Цвет</b>	<b>Назначение</b>
Оранжевый	Кабели оборудования систем передачи данных (модемы)
Зеленый	Внешние кабели сетевого интерфейса, внешние линии телефонной связи
Сиреневый (фиолетовый)	Кабели общего пользования (УАТС, сетевых концентраторов, мультиплексоров и т.д.)
Белый	Кабели внутренней магистрали
Серый	Вспомогательные магистральные линии между техническими помещениями
Синий	Кабели горизонтальной подсистемы, обслуживаемые

	непосредственно из кроссовой
Коричневый	Кабели внешней магистрали
Желтый	Кабели УПАТС специального назначения (линии ISDN и т.д.)
Красный	Кабели оборудования специального назначения

### 2.2.6 Система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45

Первые средства механической блокировки некорректного подключения использовались в физической интерфейсной части различных активных приборов локальных сетей и без каких-либо существенных изменений были заимствованы оттуда при разработке коммутационного оборудования СКС. Так, в частности, еще в начале 90-х годов прошлого века в процессе построения структурированной проводки немалой популярностью пользовался модульный восьмиконтактный разъем DEC. От обычных изделий он отличается тем, что на его вилке имелся ключ в форме небольшого бокового выступа, не позволявший подключить ее к обычной розетке WesternPlug. Данная идея продолжает применяться также в настоящее время. В рамках ее реализации на ряде современных телефонов для подключения трубки к корпусу аппарата используются 6-позиционные разъемы модульного типа с несимметричным расположением фиксирующего рычага защелки.

Средства защиты от некорректного подключения вилки к розетке в подавляющем большинстве случаев реализуются в соответствии с принципом механической кодировки и выполняются на основе различного рода кодирующих адаптеров. Конструкция адаптера основана на использовании рамки, устанавливаемой над розеткой разъема. Гнездо рамки имеет несимметричную форму рабочей поверхности. При подключении в него входит кодирующая вставка, жестко скрепленная с вилкой разъема. Монтажные элементы гнезда и кодирующей вставки, напротив, выполняются симметричными, что позволяет устанавливать их на серийных компонентах разъема в различных положениях, отличающихся друг от друга только углом поворота относительно какой-либо базовой плоскости вилки и розетки. Так,

например, в системе «DataSafeLock» компании эти элементы устанавливаются в одном из четырех возможных положений.

Не в последнюю очередь именно благодаря этому свойству количество вариантов серийных адаптеров может достигать 12. Практически во всех известных случаях на кодирующие адаптеры дополнительно накладывается функция цветовой маркировки, например за счет различной окраски плоскостей кодирующих рамок. Система механической защиты и цветовой кодирования «DataSafeLock» RJ45 (рисунок 2.3) предотвращает возможность повреждения активного оборудования и сети, вызванные неправильным подключением оконечных устройств.



Рисунок 2.3 – Система механической защиты и цветовой кодирования «DataSafeLock» RJ45

Система механической защиты и цветовой кодирования «DataSafeLock» RJ45 состоит из двух кодирующих устройств:

- устройство кодирования для информационной розетки (рисунок 2.4)

- устройство кодирования патч-корда (рисунок 2.5)

Устройство кодирования для информационной розетки состоит из кодирующей клипсы и рамки. Устройство кодирования патч-корда состоит из кодирующего элемента, адаптера, наконечника.

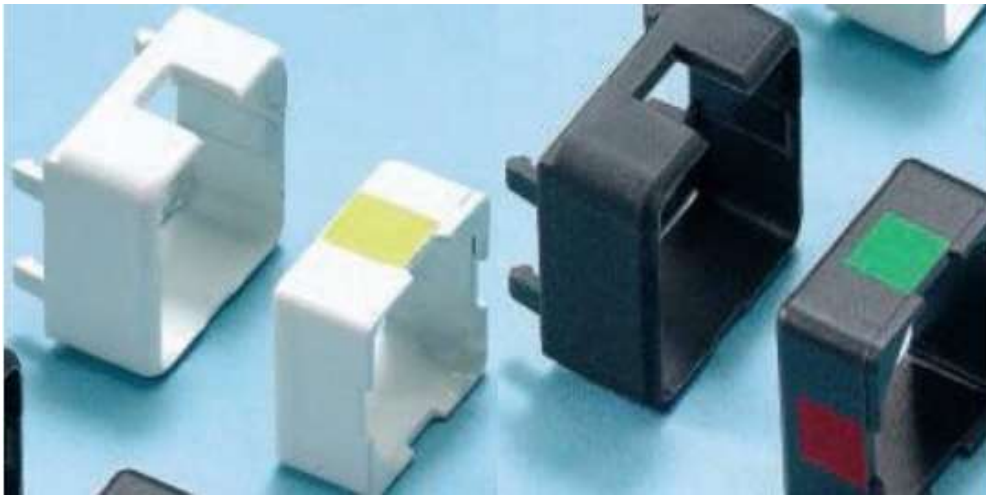


Рисунок 2.4 – Кодированное устройство для информационной розетки



Рисунок 2.5 – Кодированное устройство для патч-корда

Система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45 выпускают в двух цветовых вариантах: антрацитовый (чёрный) и белый. Антрацитовая система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45 имеет следующую цветовую кодировку:

- синий;
- красный;
- зеленый;
- антрацитовый.

Белая система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45 имеет цветовую кодировку:

- желтый;
- коричневый;
- фиолетовый;
- белый.

### 2.3 Порядок выполнения работы

1) Выполнить установку розеточных модулей RJ45 в информационную розетку.

2) Произвести маркировку розеточного модуля открывающимися крышками и защитными адаптерами.

3) Выполнить маркировку патч-кордов цветными маркировочными клипсами.

4) Осуществить инсталляцию системы механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45 для информационной розетки и патч-кордов. Порядок инсталляции система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45 указан на рисунке 2.6.

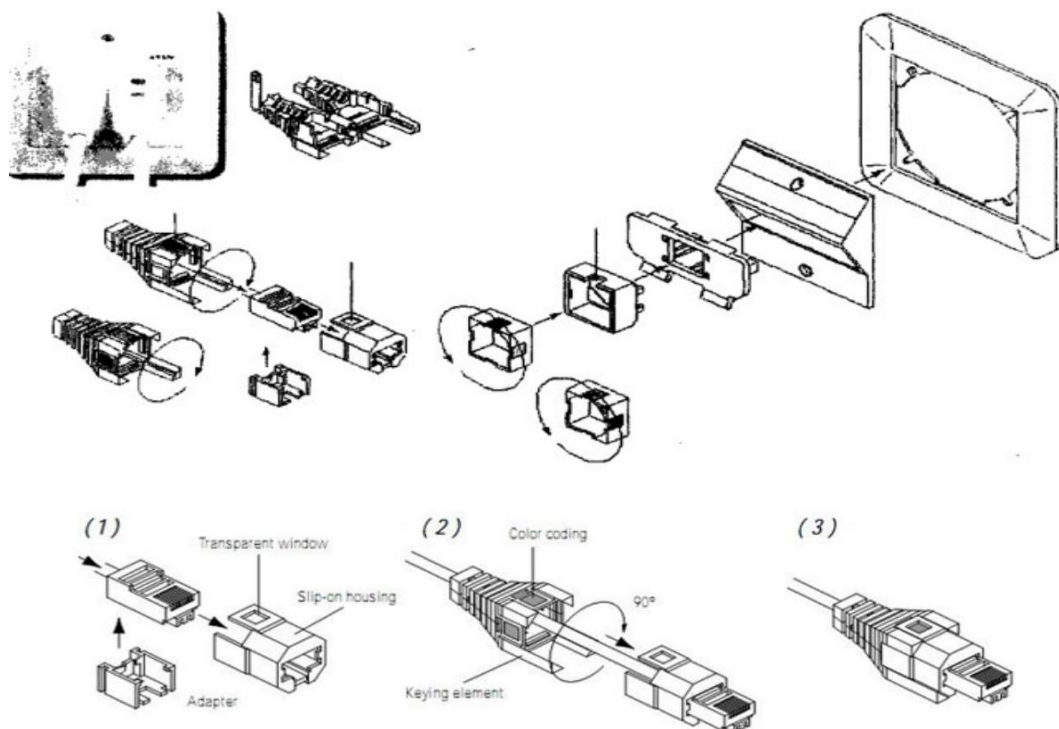


Рисунок 2.6 – Порядок инсталляции системы механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45

## 2.4 Контрольные вопросы

- 1) Укажите стандарты, определяющие основные требования к маркировке и цветовому кодированию?
- 2) Какие элементы СКС необходимо маркировать?
- 3) Какие требования предъявляются к элементам маркировки?
- 4) В чем разница между технологической и финишной маркировкой?
- 5) Дайте определение штатной маркировки?
- 6) Обоснуйте необходимость применения дополнительной маркировки?
- 7) Какие средства применяются для маркировки розеток?
- 8) Поясните принцип формирования маркировочных индексов?
- 9) Какие типы клеевых этикеток применяют для маркировки, дайте краткую характеристику этих типов?
- 10) Для чего применяется система механической защиты и цветового кодирования «DataSafeLock» RJ45? Перечислите её составляющие элементы.



### **3 Лабораторная работа №3 «Подготовка, обжим и тестирование витой пары. Разделка и расшивка кабеля на патч-панели, информационной розетки»**

#### **3.1 Цель работы**

Исследовать основные характеристики разъемов и приобрести практические навыки инсталляции модульного разъема RJ45.

#### **3.2 Краткие теоретические сведения**

##### **3.2.1 Ключевые положения**

Разъемы для витых пар предназначены для обеспечения разъемного соединения кабелей СКС с коммутационным оборудованием в кроссовых, информационных розетках рабочих мест, с активным сетевым оборудованием.

Сегодня наиболее широко применяемым разъемом для создания СКС является модульный разъем. Модульный разъем изначально разрабатывался для телефонных систем, однако простота его подключения и отключения привела к его широкому распространению в области передачи данных, и в 1987 году сертифицирован для использования в системах ISDN. В настоящее время модульный разъем применяется во всех трех подсистемах СКС (магистральная, вертикальная, горизонтальная) (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Телекоммуникационный разъем

Основными требованиями, которые выдвигаются к разъемам, являются:

- минимальное затухание;
- высокое переходное затухание;
- минимальные структурные возвратные потери;
- небольшое сопротивление постоянному току;
- временная и температурная стабильность характеристик;
- простота монтажа;
- хорошие массогабаритные показатели.

Разъемы устанавливаются:

- в рабочем помещении (РП) комплекса, обеспечивая коммутации магистралью здания, магистралью комплекса и активным оборудованием;
- в РП здания, обеспечивая коммутации с магистралью здания и активным оборудованием;
- в РП этажа, обеспечивая коммутации между магистралью здания и горизонтальными кабелями активным оборудованием;
- в точке перехода горизонтальной подсистемы (если она есть);
- в информационной розетке.

Разъемы должны обеспечить гибкость установки (на стенах, в стенах, в стойках и на других типах монтажных устройств и фиксирующей арматуры).

### **3.2.2 Спецификации разъема 8P8C (RJ45)**

Каждый горизонтальный кабель должен быть оснащен разъемом с бесключевым гнездом и иметь соответствующие механические и электрические параметры.

Расположение контактов и пар должно соответствовать схеме, изображенной на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Восьмиконтактное гнездо и расположение пар (вид разъема спереди)

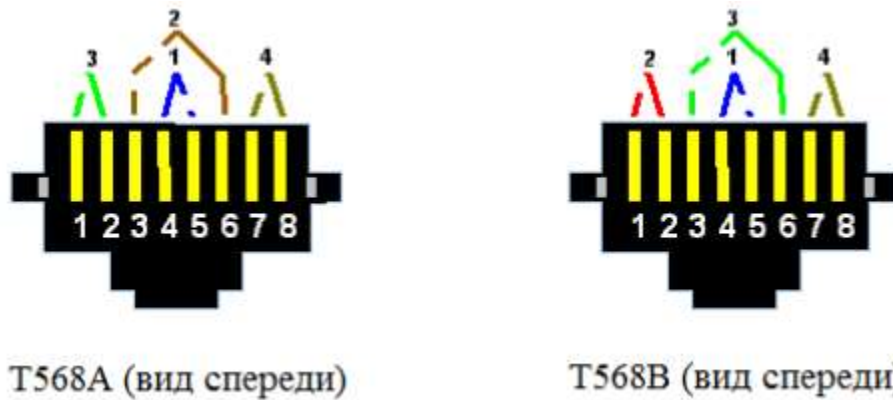
Если телекоммуникационный разъем установлен на двухпарном кабеле, пары подключаются на контакты 4 – 5 и 3 – 6 согласно рисунку 3.2.

Переназначение пар в разъеме следует выполнять без модификаций подключения пар горизонтального кабеля. Если в разъеме выполняется переназначение пар, должна быть четко указана конфигурация разъема. Когда в одной и той же кабельной системе используются две физически аналогичные кабельные линии (например, с различными категориями рабочих характеристик или кабеля с различными номинальными сопротивлениями), особое внимание следует уделить тому, чтобы линии были надлежащим образом обозначены (промаркированы).

Для правильного соединения следует убедиться, что пары в разъеме информационной розетки и в разъеме РП этажа подключены на соответствующие контакты. Если пары подключены на разные контакты с двух сторон линии, соединение будет потеряно.

### 3.2.3 Отличия стандартов ANSI/TIA/EIA-568-A и ANSI/TIA/EIA-568-B

Определены две последовательности с детальным указанием номеров пар и расположения их проводников.



T568A (вид спереди)

T568B (вид спереди)

Рисунок 3.3 – Расположение пар T568A и T568B (вид разъема спереди)

Публикация FIPS PUB 174 Федерального правительства США признает только последовательность T568A.

Поскольку международные / европейские стандарты не определяют расположение пар, производители СКС рекомендуют одну из моделей последовательности, которая распространяется не только на подключение телекоммуникационных разъемов, но и всей СКС в целом.

### 3.2.4 Правила монтажа

Длина расплетения кабельного элемента (витой пары) для монтажа на разъем должна быть как можно меньше. Рекомендуется удалять оболочку кабеля не больше, чем необходимо для монтажа разъема. Для линий категории 4 рекомендуется, чтобы расплетение пары не превышало 25 мм, а для линий категории 5 – 20-30 мм. В четырехпроводных кабелях концы четверки могут быть свиты различным образом.

Качество монтажа являются существенным фактором, влияющим на параметры среды передачи и обеспечивающим администрирование установленных кабельных систем.

В процессе монтажа следует избегать чрезмерных механических напряжений в кабеле, вызываемых натяжением, резкими изгибами и чрезмерной затяжкой жгутов кабеля.

Разъемы должны быть установлены с учетом:

- Минимальное искажение передаваемого сигнала и эффективность экрана (в экранированных системах) достигается правильной подготовкой кабеля, монтажом разъемов (в соответствии с инструкциями) и организацией кабелей.

- Достаточного пространства для размещения оборудования, обслуживающего кабельную систему. Стойки и шкафы должны иметь достаточные проходы спереди, сзади и сбоку для размещения кабелей и доступа к ним.

### **3.3 Порядок выполнения работы**

1) Произвести инсталляцию модуля RJ45 с обеих сторон кабеля.

2) Определить тип и категорию кабеля, зарисовать его поперечное сечение.

3) Изобразить расположение пар в стандартах T568A и T568B с цветовой маркировкой.

4) Тестером проверить работоспособность кабельной линии.

4) Ответить на контрольные вопросы.

5) Сделать выводы.

### **3.4 Контрольные вопросы**

1) Для чего в СКС применяются телекоммуникационные разъемы?

2) Какие требования выдвигаются к ТР?

3) С какой целью применяется маркировка и цветовое кодирование ТР?

4) Для соединения каких элементов СКС и в каких подсистемах применяется ТР?

5) Что должна обеспечивать конструкция ТР?

6) Какие требования должны соблюдаться при монтаже ТР?

## **4 Лабораторная работа №4 «Подготовка оптического волокна для сварки»**

### **4.1 Цель работы**

Получение навыков работы по разделке волоконно-оптического кабеля, скалывания оптического волокна и монтажу оптического кабеля в оптическую муфту.

### **4.2 Порядок выполнения работы**

#### **4.2.1 Подготовка основания муфты\***

Перед началом работ необходимо открыть замок хомута, Снять хомут, корпус и уплотнительное кольцо с основания муфты. Далее снять сплайс-пластину. Для жёсткого крепления муфты применяется держатель. Зафиксировать основание муфты в держателе (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Крепление основания муфты

Монтаж кабеля будет осуществляться в овальный ввод. С помощью ножовки срезаем наконечник овального ввода (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Срез наконечника овального ввода

Надеть на кабели термоусаживаемую манжету. Стрелка на трубке должна быть направлена к основанию муфты (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 –Термоусаживаемая манжета

#### 4.2.2 Разделка оптического кабеля

Первым этапом подготовки является разделка кабеля. Для разделки кабеля используется кабельный зажим (рисунок 4.4).

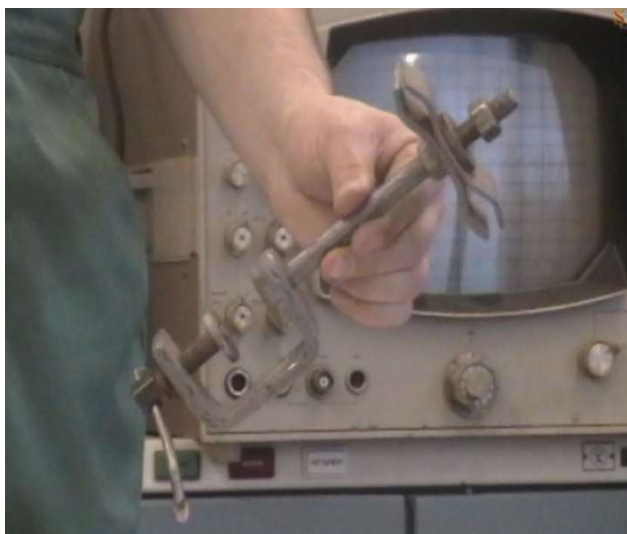


Рисунок 2.4 – Кабельный зажим

С помощью кабельного зажима осуществить крепление волоконно-оптического кабеля. Рулеткой отмерить расстояние 120 сантиметров от конца кабеля и нанести метку. По метке установить кабельный нож, сделать круговой разрез и затем продольный (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Установка кабельного ножа

Разрезанная наружная оболочка снимается (рисунок 4.6).





Рисунок 4.6 – Съём наружной оболочки

Кевларовые нити расплести и отрезать ножом. От среза наружной оболочки на расстоянии 1 сантиметра нанести метку. Кабельным ножом сделать круговой разрез и продольный разрез. Срезанная внутренняя оболочка снимается (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Съём внутренней оболочки

Далее снять полиэтиленовую изоляцию и протереть оптические модули жидкостью для удаления гидрофобной

жидкости. Расплести модули, обвитые вокруг центрального силового элемента (рисунок 4.8).

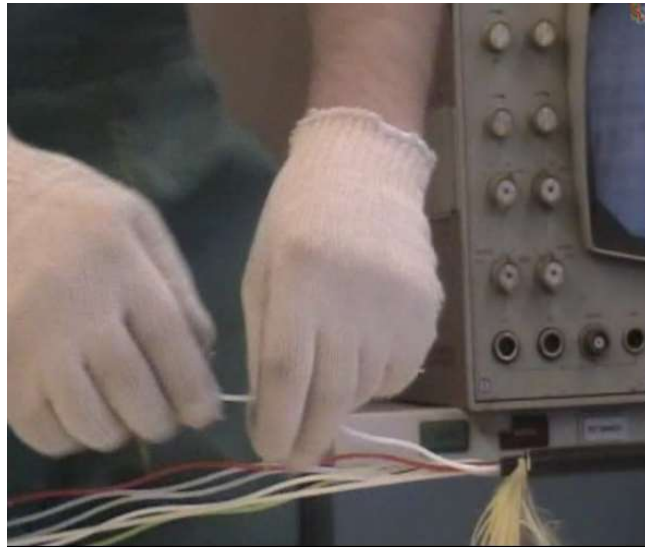


Рисунок 4.8 – Расплетение модулей

Отрезать модули, в которых нет оптических волокон. На расстоянии 7,5 сантиметров от среза внешней оболочки кабеля отрезать силовой элемент.

#### 4.2.3 Выполнение скола оптического волокна

Разблокируйте рычаг скалывателя: нажмите мягко на рычаг скалывателя (1) (рисунок 4.9), сдвиньте стопор (2).

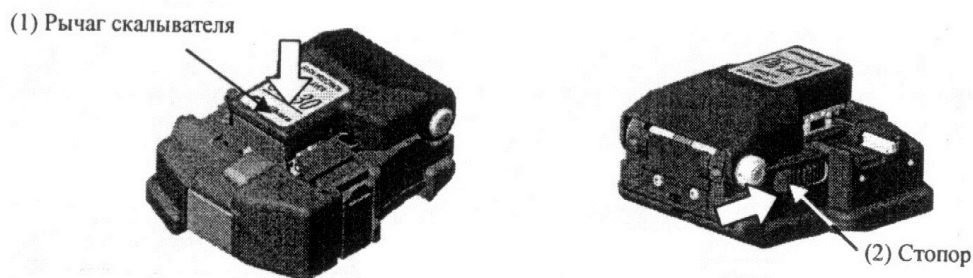


Рисунок 4.9 – Разблокировка скалывателя

С помощью стриппера снимите защитную оболочку волокна на длину 24-35 мм. Протрите волокно безворсовой салфеткой,

смоченной в спирте. Нажмите на кнопку (3) до момента ее фиксации. Установите волокно в скалыватель, совместив край защитного покрытия волокна с риской 12 мм (рисунок 4.10, 4.11).

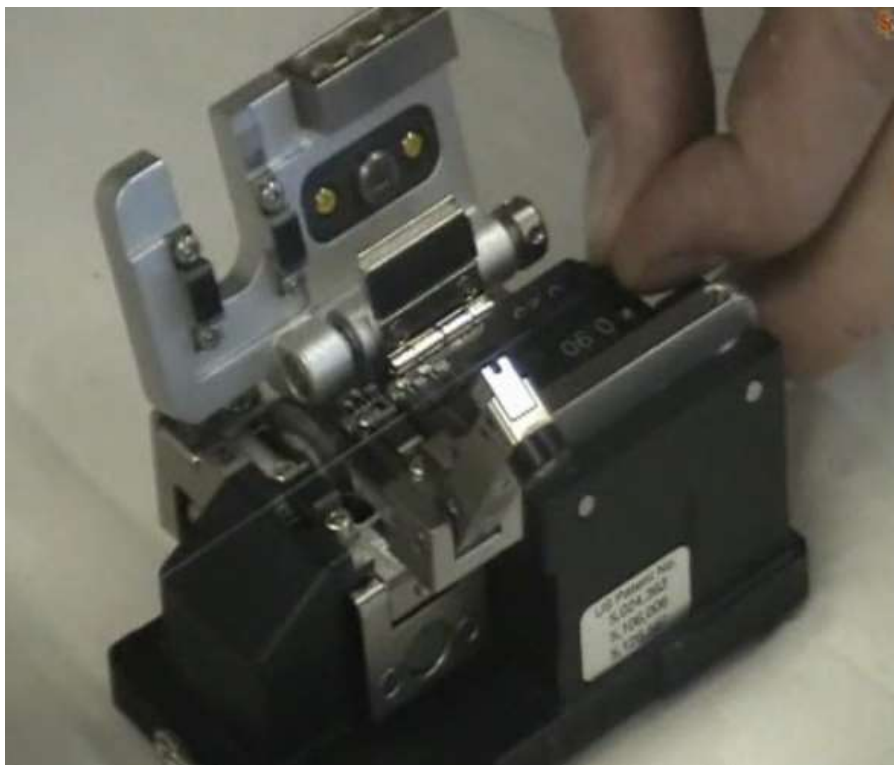


Рисунок 4.10 – Установка волокна в скалыватель

При использовании скалывателя СТ-30А для отрезания желаемого участка оптического волокна необходимо выровнять окончание оболочки по градуированной шкале. При использовании держателя для ленточного волокна, проверьте параллельность волокон и отсутствие их перехлестывания.

Нажмите на рычаг скалывателя (1). Отпустите рычаг скалывателя (1). Силовая пружина вернет его в исходное положение. Обрезанная часть оптического волокна подается в контейнер для сбора сколотого волокна (5) автоматически.

Не удерживайте кнопку (3) при выполнении скалывания и не препятствуйте ее движению, так как это может привести к нежелательным последствиям.

Если вернуть рычаг скалывателя (1) в исходное положение, не доведя его до упора, скол волокна может оказаться некачественным

Чаще освобождайте контейнер для сколотого волокна (5) от содержимого.

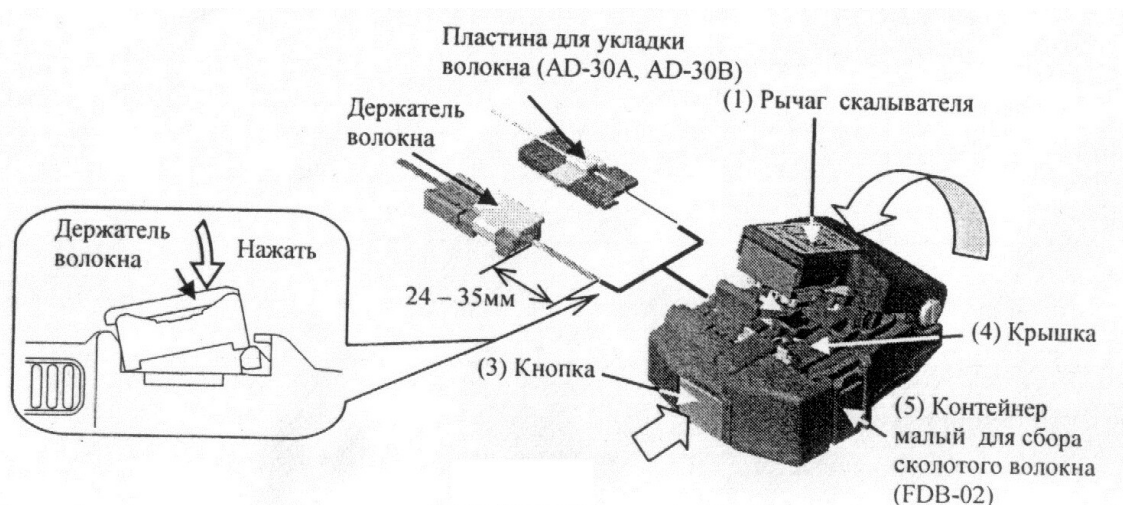


Рисунок 4.11 – Скальвание волокна

#### 4.2.4 Укладка волокна в сплайс-пластину в муфте\*

Готовое соединение следует уложить в сплайс-пластину(оптическую кассету) (рисунок 4.12).



Рисунок 4.12– Укладка соединения в оптическую кассету

После этого выполнить укладку оптического волокна. Радиус изгиба волокна должен быть не менее 3 сантиметров (рисунок 4.13).

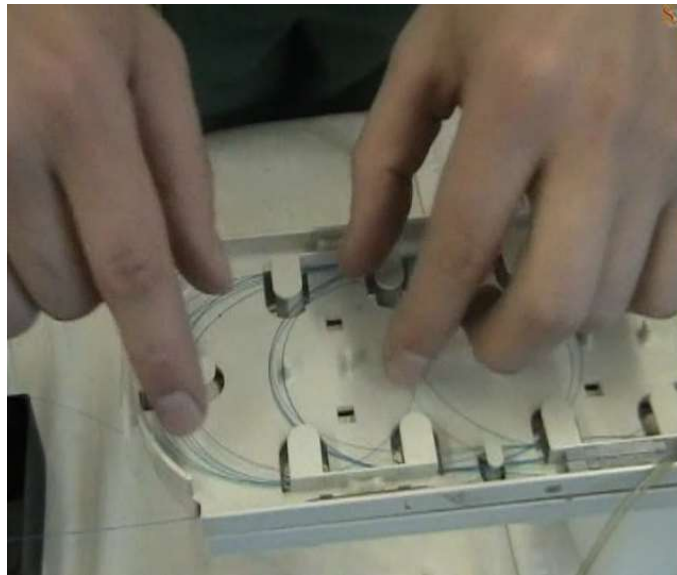


Рисунок 4.13– Укладка волокна в сплайс-пластину

#### **4.2.5 Заделка кабельного ввода с помощью термоусаживаемой манжеты\***

Круглый ввод обработать по окружности наждачной полоской (рисунок 4.14).



Рисунок 4.14– Обработка кабельного ввода

Чистящей салфеткой протереть ввод и кабель. Отметить длину трубки на внешней оболочке кабеля (рисунок 4.15).





Рисунок 4.15– Отметка длины трубки на внешней оболочке кабеля

Совместить метку на кабеле с полоской на защитной алюминиевой фольге и обернуть ей кабель (рисунок 4.16).



Рисунок 4.16–Защита кабеля алюминиевой фольгой

Надвинуть герметизирующую трубку на круглый ввод до основания муфты. С помощью фена нагревать трубку со стороны основания муфты. Температура фена должна быть не менее 350 градусов (рисунок 4.17).



Рисунок 4.17– Усаживание термотрубки

Усаживать трубку необходимо до тех пор, пока термоиндикаторная зелёная краска не изменит свой цвет на чёрный. После усадки трубки у основания муфты необходимо дать ей остыть 5 минут, затем продолжить усадку в сторону кабеля. Кольцо красного клея должно быть видимым на кабеле и на крае трубки (рисунок 4.18).



Рисунок 4.18– Красный клей на кабеле и крае трубки

#### 4.2.6 Окончание монтажа муфты\*

Не трогать кабели, пока трубка не остынет. После того, как трубка остыла, сверху сплайс-пластины уложить силикагель и закрепить с помощью изоленты (рисунок 4.19).



Рисунок 4.19– Укладка силикагеля

Муфту освободить из кронштейна и надеть уплотнительное кольцо (рисунок 4.20).



Рисунок 4.20– Уплотнительное кольцо



Надвинуть корпус муфты на основание и установить хомут на фланце основания и корпуса муфты и зафиксировать его при помощи замка(рисунок 4.21).



Рисунок 4.21– Хомут

Монтаж муфты выполнен.

### 4.3 Контрольные вопросы

- 1) Порядок разделки оптического кабеля?
- 2) На каком расстоянии от конца кабеля снимается внешняя оболочка?
- 3) На каком расстоянии от среза внешней оболочки кабеля отрезается силовой элемент?
- 4) На каком расстоянии снимется защитное покрытие волокна?
- 5) Каким должен быть минимальный радиус изгиба волокна в сплайс-пластине?

## 5 Лабораторная работа №5 «Сварка оптического волокна»

### 5.1 Цель работы

Получение навыков работы по сварке оптических волокон и их термоусадке.

### 5.2 Краткие теоретические сведения

#### 5.2.1 Сварочный аппарат Fujikura FSM-18S

##### 5.2.1.1 Назначение сварочного аппарата

Предназначен для соединения оптических волокон (ОВ) термическим способом (сварки) с юстировкой при помощи V-образных канавок, используемых для укладки ОВ.

##### 5.2.1.2 Технические характеристики

Таблица 5.1 – Технические характеристики

Типы свариваемых волокон	Одиночные кварцевые оптические волокна: одномодовые (SM, ITU-T G.652), многомодовые (MM, ITU-T G.651), со смешенной областью дисперсии (DS, ITU-T G.653), и смешенной ненулевой дисперсией NZDS (G.655)
Диаметр свариваемого волокна	125 мкм
Диаметр покрытия свариваемого волокна	От 250 мкм до 1000 мкм
Длина зачищаемых волокон	– От 8 до 16 мм для внешнего покрытия, не более 250 мм; – 16 мм для внешнего покрытия более 250 мкм; – 10 мм при наличии дополнительной ограничительной пластины.
Реальные средние потери на сварном соединении	0,05 дБ для SM; 0,02 дБ для MM; 0,08 дБ для DS; 0,08 дБ для NZDS
Типичное время сварки	11 секунд для SM волокна
Коэффициент отражения от сварного соединения, дБ	Не более -60 дБ
Программы сварки	40 настраиваемых пользователем, до 60 установ-

	ленных заводских режимов сварки
Оценка потерь сварки	есть
Функция внесения потерь в месте сварки	нет
Сохранение результатов сварки	Внутренняя память позволяет сохранять до 2000 результатов сварки
Просмотр места сварки	Оси X и Y одновременно или отдельно с помощью двух CMOS телекамер на 4,1" цветном ЖК дисплее
Увеличение места сварки	В 300 раз для отдельного просмотра; В 187 раз для одновременного просмотра по осям X и Y.
Условия эксплуатации	От 0 до 3660 м над уровнем моря; Относительная влажность от 0 до 95%; Температура от - 10°C до +50°C; Допустимая скорость ветра 15 м/с.
Проверка механической прочности места сварки	1,96 ~ 2,25 Н
Термоусадка	Встроенный нагреватель с 30 режимами нагрева
Время термоусаживания	Около 30 сек. Для КДЗС производства Fujikura
Типы применяемых термоусадочных трубок	Стандартные, длиной 60 мм или 40 мм, а также меньшего размера
Количество сварок с термоусадкой при питании от аккумуляторной батареи	150 сварок от полностью заряженной батареи ВTR-08
Интерфейсы	USB 1.1 (тип USB-B), видео разъем RCA/NTSC
Размер	136x161x143 мм
Вес	2,1 кг (с сетевым адаптером); 2,5 кг (с аккумуляторной батареей)

### 5.2.1.3. Состав комплекта

Сварочный аппарат с русифицированным меню FSM-18S	- 1 шт
Съемный блок питания 200В/12В с зарядным устройством	ADC-13
	- 1 шт
Аккумуляторная батарея (ВTR-08)	- 1 шт
Шнур для зарядки (DCC-14)	- 1 шт
Шнур питания сетевой АСС-15	- 1 шт
Запасные электроды ELCT2-20А	- 1 пара

Приемный лоток для термоусаживаемых КДЗС	JP-04	- 1 шт
Жесткий кейс для переноски	CC-24	- 1 шт
Прецизионный скалыватель оптоволокна	CT-30A	- 1 шт
Руководство по эксплуатации на русском языке		- 1 шт
USB кабель	USB-01	- 1 шт

В комплекте со сварочным аппаратом поставляется прецизионный скалыватель оптических волокон CT-30 с описанием и инструкцией по эксплуатации.

Общий вид аппарата показан на рисунке 5.1.

Аппарат FSM-18S может работать самостоятельно или подключаться к персональному компьютеру (ПК). В первом случае управление аппаратом и проведение сварки осуществляется с помощью собственного монитора во втором с помощью ПК.

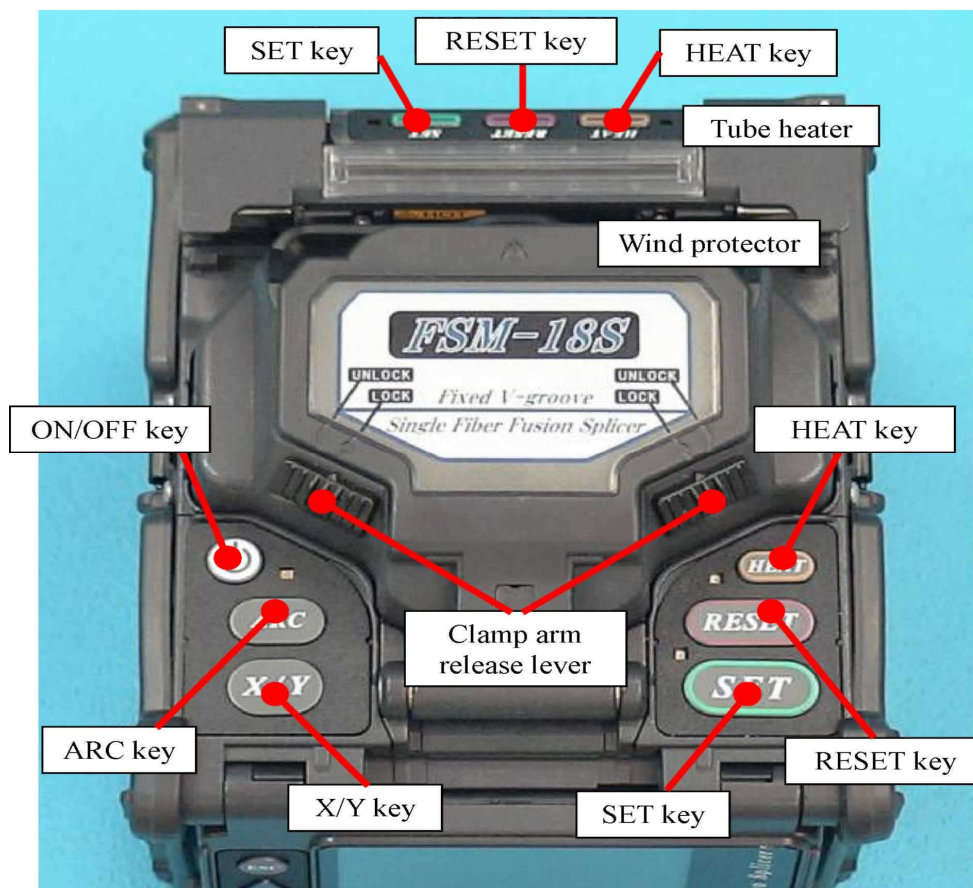


Рисунок 5.1 –Сварочный аппарат FujikuraFSM-18S

#### 5.2.1.4. Устройство и принцип работы

Сварочный аппарат Fujikura FSM-18S предназначен для сварки оптических волокон с применением юстировки при помощи V-образных канавок. Волокна совмещаются друг с другом за счет укладки их в V-образные калиброванные канавки. Перемещение волокон осуществляется только по оси  $Z$ . На рисунке 5.2 представлен принцип работы аппарата.

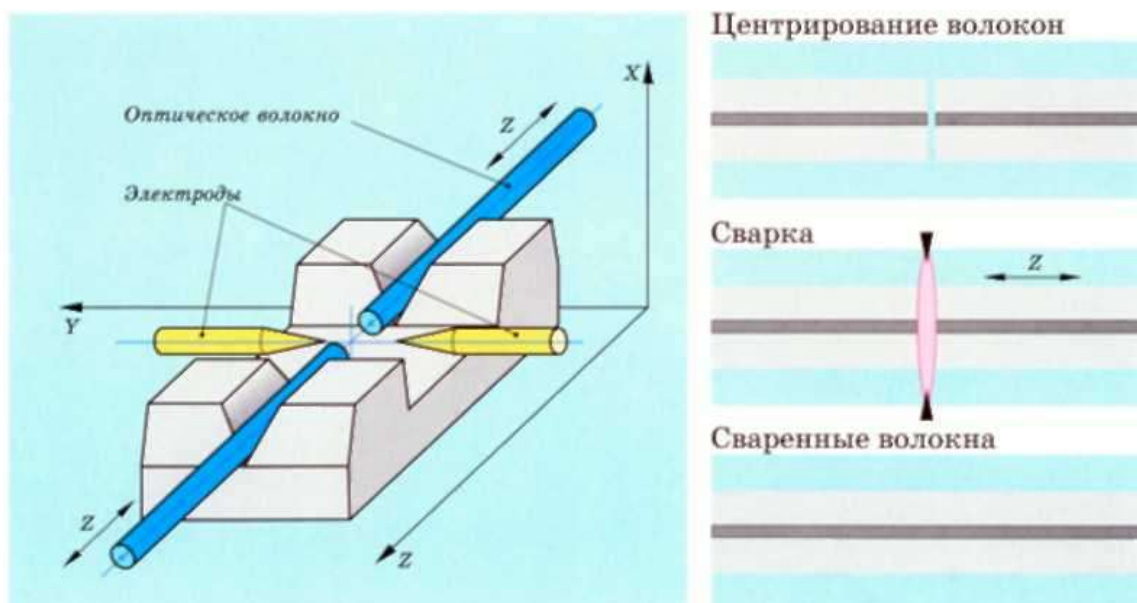


Рисунок 5.2 – Принцип работы сварочного аппарата Fujikura FSM-18S

Принцип действия аппарата Fujikura FSM-18S основан на расплавлении предварительно отъюстированных концов срачиваемых ОВ с их последующим сведением и слиянием. Положительным дополнительным эффектом от использования такой схемы сращивания оптических волокон является эффект самоцентрирования, то есть возникающие при сведении световодов силы поверхностного натяжения уменьшают смещение осей срачиваемых волокон и потери в области соединения.

Для нагрева срачиваемых ОВ применяются электрическая дуга (точнее тлеющий разряд) тока высокой частоты, плазменная или кислородная горелка, а также луч  $\text{CO}_2$ -лазера. В настоящее время из-за ряда эксплуатационных и технических преимуществ

практическое применение находит исключительно сварка электрической дугой. Принцип сварки электрической дугой показан на рисунке 5.3.

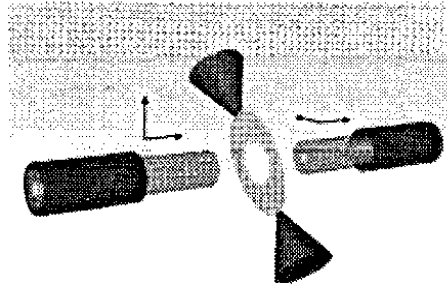


Рисунок 5.3 – Принцип сварки электрической дугой

Собственно процедура сварки в общем случае реализуется в три этапа:

1) Очистка волокна. В процессе выполнения этой операции в область торцевой части очищенных участков ОВ подается кратковременная электрическая дуга, которая выжигает оставшиеся на поверхности загрязнения. Расстояние между торцевыми поверхностями в этом режиме близко к диаметру ОВ, то есть выбирается примерно равным 100 мкм. Одновременно на этапе очистки осуществляется удаление возможных трещин на боковой поверхности световодов, что увеличивает прочность и долговременную стабильность сварного срукта. В случае необходимости процедура очистки повторяется несколько раз.

2) Так называемое оплавление, или предсварка (prefusion). В процессе выполнения данной процедуры ОВ сближаются на расстояние 10 - 15 мкм, при этом ток дуги и продолжительность ее подачи увеличиваются. В результате выполнения предсварки торцы волокон оплавляются и приобретают немного выпуклую форму.

3) Основная сварка. Эта процедура начинается сразу же после завершения этапа предсварки без перерыва. Ток дуги и время ее подачи возрастают еще больше и регулируются по специальному алгоритму. При расплавлении стекла ОВ сводятся

вплотную и начинается процесс их слияния и формирование неразъемного соединения.

#### **5.2.1.5. Подключение аппарата FujikuraFSM-18S к ПК**

Аппарат FujikuraFSM-18S укомплектован USBкабелем для подключения к ПК. Для этого необходимо установить программное обеспечение «FSMDataConnectionSoftware» из прилагаемого CDдиска на ПК, и соединить его с аппаратом USBкабелем. На рисунке 5.4 представлена иллюстрация такого подключения.



Рисунок 5.4 –Подключение сварочного аппарата FujikuraFSM-18S к ПК

Это позволяет отслеживать и управлять всем циклом сварки непосредственно с ПК, сохранять и анализировать результаты сварок, составлять отчеты.

#### **5.2.2 Сварка оптических волокон**

Сварка оптоволоконна осуществляется с помощью специальных сварочных аппаратов и обычно выполняется в три этапа:

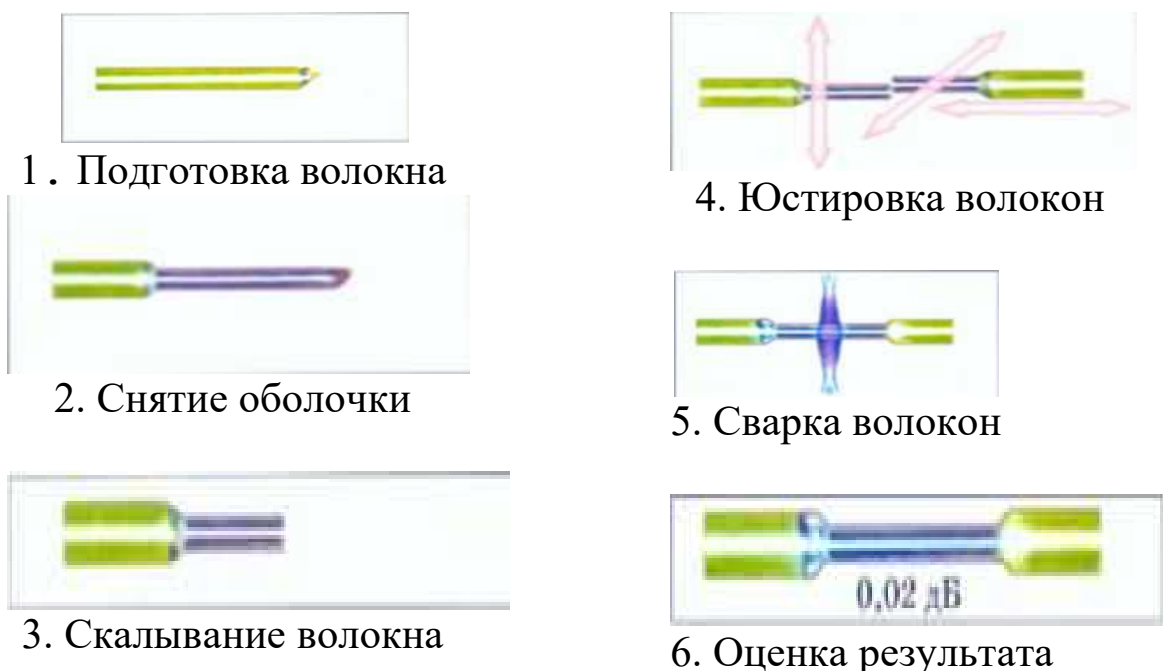
- подготовка и зачистка кабеля, получение качественного торца;

- сваривание сварочным аппаратом;
- тестирование и оценка качества соединения.

Сварочный аппарат осуществляет соединение оптоволокна с хорошими параметрами места соединения просто и быстро. Современные сварочные аппараты позволяют снизить потери в месте соединения до 0,04 дБ и менее. Аппарат автоматически выполняет все необходимые операции: юстирует оптоволокна, расплавляет концы оптоволокон, сваривает их. Наиболее функциональные (но и, к сожалению, более дорогие) модели так же проверяют качество соединения. После чего место сварки защищают, обычно при помощи термоусадочной гильзы.

Сварка оптического волокна также используется при оконцовке волокна коннекторами. Для этих целей используются готовые волоконно-оптические перемычки – пигтейлы (англ. Pigtail – гибкий проводник). Пигтейл обычно изготавливается в заводских условиях, он представляет собой отрезок оптоволоконного кабеля, который имеет с одной стороны оптический коннектор. Волоконно-оптический кабель сваривается с волокном пигтейла, а уже при помощи коннектора его подключают к оборудованию.

На рисунке 5.5 последовательно показаны операции подготовки и сварки ОВ.





## Рисунок 5.5 – Операции подготовки и сварки оптического волокна

На рисунке 5.6 представлены иллюстрации основных причин некачественной сварки ОВ.

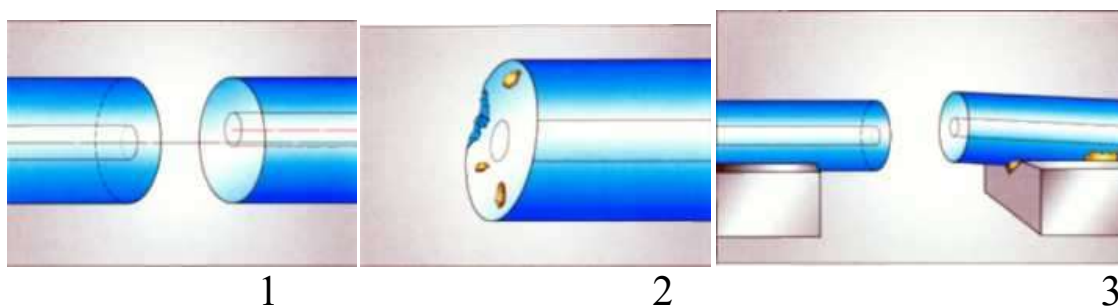


Рисунок 5.6 – Причины некачественного соединения ОВ, где:  
1 -эксцентриситет сердцевины и оболочки волокна  
2 -загрязнениеираковины на поверхности скола  
3 -наличие загрязнения в V-образной канавке

Таким образом, качество сварного соединения напрямую зависит от подготовки торцевой поверхности ОВ и чистоты V-образных канавок.

### 5.3 Порядок выполнения работы

#### 5.3.1 Включение сварочного аппарата

1) Нажать клавишу ON/OFF и удерживать ее до тех пор, пока не загорится зеленый индикатор.

2) Выбрать подходящий режим сварки и режим термоусадки (для большинства типов одномодовых и многомодовых ОВ подходит режим «АUTO»).

3) Удостовериться, что режим сварки соответствует типу свариваемого волокна.

#### 5.3.2 Сварка оптического волокна

1) Открыть ветрозащитную крышку и фиксаторы ОВ.

2) Поместите заготовленные ОВ в V-образные канавки.

- 3) Удостоверьтесь, что края ОВ расположены по середине между краем V-образной канавки и центром оси электродов.
- 4) Закрывать ветрозащитную крышку и фиксаторы ОВ.
- 5) Нажать клавишу “SET” для начала сварки.
- 6) Провести наблюдение сварки.
- 7) Занести сведения о потерях в сварочном соединении в отчет

### **5.3.3Термоусадка**

- 1) Открыть ветрозащитную крышку и фиксаторы ОВ.
- 2) Переместить термоусадочную гильзу так, чтобы центр гильзы совпадал с местом сварного соединения.
- 3) Установить ОВ с термоусадочной гильзой в печку.
- 4) Включить нагрев, закрыв крышку печки.
- 5) После завершения термоусадки и охлаждения гильзы вынуть ее из печки.

### **5.4 Контрольные вопросы**

- 1) Назначение и принцип действия сварочного аппарата FujikuraFSM-18S?
- 2) Основные этапы процедуры сварки ОВ?
- 3) Причины некачественной сварки ОВ?
- 4) Метод юстировки оптического волокна перед сваркой?
- 5) Метод упрочнения соединения оптических волокон после сварки?

## 6 Лабораторная работа №6 «Тестирование оптического волокна»

### 6.1 Цель работы

Получение навыков измерений на оптическом рефлектометре. Проведение измерения в реальном времени.

### 6.2 Краткие теоретические сведения

#### 6.2.1 Оптический рефлектометр Yokogawa AQ7275

##### 6.2.1.1 Назначение

Компактный оптический рефлектометр в полевом исполнении AQ7275 создан специально для проведения измерений оптических характеристик при прокладке и эксплуатации оптических линий связи. Рефлектометр AQ7275 позволяет проводить измерения как на коротких трассах городских СКС или сетях PON/FTTx, так и на протяженных магистральных линиях. Дополнительно (опции) в приборе могут быть установлены измеритель оптической мощности и источники излучения.

Важным достоинством рефлектометрических измерений является то, что в них измерительный прибор подключается только к одному концу линии (рисунок 4.1). Так как типичная длина регенерационного участка в магистральной линии передачи составляет около 100км (с оптическими усилителями ~ 1000 км), то ясно, что подключать измерительную аппаратуру только к одному концу такой линии значительно проще.

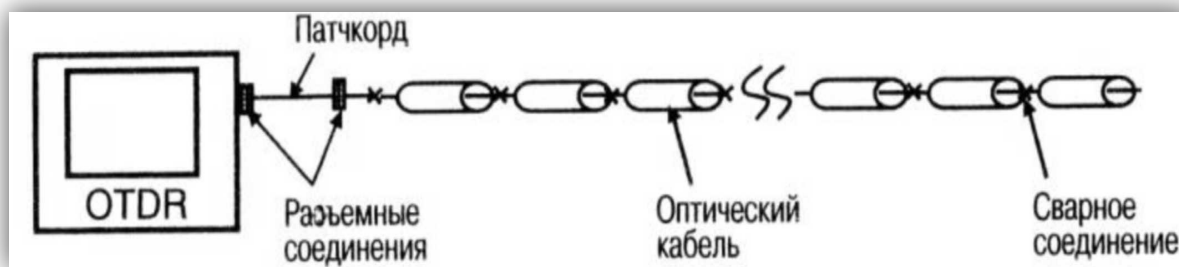


Рисунок 6.1 – Рефлектометр подключается только к одному из концов линии

### 6.2.1.2. Технические характеристики YokogawaAQ7275

Экран	8.4 дюймовый цветной TFT(640x480 точек)
Диапазон расстояний, км	0.5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 300; 400
Разрешение считывания с экрана, см	1 (min)
Разрешение выборки, м	0.05; 0,10; 0.2; 0.5; 1;2;4;8; 16; 32
Число точек в рефлектограмме (точек выборки)	До 50000
Групповой показатель преломления	1.30000... 1.79999 (с шагом 0.00001)
Единицы измерения расстояний	км, мили, футы
Длительность импульса, нс	3**, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000*, 10000, 20000
Точность измерения расстояний	$\pm 1 + \text{длина трассы} \times 2 \times 10^5 \pm \text{разрешение выборки}$
Внутренняя память	Более 1000 рефлектограмм.
USB (1.1)	Тип А (принтер и внешняя USB-flashкарта памяти) Тип В (дистанционное управление и доступ к внутренней памяти)
LAN (опция)	10/100 BASE-T
Встроенный термопринтер (опция)	576-точек/линий, ширина загружаемого рулона бумаги - 8 см.
АС адаптер питания	Для работы от сети 100-240 В, 50/60 Гц
Аккумуляторная батарея	Время работы: 6 часов, время зарядки батареи - 5 часов
Вес (без опций), кг	2.8
Размеры (без защитных накладок)	287x197x85 287x197x135 (с опцией термопринтера и сети LAN)
Температурный диапазон эксплуатации	0°C ... 45°C при использовании термопринтера: 0°C ... 35°C (влажность не более 80%)
Температурный диапазон хранения	-20°C ... +60°C
Температурный диапазон зарядки аккумуляторной батареи	0°C ... +35°C
Относительная влажность не более	85% (без конденсации)
* Длительность импульса 5000 не доступна только для измерения на длине волны 850 нм (ММ).	
**Для длин волн 850/1300 нм (ММ) длительность импульса 3 нс недоступна.	

Таблица 6.1 – Технические характеристики

### 6.2.1.3. Состав комплекта

Ниже указаны стандартные принадлежности, поставляемые вместе с прибором:

- 1) AQ7270 Series OTDR User's Manual B8070TH;

- 2) АдаптерпитанияВ8070ТN;
- 3) Аккумуляторная батарея В8070ТL;
- 4) Бумага для принтера А9010ZР(поставляется, если при заказе был указан суффикс /РL);
- 5) USBflash– карта;
- 6) Универсальный адаптер (FC)А1023РJ;
- 7) Наплечный ремень В8070СУ (поставляется, если при заказе был указан суффикс /SВ);
- 8) Боковой ременьВ8070СХ;
- 9) Программное обеспечение для обработки рефлектограмм 735070;
- 10) Сетевой шнур стандарта VDEА1071WД;
- 11) Сумка для переноски738960.

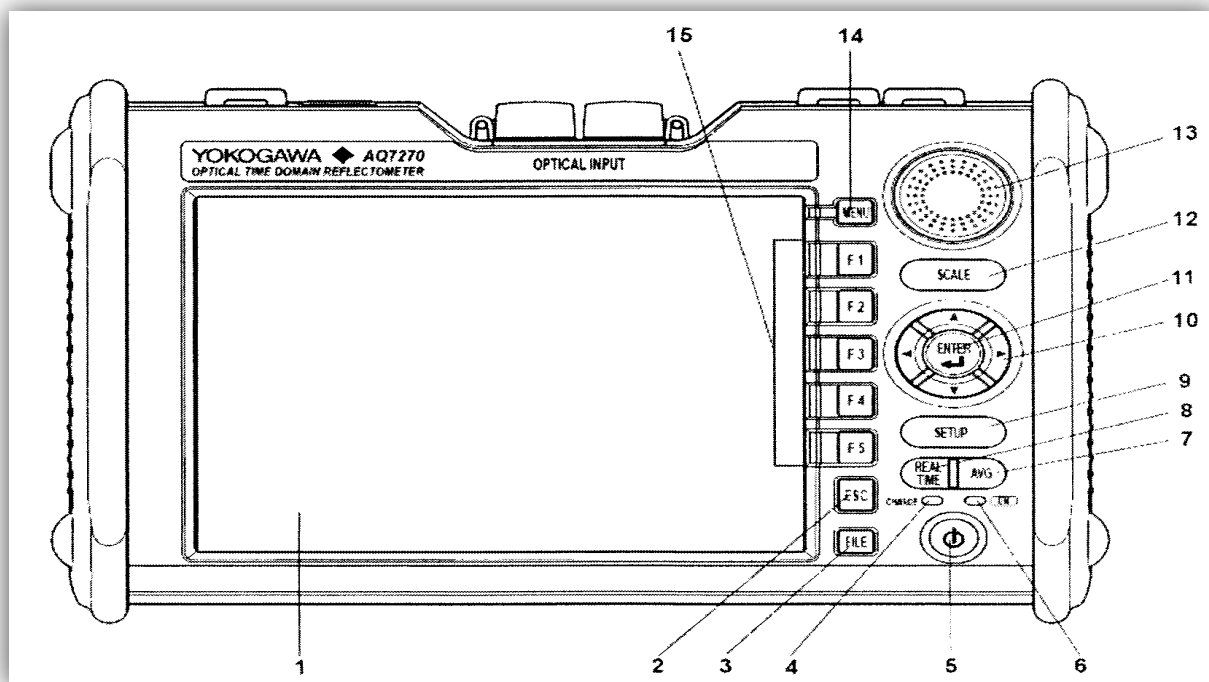


Рисунок 6.2 –Лицевая панель прибора

Таблица 6.2 – Функциональное назначение кнопок в соответствии с рисунком 6.2

№	Название	Функциональное назначение
1	ЖК-дисплей	Отображает полученные рефлектограммы, условия измерений и т. д.

2	Кнопка ESC	Отмена текущей операции или возврат к предыдущему меню.
3	Кнопка FILE	Служит для выполнения различных операций с файлами (сохранения, копирования, удаления), а также для вывода на печать результатов измерений. В некоторых случаях используется как функциональная кнопка.
4	Индикатор CHARGE	Горит зеленым при зарядке батареи. После зарядки батареи индикатор гаснет. Мигание (зеленым) индикатора сигнализирует о невозможности зарядки батареи (отсутствие или неисправность батареи).
5	Кнопка POWER	ВКЛ/ВЫКЛ прибора.
6	Индикатор POWER	Горит зеленым, когда прибор включен.
		Горит красным, когда аккумулятор разряжен.
7	Кнопка AVERAGE	Запуск/остановка режима измерений с усреднением по времени.
8	Кнопка REALTIME	Запуск/остановка режима измерений в реальном времени.
9	Кнопка SETUP	Установка параметров измерений и настройка рефлектометра. Еще используется для изменения параметров поиска неоднородностей.
10	Кнопки вверх/вниз вправо/влево	Сдвиг, масштабирование рефлектограммы, перемещение курсора по рефлектограмме и др.
11	Кнопка ENTER	Подтверждение действий, ввод параметров и т.д.
12	Кнопка SCALE	Изменение масштаба, сдвиг рефлектограмм.
13	Поворотная нажимная кнопка	Перемещение курсора и маркеров, изменение числовых значений, и т. д.
14	Кнопка MENU	Возврат в основное меню (выбор режима работы прибора - OTDR, источник света, измеритель мощности, одна кнопка).
15	Функциональные кнопки	Нажатие функциональной кнопки соответствует выполнению действия, которое связано с соответствующей кнопкой экранного меню на дисплее рефлектометра. В зависимости от режима, одним и тем же функциональным кнопкам соответствуют различные кнопки экранного меню.

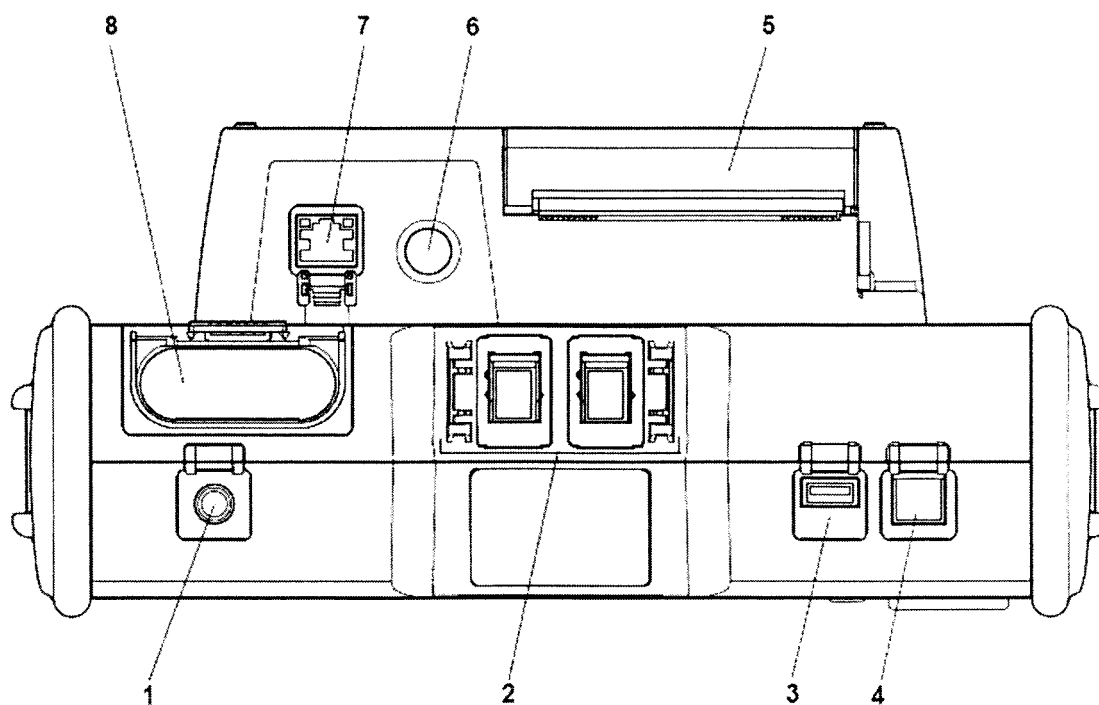


Рисунок 6.3 – Боковая панель (вид сверху)

Таблица 6.3 – Функциональное назначение кнопок в соответствии с рисунком 6.3

№	Название	Функциональное назначение
1	Разъем питания	Используется для подключения сетевого адаптера.
2	Оптические порты	Предназначены для подключения измеряемой оптической трассы.
3	Разъем USB 1.1 (тип А)	Подключение USB-flashпамяти, USBпринтера, USBклавиатуры.
4	Разъем USB 1.1 (тип В)	Разъем для дистанционного управления прибором, доступа к внутренней памяти рефлектометра. (При подключении к ПК).
5	Встроенный термопринтер	Используется для печати рефлектограмм, таблицы неоднородностей, и т. д. (опция /PL)
6	Кнопка протяжки бумаги термопринтера	Протяжка бумаги встроенного термопринтера (опция /PL).
7	Разъем RJ-45	Подключение прибора к сети Ethernet(опция /PL),
8	Отсек аккумуляторной батареи	Отсек для установки аккумуляторной батареи.

\*1 Для измерителя мощности (опция /PM) используется порт 1 (правый). Порт 2 (левый, многодиодный и для длины волны 1650нм) как измеритель мощности не используется.

#### 6.2.1.4. Устройство и принцип работы

Рефлектометр – прибор, принцип измерения которого основан на введении в волокно импульсного оптического излучения и последующем анализе той малой части светового потока, которая возвращается в результате обратного рассеяния и отражения. Рефлектометр строит график зависимости уровня светового потока от расстояния по волокну (рисунок 6.4).

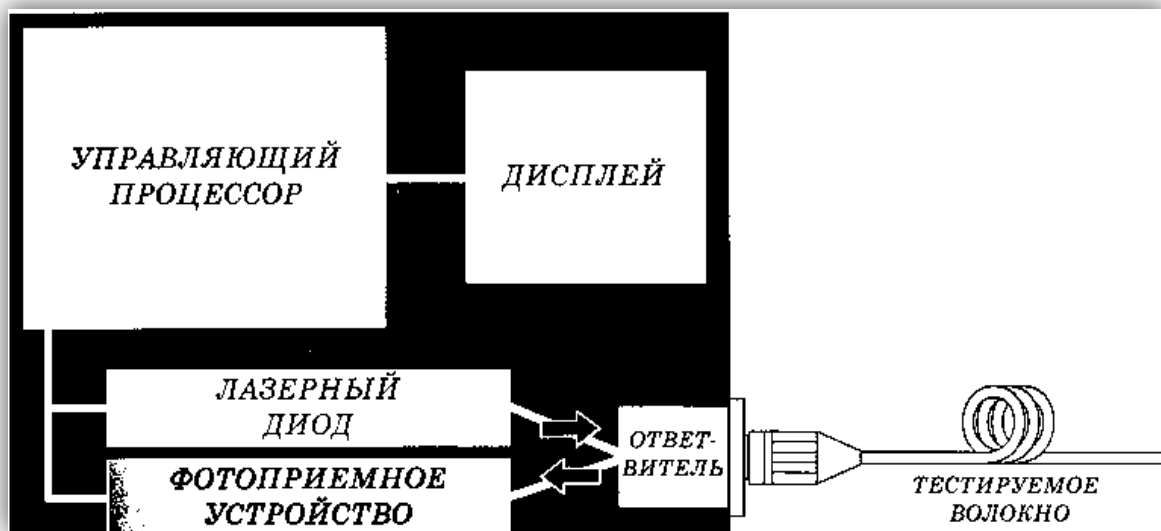


Рисунок 6.4 – Структурная схема работы рефлектометра

Уровень обратного рассеяния прямо пропорционален уровню мощности в тестирующем импульсе. Уровень мощности импульса уменьшается по мере прохождения света по волокну, то же происходит и с уровнем обратного рассеяния. Рефлектометр с определенной дискретностью по длине волокна определяет уровень обратно-рассеянного света и строит график затухания света в волокне в зависимости от расстояния –рефлектограмму (рисунок 6.5).



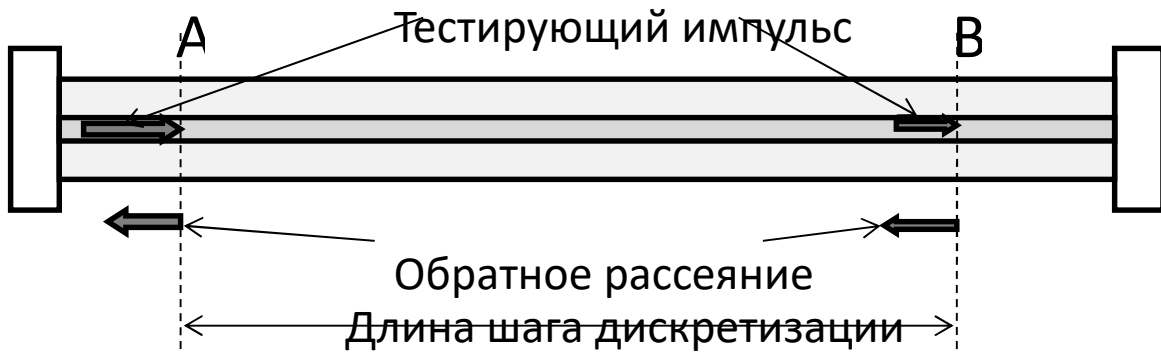


Рисунок 6.5 – Схематичный принцип работы рефлектометра

Прибор AQ7270/AQ7275 излучает в оптическое волокно короткий импульс и измеряет вернувшееся назад за счет **релеевогорассеяния** и отражений от неоднородностей излучение. Полученные данные о мощности и времени задержки зондирующего импульса используются для расчета распределения потерь в волокне. Потери и отражения на неоднородностях оптической трассы, отображенные на рефлектограмме, называются рефлектометрическими событиями (неоднородностями) представлены на рисунке 6.6.

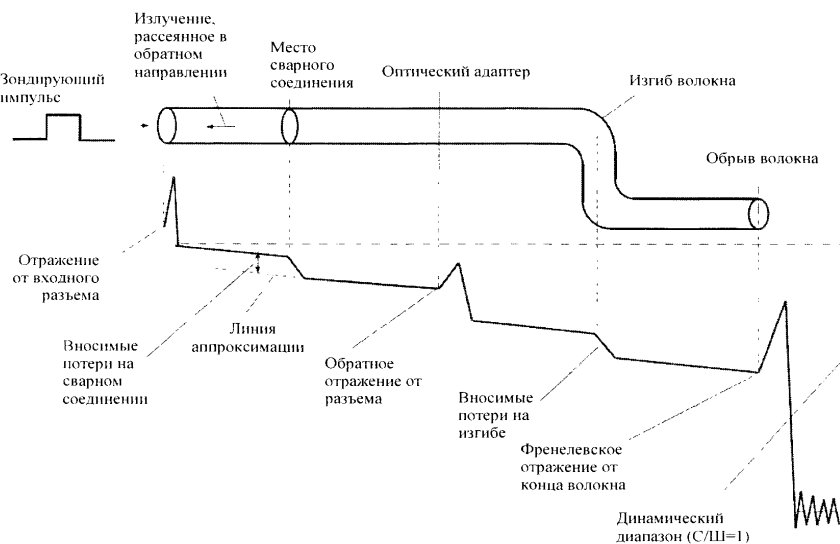


Рисунок 6.6 – Потери и отражения на неоднородностях оптической трассы, отображенные на рефлектограмме

### 6.2.2 Методика измерения длины волокна

Одной из важнейших задач, решаемых с помощью OTDR, является измерение расстояний до неоднородностей. Это расстояние определяется по времени запаздывания импульсов, отразившихся от неоднородности и вернувшихся обратно в рефлектометр. Пересчет времени в расстояние осуществляется автоматически с помощью формулы

$$L = cT / 2n_{\Gamma}, \quad (6.1)$$

где  $c/n_{\Gamma}$  - групповая скорость распространения света в волокне,  $c$  - скорость света в вакууме,  $n_{\Gamma}$  - групповой показатель преломления волокна. Множитель  $1/2$  учитывает то, что импульс света проходит участок длиной  $L$  дважды - в прямом и обратном направлении. При оценках обычно используют приближенные значения  $c = 3 \cdot 10^5$  км/с и  $n_{\Gamma} = 1.5$ . Тогда коэффициент пересчета времени в расстояние получается равным  $0.1$  км/мкс =  $0.1$  м/нс.

В результате такого пересчета рефлектограмма представляется на дисплее OTDR как функция длины волокна. При этом точность измерения расстояния с помощью рефлектометра ограничивается теми же факторами, что и при классических способах измерения расстояния (например, с помощью линейки). А именно, точностью определения положения начала и конца отсчета и точностью калибровки шкалы прибора.

Для OTDR характерно то, что точность измерения расстояния практически не зависит от длительности ( $T$ ) зондирующих импульсов, которая может меняться в широких пределах (от 2 нс до 20 мкс). Обусловлено это тем, что положение неоднородности на рефлектограмме определяется по переднему фронту импульса, как это показано на рисунке 6.7.

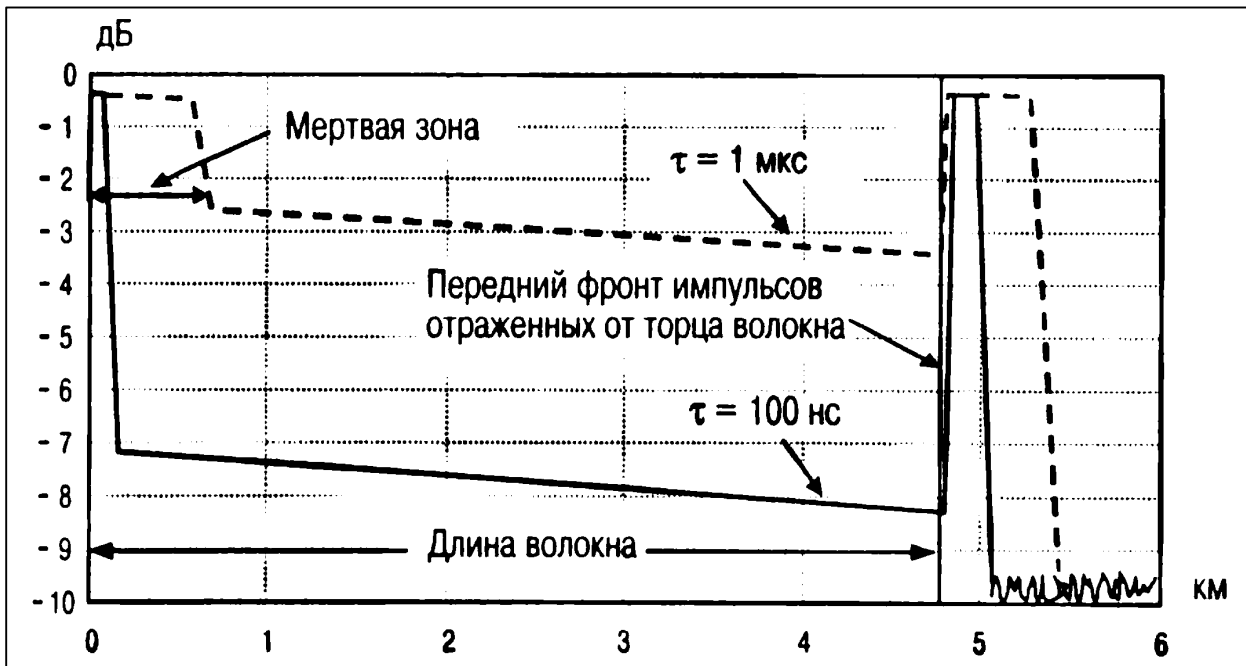


Рисунок 6.7 – Измерение длины волокна по сигналу отражения от конца волокна

На рисунке 6.7 представлены рефлектограммы отрезка волокна длиной около 5 км с погонными потерями порядка 0.2дБ/км на  $\lambda=1550$ нм. Рефлектограммы измерены при двух значениях длительности импульса 100 нс (сплошная линия) и 1 мкс (пунктирная линия). Рефлектограммы представляют собой прямые линии (с углом наклона  $\sim 0.2$ дБ/км) и с всплесками сигнала в начале и в конце линии. Эти всплески сигнала вызваны отражением импульсов света от оптического разъема рефлектометра и от торца волокна и представляют собой по существу осциллограммы отраженных импульсов. Причем передний фронт отраженных импульсов отображается ближе к началу рефлектограммы, так как он приходит на фотоприемник раньше, чем его задний фронт.

Длина волокна находится по расстоянию между передними фронтами импульсов, отраженных от оптического разъема рефлектометра и от заднего торца волокна. Это расстояние, как видно из рисунке 6.7, не зависит от ширины импульса. Точность, с которой определяется положение начала и конца волокна тем выше, чем больше крутизна переднего фронта импульса.

Длительность импульсов определяет величину сигнала обратного релеевского рассеяния света в волокне и ширину мертвой зоны в начале рефлектограммы. При большой длительности импульса (1 мкс) сигнал обратного релеевского рассеяния заметно превосходит уровень шумов в конце рефлектограммы, но при этом мертвая зона делает недоступным для измерения большой участок в начале волокна ( $\sim 0.5$  км). При уменьшении длительности импульса до 100 нс ширина мертвой зоны уменьшается примерно в 10 раз. При этом уровень сигнала обратного релеевского рассеяния уменьшается на 5 дБ, и вклад шумов может уже стать заметным.

### **6.2.3 Измерение потерь в сростках волокон**

Рефлектограмма только одного волокна в линии содержит несколько десятков ступенек, вызванных потерями в сростках волокон. Если учесть то, что оптический кабель содержит несколько десятков волокон, то становится понятным, что анализ такого большого числа неоднородностей целесообразнее всего проводить в автоматическом режиме. Этот режим позволяет анализировать рефлектограммы наиболее быстрым и удобным способом и не требует от оператора наличия специальных навыков.

Однако в автоматическом режиме удастся обнаружить не все сростки волокон, так как вызванное ими изменение сигнала может быть недостаточным для того, чтобы пересечь некий пороговый уровень. Выбор величины этого порогового уровня всегда является определенным компромиссом. Так, с одной стороны, для того, чтобы зарегистрировать сростки волокон с малыми потерями, пороговый уровень должен быть мал. А с другой стороны, этот пороговый уровень должен быть достаточно большим для того, чтобы шумовые всплески сигнала не были приняты за сростки волокон (они наиболее сильны в конце рефлектограммы) (рисунок 6.8).

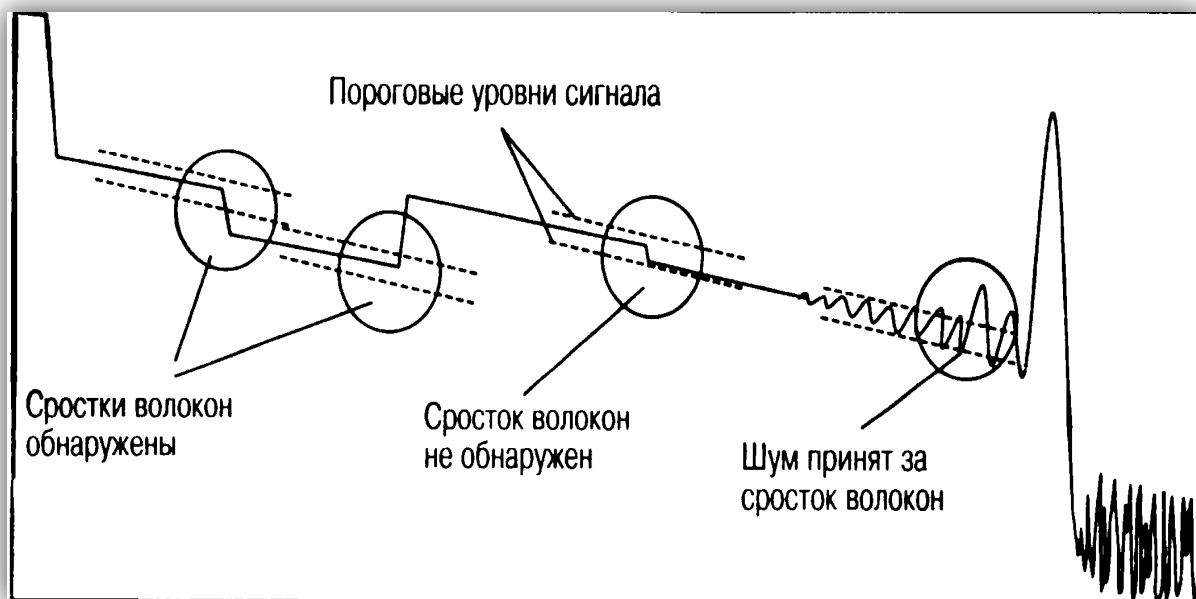


Рисунок 6.8 – Схема обнаружения неоднородности на рефлектограмме

При двухстороннем анализе рефлектограмм (он проводится для того, чтобы исключить ошибки, вызванные флуктуациями диаметра модового пятна волокна) необходимо, чтобы число сростков волокон и их положение на рефлектограммах, измеренных с двух сторон линии, было одинаковым. Т.е. необходимо, чтобы маркеры на этих рефлектограммах стояли на одних и тех же местах и, при этом не было сростков волокон, не отмеченных маркерами, а также не было шумовых всплесков сигнала, отмеченных маркерами.

Поиск пропущенных сростков волокон и устранение ложных сигналов удобнее всего проводить в полуавтоматическом режиме. В этом режиме можно просмотреть в увеличенном масштабе места соединений строительных длин оптических кабелей (где собственно и должны находиться сростки волокон). При этом можно изменить величину порогового уровня и измерить потери тех сростках волокон, которые не были зарегистрированы в автоматическом режиме, и выставить на них маркеры.

Поиск местоположения сростков волокон существенно упрощается, когда на дисплей выводятся рефлектограммы

нескольких соседних волокон в кабеле, так как для всех волокон в кабеле сrostки волокон находятся на одинаковом расстоянии (в местах расположения муфт). При этом достаточно расставить правильно маркеры только для одного волокна в линии, так как для остальных волокон маркеры должны находиться на тех же местах.

#### **6.2.4 Определение места повреждения волокон**

Оптический кабель проектируется и применяется с таким расчетом, чтобы срок службы линии передачи был не менее 25 лет. Такой кабель, если он эксплуатируется в штатном режиме, обладает высокой степенью надежности. Но все же, за 25 лет кабель может быть поврежден случайно или умышленно. Случайные повреждения кабеля происходят, в основном, при земляных работах (около 40 %), умышленно его повреждают при кражах кусков кабеля (думая, что медный) или при стрельбе по нему из охотничьих ружей. Кроме того, кабель может быть поврежден грызунами или на линии может произойти авария (подвижка грунта, наводнение, удар молнии и т.д.).

В большинстве случаев (~80 %) повреждаются сразу все волокна в кабеле, что приводит к простою линии и, соответственно, к большим финансовым потерям. Для примера, типичная стоимость простоя локальной сети за рубежом составляет около 100 тыс. долларов в минуту. Поэтому место повреждения кабеля должно быть найдено максимально быстро. Однако сделать это, учитывая большую протяженность регенерационного участка линии (типичная длина ~100 км), часто бывает сложно.

С помощью рефлектометра можно измерить с хорошей точностью (порядка нескольких метров) длину волокна от начала линии до места повреждения волокна. Однако знания длины волокна недостаточно для того, чтобы определить положение места повреждения кабеля на трассе. Для этого нужно ещё осуществить привязку рефлектограммы к местности. Сделать это необходимо потому, что длина волокна, уложенного в кабель, обычно превышает длину кабеля, а длина кабеля в свою очередь превышает длину трассы.

Общим для всех конструкций оптического кабеля является то, что деформации кабеля, неизбежно возникающие под действием окружающей среды, не должны приводить к возникновению напряжения в волокне. Только в этом случае удастся избежать появления в волокне дополнительных потерь и обеспечить большой срок службы кабеля. Так, например, для достижения срока службы ~25 лет величина относительного удлинения волокна не должна превышать 0.2%, что в несколько раз меньше допустимой величины относительного удлинения кабеля.

Наиболее простым конструктивным решением, обеспечивающим механическую развязку волокна от несущих элементов кабеля, является свободная укладка волокна в кабель в виде спирали. При этом избыток волокна должен быть достаточно большим для того, чтобы деформации, которым подвергается кабель, приводили только к изменению шага спирали, и не создавали в волокне натяжения.

Величина избытка волокна зависит от конструкции кабеля. Так, например, волокно может быть уложено в виде спирали в трубчатом модуле (пластмассовом или металлическом) (рисунок 6.9). Избыток волокна в таком модуле составляет 0.4...0.8%. Эти модули обычно свиваются слоями (повивами) вокруг центрального элемента кабеля. Возникающий при этом избыток волокна может достигать уже нескольких процентов. Для оценки - при избытке волокна около 3 % на расстоянии 30 км длина волокна может превысить длину кабеля примерно на 1 км.

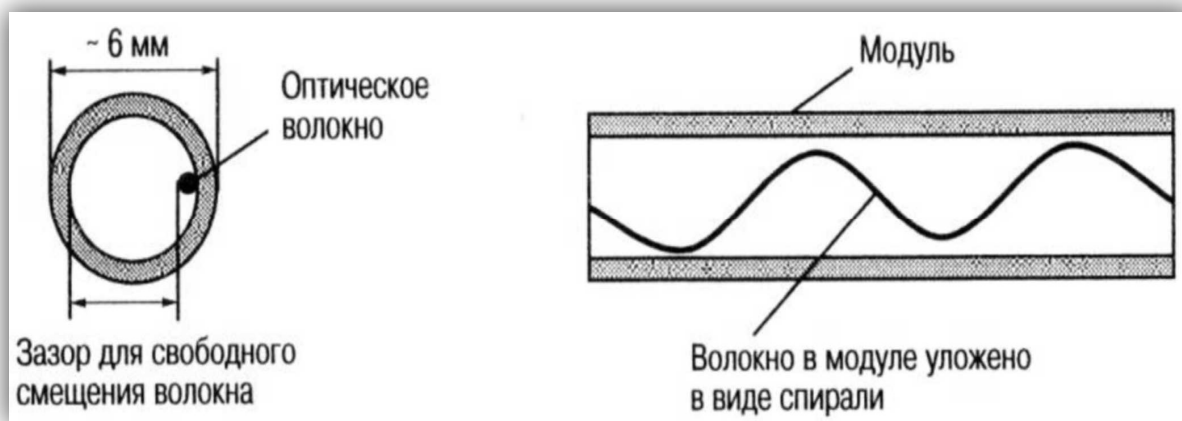


Рисунок 6.9 – Волокно в модуле, уложенное в виде спирали

В свою очередь, длина кабеля может значительно (в 1.5 раза) превысить длину трассы. Происходит это потому, что кабель должен обходить различные препятствия и, кроме того, в линии имеются конструктивные запасы кабеля необходимые для его ремонта. Поэтому, несмотря на то, что с помощью рефлектометра можно с достаточно хорошей точностью измерить длину волокна от начала линии до места её повреждения, положение места повреждения волокна на местности будет известно с невысокой точностью порядка нескольких сот метров (рисунок 6.10.).

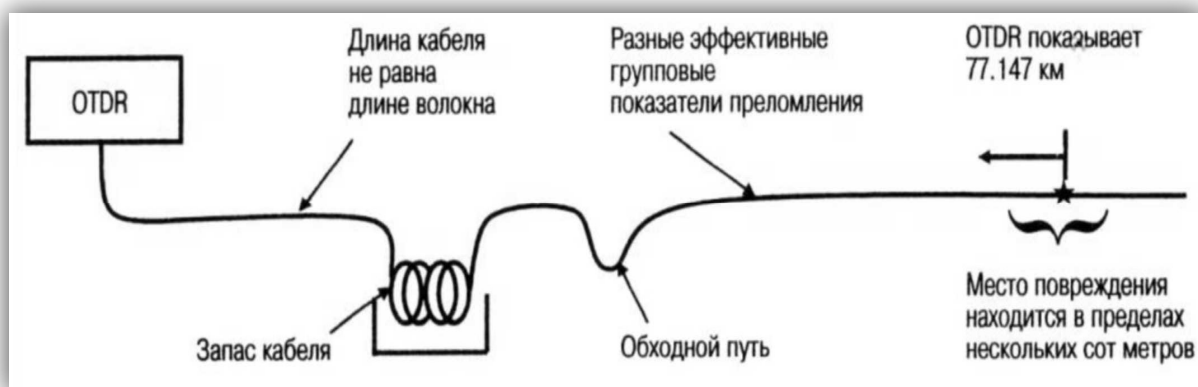


Рисунок 6.10 – Схема, поясняющая причины возникновения неопределенности при определении места повреждения волокна

Неопределенность в определении места повреждения волокна можно уменьшить, представив рефлектограмму как функцию длины кабеля (а не как функцию длины волокна). Сделать это можно, если вместо группового показателя волокна установить в рефлектометре некий эффективный показатель преломления  $n_{эфф}$ , позволяющий учесть избыток волокна в кабеле.

Для того, чтобы рассчитать величину  $n_{эфф}$ , нужно знать длину кабеля  $L_K$  (её можно взять, например, из документации на кабель), групповой показатель преломления волокна  $n_\Gamma$  (он обычно указывается производителем в спецификации на волокно) и длину волокна  $L_B$  (она измеряется рефлектометром).

$$n_{эфф} = (L_K \times n_\Gamma) / L_B$$



Найти величину  $n_{\text{эфф}}$  можно и несколько иным способом, используя при вычислениях рефлектометр. Для этого надо установить курсоры на начало и конец кабельного участка известной длины и подобрать такое значение показателя преломления, при котором оптическая длина волокна будет равна физической длине кабеля.

Далее с помощью функции автопоиска надо идентифицировать все строительные длины кабелей в линии и ввести в рефлектометр соответствующий им эффективный показатель преломления. В результате рефлектограмма будет представлена, как функция длины кабельной линии.

На следующем этапе проводится привязка рефлектограммы к местности. Для этого, после завершения монтажа каждой муфты, записываются метки на кабеле с указанием его длины, а также километраж железной дороги или другого протяженного объекта, вдоль которого прокладывается кабель. В большинстве случаев такую привязку удастся осуществить, так как из-за больших цен на землеотвод операторы связи стремятся использовать уже готовые инфраструктуры. Поэтому кабели часто прокладывают вдоль железных дорог ("Компания Транстелеком"), линий электропередач ("Ростелеком") или в полосе отчуждения газопроводов ("Газтелеком") и нефтепроводов ("Связьтранснефть").

### **6.3 Порядок выполнения работы**

#### **Запуск режима измерений в реальном времени**

1) После включения прибора нажмите кнопку OTDR экранного меню. Прибор перейдет в режим рефлектометра.

2) Нажмите REALTIME. Вверху экрана появится надпись «Лазер Включен». Запустится режим измерений в реальном времени. На дисплее появится меню экранных кнопок режима измерений в реальном времени.

#### **Изменение параметров измерений**

##### **Выбор длины волны**

3) Нажмите кнопку Длина волны (Wavelength) экранного меню. Появится окно выбора длины волны.

4) Переместите курсор с помощью поворотно-нажимной кнопки или клавиш вверх/вниз к необходимой длине волны.

5) Нажмите кнопку ENTER для установки нового значения длины волны.

#### **Изменение диапазона расстояний**

6) Нажмите кнопку Диапазон расст. (DistanceRange) экранного меню. Появится окно выбора диапазона расстояний.

7) Переместите курсор с помощью поворотно-нажимной кнопки или клавиш вверх/вниз к выбранному диапазону расстояний.

8) Нажмите кнопку ENTER для установки нового значения диапазона расстояний.

#### **Изменение длительности импульса**

9) Нажмите кнопку Длит. имп. (PulseWidth) экранного меню. Появится список длительностей импульсов.

10) Переместите курсор с помощью поворотно-нажимной кнопки или клавиш вверх/вниз к выбранному значению длительности импульса.

11) Нажмите кнопку ENTER для установки нового значения длительности импульса.

#### **Установка уровня начального ослабления**

12) Нажмите кнопку Ослабление (Attenuation) экранного меню. Появится окно выбора начального ослабления.

13) Переместите курсор с помощью поворотно-нажимной кнопки или клавиш вверх/вниз к необходимому значению начального ослабления.

14) Нажмите кнопку ENTER для установки нового значения начального ослабления.

### **6.4 Контрольные вопросы**

1) Назначение и принцип действия сварочного аппарата FujikuraFSM-18S.

2) Основные этапы процедуры сварки ОВ.

3) Причины некачественной сварки ОВ.