

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**А.С. Перин, Н.Д. Хатьков, С.Н. Шарангович**

**СТРУКТУРИРОВАННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И  
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ**

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам  
для студентов направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи»

Томск 2018

Содержание.	
1. Введение	3
2. Сварочные аппараты	5
3. Описание автоматического сварочного аппарата FiberFox Mini4s	8
4. Задание для проведения лабораторной работы	21
5. Лабораторная работа №1	22
6. Лабораторная работа №2	22
7. Лабораторная работа №3	23
8. Лабораторная работа №4	23
9. Лабораторная работа №5	23
10. Лабораторная работа №6	24
11. Вопросы для подготовки	25
12. Литература	25

## 1. Введение

Лабораторный практикум «Монтаж и эксплуатация оптических СКС» предназначен для обучения бакалавров, магистров по направлению подготовки: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по профилю «Оптические системы и сети связи» для дисциплин «Структурированные кабельные системы и волоконно-оптические локальные сети» и «Оптические направляющие среды».

Многие современные российские предприятия активно внедряют структурированные кабельные системы (СКС) как элемент модернизации цифровой инфраструктуры [1,2]. СКС рассматриваются участниками бизнеса как инструмент повышения эффективности производственных процессов и рентабельности предприятия. Под СКС современные IT-специалисты понимают формат организации технологической инфраструктуры корпорации, который предполагает объединение в единую систему информационных сервисов, предусмотренных на различных участках производственного процесса в компании. Основным признаком СКС — иерархическая структура входящих в нее подсистем. В ней могут присутствовать кабели различного назначения, выполненные из разных материалов — коаксиальные, медные, оптоволоконные и т. д. Также в структуре СКС могут присутствовать различные вспомогательные компоненты — гнезда, розетки, разъемы. Так или иначе, все они входят в единую систему. Фото одного из модулей СКС соответствующего масштабного решения представлено на рис.1.



Рис.1 Стационарный модуль СКС.

Мы видим, что в СКС может быть реализована поддержка самых разных типов кабелей. Сейчас распространено 3 базовых стандарта, в соответствии с которыми определяются принципы объединения цифровых ресурсов в СКС на предприятиях:

- EIA/TIA (Американский стандарт);
- CENELEC EN 50173 (Европейский стандарт)
- ISO/IEC IS 11801 (Международный стандарт)



Другой критерий стандартизации структурированных кабельных систем — характеристика пропускной способности линий цифровой связи. Выделяют 7 основных категорий кабелей, каждая из которых предназначена для решения специфических задач. Так, например, 1 категория используется при выстраивании линий телефонной связи. Для организации обмена данными с высокой скоростью используются кабели 5, 6 и 7 категорий. В зависимости от того или иного стандарта, на основе которого функционирует структурированная кабельная система, используются оптимальные для решения конкретных задач технологии и устройства. Например, по мере распространения оптоволоконных стандартов передачи данных на многих предприятиях возникла необходимость в модернизации соответствующего сетевого оборудования. Если ее не произвести, то конкурентоспособность бизнеса может значительно снизиться. Стандартизация — важнейший фактор функциональности структурированных кабельных систем. Выстраивание технологической инфраструктуры на предприятии в соответствии с утвержденными на уровне определенной отрасли или в международных нормах алгоритмами предопределяет широкие возможности для последующей модульной модернизации компонентов СКС.

Еще один аспект, который важен для многих предприятий, ставящих задачу по выстраиванию структурированной кабельной системы, — сертификация. В принципе, ее можно рассматривать в общем контексте со стандартизацией. Она дополняет ее по части формального закрепления за предприятием критериев соответствия цифровой инфраструктуры тем или иным стандартам.

Структурированная кабельная система, которая имеет соответствующую сертификацию, как правило, характеризуется повышенной надежностью, а также большими возможностями для модернизации отдельных компонентов инфраструктуры. Можно отметить, что многие бренды-производители сетевого оборудования предоставляют гарантию только в том случае, если СКС в установленном порядке сертифицирована.

В практике выстраивания кабельных сетей соответствующего типа в России сложилась следующая совокупность критериев структурированности. Прежде всего, структурированная кабельная система СКС — это инфраструктура, которая, как считают российские IT-специалисты, адаптирована к особенностям эргономики производственных помещений. В частности, в таком аспекте, как расположение разъемов. Обычные кабельные системы, не характеризующиеся как структурированные, предполагают более простую схему размещения соответствующего типа элементов сетей, в которой главный критерий — это расположение рабочих мест сотрудников. В структурированных сетях, как правило, плотность разъемов в несколько раз выше, чем в обычных. Это предопределяет в большинстве случаев значительный рост эффективности цифровой инфраструктуры предприятия. Следующий критерий, в соответствии с которым та или иная сеть определяется как структурированная кабельная система — универсальность элементов. Например, рабочие места (в том случае, если на предприятии внедрена СКС) могут оснащаться не единственным типом разъемов (например, для витых пар), но и дополнительными слотами, например, оптоволоконными.

Другой аспект универсальности — единообразие типов кабелей, используемых при монтаже различных участков СКС. Это облегчает возможную замену соответствующих компонентов, оптимизирует расходы, которыми может сопровождаться установка такой сложной инфраструктуры, как структурированная кабельная система (СКС). Бухгалтерский учет на многих предприятиях показывает, что выстраивание СКС сопровождается значительными издержками, а потому проектирование соответствующих сетей должно быть эффективным, с акцентом на скорейшую окупаемость вложений.

Еще один важнейший критерий отнесения кабельных сетей к структурированным — разделение отдельных их участков на подсистемы. Так, в российской практике распространена схема деления подсистем на 3 типа: тех, которые монтируются на этаже, на магистрали всего здания, а также тех, которые охватывают элементы комплекса, состоящего из нескольких сооружений. Подобная классификация предопределяет высокую эффективность управления СКС.



Значительным драйвером роста рынка СКС эксперты называют динамичные темпы распространения оптоволоконных технологий рис.2. Данный стандарт связи в потенциале может стать фактором значительного увеличения эффективности работы предприятий. Этому будет способствовать, прежде всего, очень высокая скорость передачи данных, которую обеспечивает оптоволокно (в несколько раз выше, чем при использовании каналов предыдущих поколений).

Если некоторое время назад многие сомневались, внедрять или нет оптоволоконные линии (все-таки стоимость выстраивания соответствующей инфраструктуры гораздо выше, чем при прокладке традиционных каналов), то теперь увлеченность новым высокотехнологичным стандартом коммуникаций приобретает среди предприятий РФ характер устойчивого тренда. Соответствующая динамика подкрепляется развитием технологий монтажа оптоволоконных сетей (в пользу удешевления соответствующих решений), а также совершенствованием и снижением цены оборудования, необходимого для выстраивания каналов связи. Для монтажа ВОЛС в СКС широко используются технологии сварки оптических волокон. Сварка осуществляется с помощью сварочных аппаратов.



Рис.2 Компоненты ВОЛС, устанавливаемые в СКС.

## 2. Сварочные аппараты.

Для обеспечения высококачественной сварки оптических волокон значительную роль играют современные сварочные аппараты, позволяющие с высокой точностью соединять два отрезка кабелей с минимальными потерями.

### *Классификация сварочных аппаратов.*

Как и любые технические приборы, сварочные аппараты выпускаются в разных вариациях: не только с ручным, но и с полуавтоматическим, а также полностью автоматическим управлением. По типу свариваемых волокон данные аппараты подразделяются на специализированные, т.е. способные работать с конкретным типом волокон, и универсальные.

### Модели сварочных аппаратов.

На сегодняшний момент имеется более десяти моделей сварочных аппаратов, в числе которых есть и отечественные приборы. Если рассматривать с точки зрения качества выполняемых операций в процессе сварки, приходится признать превосходство зарубежных над нашими аналогами, зато в плане цены отечественные приборы намного дешевле, в то время как импортные оцениваются до \$20 тыс. Лидирующими фирмами по выпуску сварочных аппаратов являются японские Fujikura, Furukawa и Sumitomo, а также американский Corning.

#### Fujikura.

Сварочный аппарат FSM50S полностью автоматизирован и благодаря уменьшенным габаритам, малому весу и скорости проводимых операций с успехом может применяться в полевых условиях. Это было достигнуто за счет модернизации системы сварки и укладки, а также системы юстировки Profile Alignment System (PAS). Операция сварки в нем длится 9 сек., а термоусадка – 35 сек. Потери при соединении волокон для одномодового составляют 0,02 дБ, для многомодового – 0,01 дБ. Цена колеблется в пределах \$11-12 тыс.



Рис.3 Сварочный аппарат FSM50S

#### Sumitomo

Сварочный аппарат Type-39 имеет 2 высокоскоростные печи для термоусадки. В нем реализована ускоренная сварка волокон, что существенно повышает общую скорость работы с волокном. Наличие автостарта дает автоматическую сварку и термоусадку без использования клавиатуры.



Рис.4 Сварочный аппарат TYPE-71C+ Sumitomo

Превосходящее качество соединений достигается благодаря особой системе юстировки



волокон (HDCM – High resolution Direct Core Monitoring). Время сварки, термоусадки, а также потери при соединении волокон аналогичны рассмотренной выше модели. Цена – в диапазоне от \$14 до \$15,5 тыс.

Furukawa

Сварочный аппарат Fitel S-177a обладает высокой точностью и качеством сварки, содержит в себе 150 программ автоматизированного режима сварки и 12 программ термоусадки. Способен одновременно отображать весь процесс на TFT-экране по осям X и Y. Интересно, что в нем имеется самое большое в мире увеличение изображения волокна - 608x. Время сварки - 9 сек., а термоусадки – 37 сек. Потери при соединении аналогичны описанным выше моделям. Ценовой разброс невелик, в среднем его можно приобрести за \$14,2 тыс.



Рис.5 Сварочный аппарат Fitel S-177A

Corning

Сварочный аппарат OptiSplice LID является компактным, надежным, точным и высокопроизводительным прибором, который легко может применяться в полевых работах. Содержащаяся в нем LID система (локальный ввод и детектирование света) анализирует качество сколотой поверхности, благодаря чему снижаются показатели потерь при сварке.



Рис.6 Сварочный аппарат Corning OptiSplice LID

Анализ видеоизображения L-PAS™ (Lens Profile Alignment System, система совмещения по геометрическим размерам) позволяет наблюдать совмещения волокон, оценить качество

скола и наличие загрязнений, она обеспечивает быструю сварку многомодового волокна. Функция CDS™ (Core Detection System, система детектирования сердцевины) применяется, если требуется ускоренная работа по сварке, с ее помощью сердцевины волокон совмещаются за считанные секунды. Циклы соединений по времени в разных режимах распределяются так: LID-System: от 35 до 45 сек., CDS: от 15 до 25 сек. и L-PAS: от 10 до 20 сек. Потери при соединении аналогичны. Аппарат очень качествен, его цена достигает до \$20 тыс.

Это одни из самых надежных моделей, пользующиеся широким спросом у профессионалов, эти аппараты неоднократно были испытаны в работе и дают гарантированный результат на протяжении длительного времени.

### 3. Описание автоматического сварочного аппарата FiberFox Mini4S.

Автоматический сварочный аппарат Mini4S - это современное оборудование корейской компании FiberFox, предназначен для сварного соединения оптических одно и многомодовых волокон. Прибор оснащен механизмом сведения волокон по оболочке и позволяет добиться малых потерь DAA (Digitalized Active Alignment), системой точного мониторинга потерь по трем осям и режимом автоматической калибровки дуги. Удобный кейс для транспортировки так же может использоваться как рабочий столик, который оснащен специальными противоскользящими накладками, представляют широкие возможности для оптимального использования доступного рабочего пространства.

Эксплуатируется практически при любых климатических условиях – улучшенная защита от влаги, ветра, пыли и удара, обеспечивает работу в диапазоне температур от -10°C до +50°C.

#### *Основные особенности.*

- Фиксированные V-образные канавки для выравнивания волокна по оболочке;
- Цветной LCD дисплей 4,3" позволяет визуальное контролировать все этапы сварки оптических волокон;
- Механические кнопки дублирующие функции на сенсорном экране что удобно при работе в перчатках;
- Быстрое время сварки - 8 сек (Quick mode) и термоусадки – 20 сек;
- Длительная автономная работа от Li-Ion батареи – 130 циклов «сварка+термоусадка» (в комплект поставки входят две батареи);
- Калибровкой дуги в режиме реального времени;
- Ударопрочный, влаго- и пылезащищенный корпус;
- Ресурс электродов – до 5000 сварок;
- Вес аппарата всего 1,35 кг (без батарей);
- Малые габаритные размеры.

Таблица 1.



Технические характеристики	
Параметры	Описание
Типы свариваемых волокон	SM MM DS (ITU-T G.653) NZDS (ITU-TG.655) G.657A G.657B 0.25mm, 0.9mm, 2.0mm, 2.4mm, 3.0mm плоский FTTH кабель
Средние потери на сварном соединении	0,02 дБ (SM) 0,01 дБ (MM) 0,04 дБ (DS/NZDS) 0,02 дБ (G.657)
Возвратные потери	>> 60дБ
Способ сварки	Выравнивание волокна по технологии DAA (Digitalized Active Alignment)
Диаметр свариваемых волокон	От 80 мкм до 150 мкм
Диаметр покрытия свариваемого волокна	От 100 мкм до 1000 мкм
Сохранение результатов сварки	до 2000 результатов
Время сварки	8 сек (Quick mode)
Программы сварки	53 предустановленных 40 настраиваемых
Дисплей	сенсорный цветной LCD дисплей 4.3 дюймов
Увеличение экрана	300x при отдельном просмотре по осям X и Y 150x при совместном просмотре по осям X и Y
Видеосистема	2 CCD камеры
Источник питания	литиевая аккумуляторная батарея (2 шт. x 3000 mAh), DC 9~14В, 100~240В AC адаптер
Количество сварок с термоусадкой при питании от аккумуляторной батареи	130 сварок/ термоусадок от заряженной батареи
Время термоусадки КДЗС	20 сек термоусадка КДЗС (волокно в буфере 0.9 мм)
Параметры КДЗС	60 мм/40 мм SOC коннекторы
Ресурс электродов	до 5000
Условия эксплуатации	от минус 15 до +60°C, при отн. влажности до 95% без конденсата
Условия хранения	от минус 40 до +80°C, при отн. влажности до 95%
Функция ветрозащиты	Допустимая скорость ветра 15м/с
Габариты	124x123x130мм
Вес (без батарей)	1.3 кг

Таблица 2.

Комплект поставки	
Наименование	Количество
Сварочный аппарат Mini 4S	1 шт.
Скальватель Mini 50G	1 шт.
Футляр для скальвателя Mini 50G	1шт.
Сетевой кабель	1 шт.
USB кабель	1 шт.
Блок питания	1 шт.
Автомобильное зарядное устройство	1 шт.
Лоток для охлаждения КДЗС	1 шт.
Комплект запасных электродов	1 пара.
Держатель для волокна	1 шт.
Держатель коннектора	1 шт.
Аккумуляторная батарея	2 шт.
Ремень для переноски	1 шт.
CD диск с инструкцией	1 шт.
Жёсткий кейс для переноски	1 шт.
Инструмент для снятия оболочек оптического кабеля	1 шт.

Общий вес всего комплекта вместе с кейсом 5,260 кг

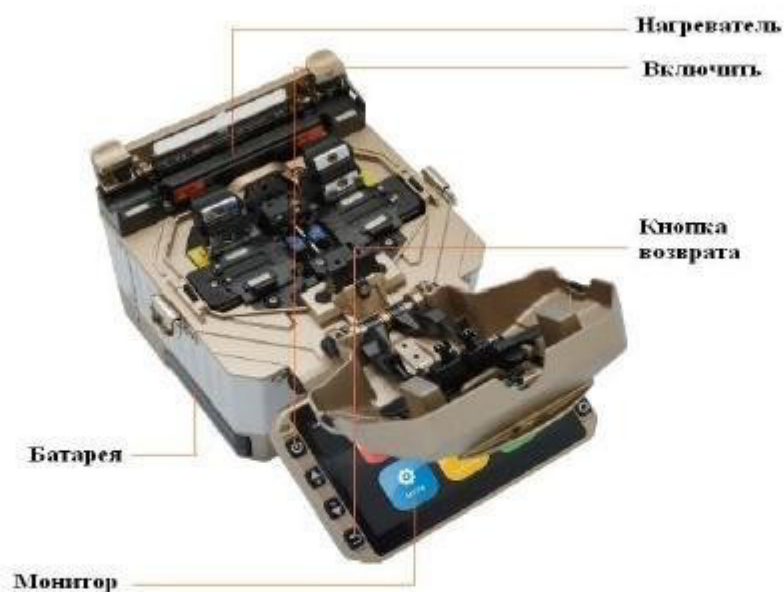


Рис.7 Общий сварочного аппарата FiberFox Mini4S для проведения лабораторной работы.

**HDMI порт**

**USB порт  
для зарядки  
батарей**



Рис.8 Вид сзади сварочного аппарата FiberFox Mini4S

## V-Grooves

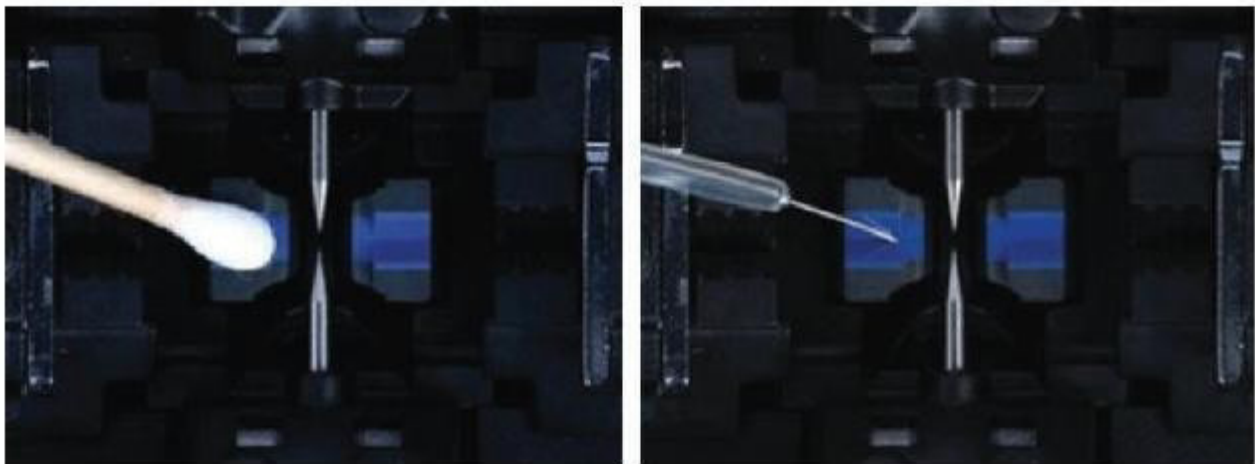


Рис.9 Место очистки от пыли участка сварки перед подготовкой к работе.

**Линзы**



**Зеркала**

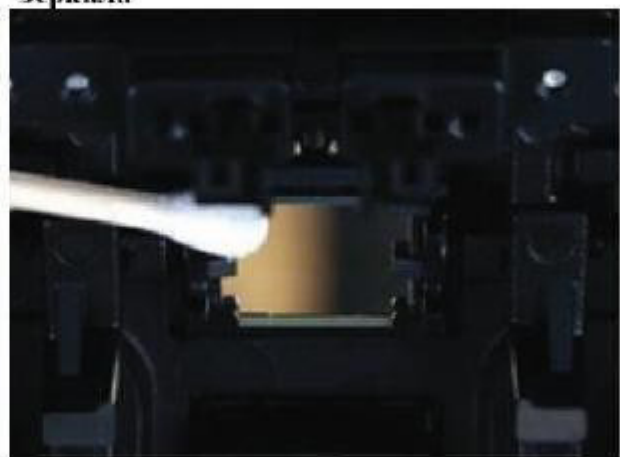


Рис.10. Место очистки линз и зеркал перед подготовкой к сварке.



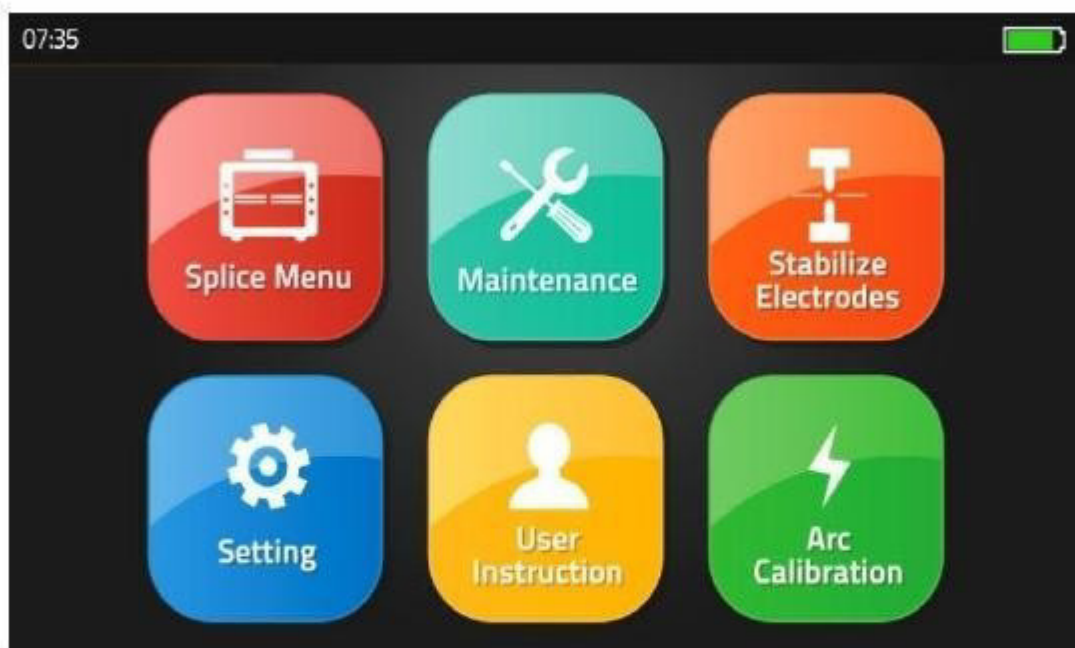


Рис.11. Общий вид терминала и его интерфейс.

#### [Stabilize Electrodes] - Стабилизация Электродов

В случае неожиданного изменения условий окружающей среды или после очистки электродов, сила дуги иногда будет неустойчивой, приводящей к потере соединения. Это особенно беспокоит, когда splicer сдвинут от более низких высот к более высоким, в этом случае требуется время, чтобы стабилизировать дугу. В этом случае, стабилизирующие электроды ускорят процесс нормализации мощности дуги. Если требуется много тестов чтобы получить сообщение "Test ok" [калибровка дуги], используйте также эту функцию.

#### [Arc Calibration] - калибровка дуги

Атмосферные условия - температура, влажность, давление постоянно меняются, что влияет на изменчивость температуры дуги. Этот splicer оборудован датчиками с температурой и давлением, которые встроены в систему управления контроля обратной связи для того, чтобы отрегулировать силу дуги на постоянном уровне. Однако, изменения в силе дуги при износе электрода к залипанию волокон, не могут автоматически исправляться. Также, разбивочное положение разрядки дуги иногда переносится к левой стороне или правой. В этом случае, положение волокна должно быть перенесено по отношению к разрядке дуги в центр. Для устранения этих проблем необходимо выполнить калибровку мощности дуги. Примечание: выполнение функции [калибровка дуги] изменяет значение коэффициента мощности дуги. Это значение коэффициента использованно в программе алгоритма. Значение силы дуги не изменится в режимах соединения.

## [Splice Menu]

1) Splice Mode

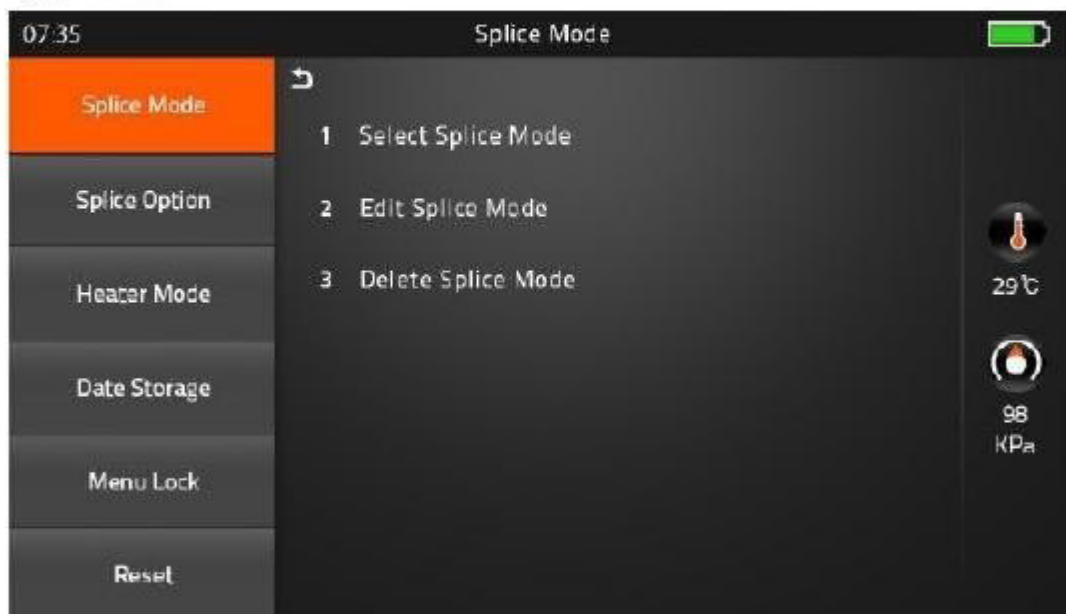


Рис.12 Общий вид интерфейса Меню Соединения.



Рис.13 Общий вид интерфейса при выборе режима сварки для различных типов волокон.

## 2) Splice Option



Рис.14 Опциональные настройки режимов сварки волокон.

### **Auto Start**

Дальше: автоматическая процедура

Выкл: ручная процедура сращивания

### **Pause 1**

**(Press Motor)** – Отжать мотор

Дальше: перерыв после процесса положения зазора волокна

OFF: Продолжение без паузы

### **Pause 2**

**(Align Motor)** (Выровнять Двигатель)

ВКЛ: пауза после фокусировки камеры и процесса выравнивания оси

OFF: Продолжение без паузы

**Realign After Pause 2** - Перенастроить После Паузы 2

ON: автоматическая перестройка

OFF: Продолжение без паузы

**Ignore Splicing Error** - Игнорировать ошибку сплайсинга

сообщение "Ошибка сплайсинга" не отображается

**Fiber Image On Screen** - Изображение волокна на структуре дисплея экрана.



### 3) Heater Mode

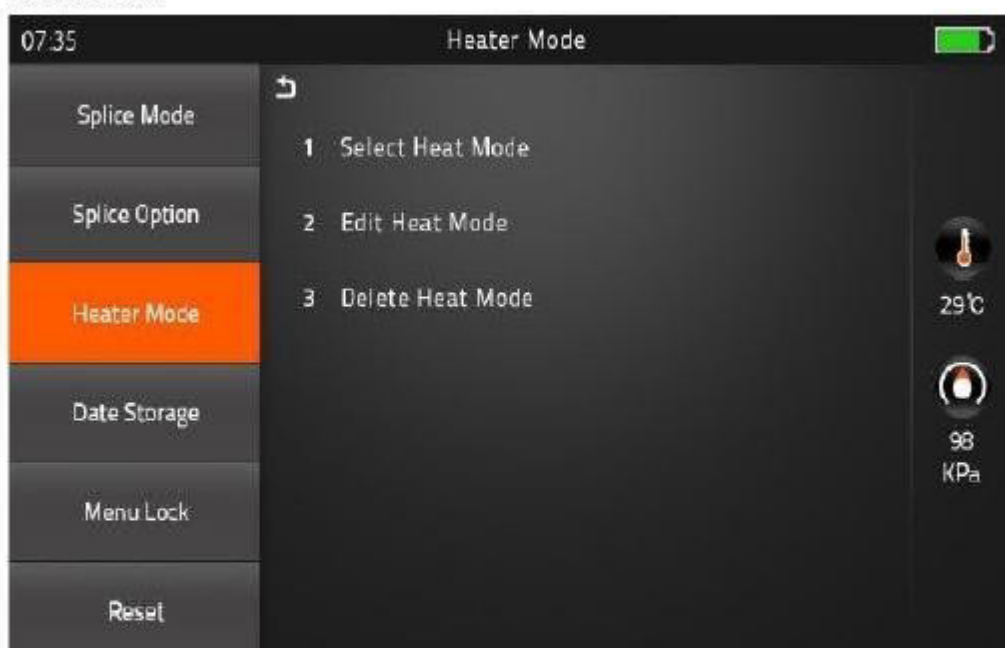


Рис.15 Опциональные настройки печки.

### ► Preheat Mode



Печка с возможностью управления ее параметрами, выполнена с целью уменьшения времени разогрева и быстрой задачи сварки. Когда на программе красный цвет, то при наличии моргания середины курсора, подогреватель работает до 120 градусов. Через несколько минут рукав можно сжать за 15 секунд (Втулка 60mm которая использовалась для того чтобы процесс занял время в течении 20). При этом, обратите внимание, что аппарат тратит больше энергии батареи, чем на нормальный нагрев. (Нормальный цикл составляет около 400 мА, тогда как, он выполняет цикл 295 мА).

#### 4) Data Storage



Рис.17 Интерфейс работы с записью текущих процессов сварки для последующей ее документации по требованиям СКК.

**Display Splice Record** - Показать запись соединения отображение подробной записи соединения

**Delete Splice Record** - Удалить Запись Соединения

**Export Splice Data** - Экспорт данных соединения загрузка сохраненных данных (запись или изображение соединения)

**User Information** - Информация о пользователе

**Splice Data Save** - Сохранение Данных Соединения

ON : автоматическое сохранение данных

\* Image data is saved manually \* - Данные изображения сохраняются вручную

OFF : - не сохранять запись соединения

Data Storage - Хранение Данных

### 5) Menu Lock

Input password to access the sub-menu

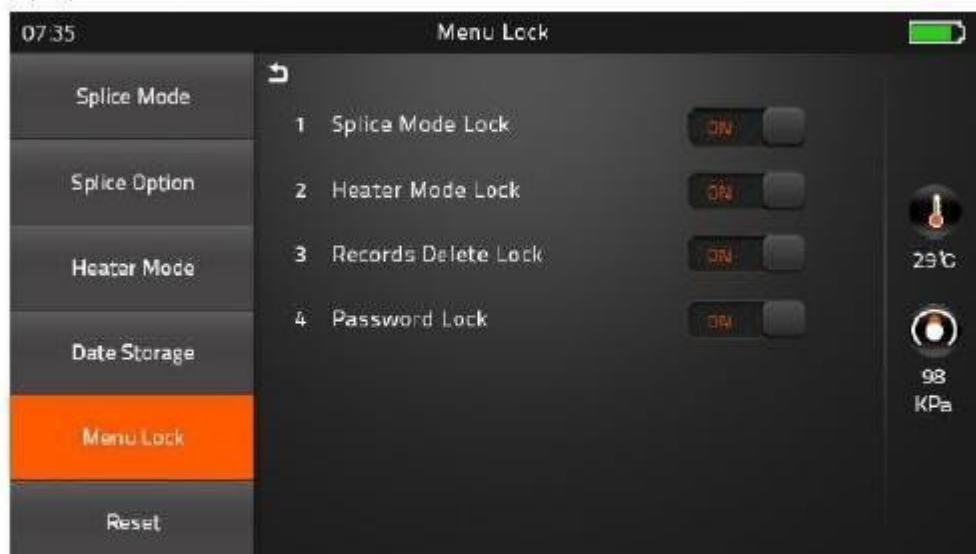


Рис.18 Интерфейс установки парольной защиты на все операции.

### 6) Reset

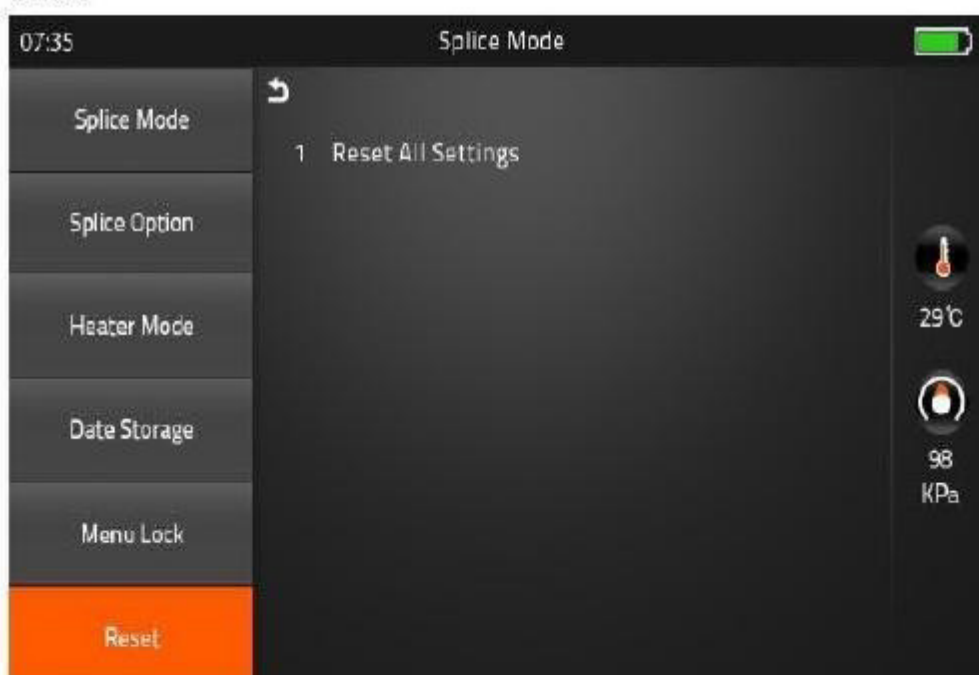


Рис.19 Интерфейс сброса параметров, при наличии ошибок сварки.

При наличии неисправностей аппарата имеется возможность его перезагрузки — рис.19. Перезагрузка позволяет снова установить заводские настройки на режимы сварки.



## 1) Maintenance Menu

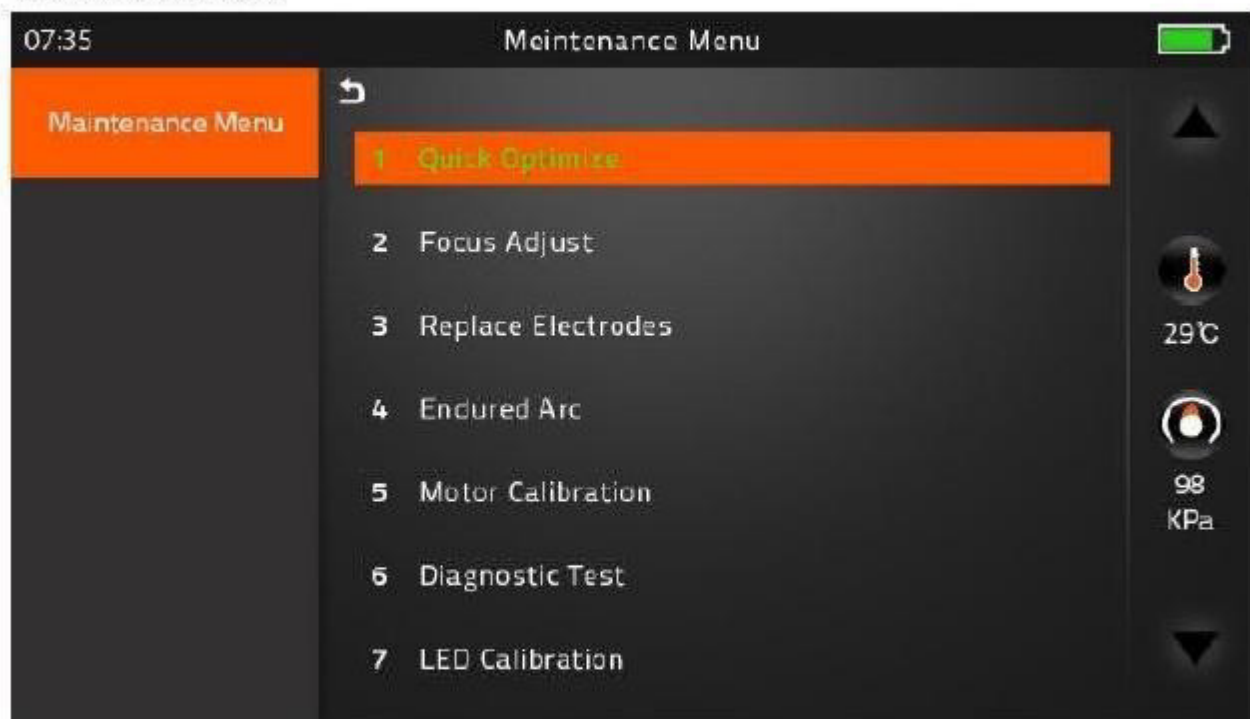


Рис.20 Настройки режимов работы.

### ► Быстрая Оптимизация

Быстрое & легкое общее обслуживание.

Автоматический процесс "фокус объектива+тарировка мотора+тренировка волокна".

### ► Регулировка Фокуса

Найти оптимизированное положение 'фокусировки'.

### ► Замена Электродов

Инструкция по замене электродов.

FiberFox рекомендации.

Настоятельно рекомендуется менять электроды после каждых 3000 сращиваний.

\* После завершения использования этого меню текущее количество дуг будет сброшено на '0'.

### ► Пережитая Дуга

Обучение наладке новых электродов.

После замены новых электродов необходимо, что полно тренирует итог 30 дуг тарировки splicer.

Рекомендуется примерять по завершению. Заменить электроды меню.

### ► Калибровка Двигателя

Автоматическая калибровка скорости всех шести двигателей

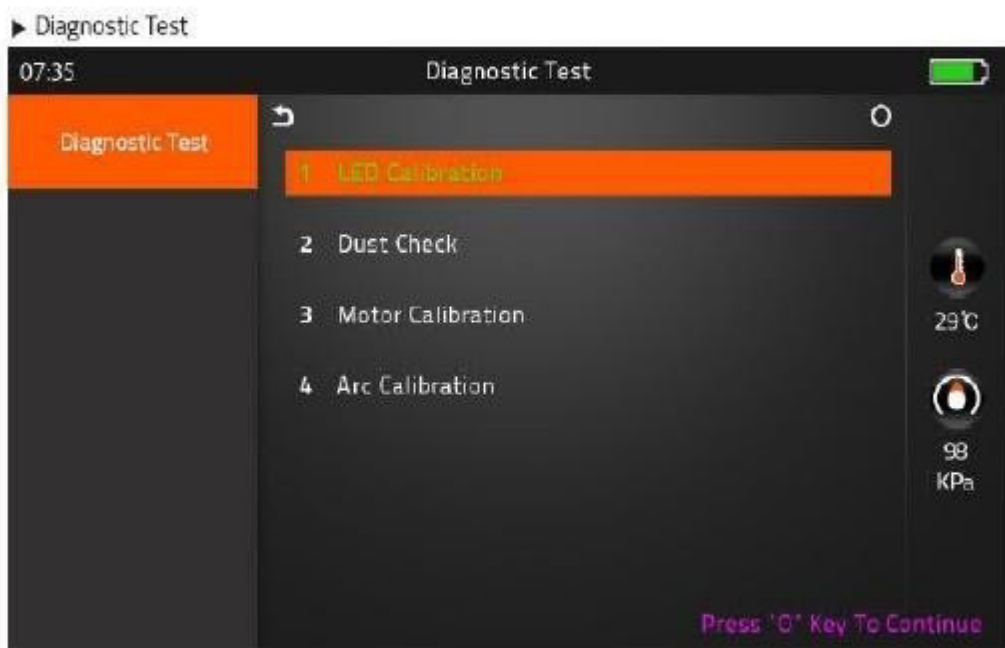


Рис.21 Осуществление диагностических тестов.

► LED калибровка

Измеряет и регулирует яркость светодиода

► Проверка Пыли

Обнаруживает пыль и загрязнения, вызывающие неправильное сращивание

Для того чтобы узнать оптимизированное положение для соединять, splicer анализирует изображения волокна быть

переданный оптически камерой & внутри но пыль или загрязняющий элемент на камере, объективы, может причинить неточный результат.

Поэтому, порекомендован процесс проверки пыли когда высокие потери.



Рис.22 Настройка предупреждающих ограничений для электродов.

► моторный привод

Проверяет состояние деятельности 6 моторов (давления L, R, фокуса X, Y, X, Y выравнивает).

\* Метод: выбранное одно из мотора путем выстукивать в середине имени мотора, и движение для того чтобы отжать вверх и клавиши со стрелками вниз

► обновление программного обеспечения

Обновление до последней версии программного обеспечения.

Порядок

1 Подготовьте USB-устройство.

2 скачать последнюю версию программного обеспечения на USB.

Ссылка 3 для сварки (через кабель в комплекте).

4 Нажмите кнопку "O", чтобы продолжить обновление.

5 Устройство будет перезагружено, как только это будет сделано.

6 меню соединения > сброс (формат) > ввод пароля > выполнить задачу форматирования

7 выполните быструю оптимизацию > стабилизация электродов > калибровка дуги

1) System Setting



Рис.23 Системные настройки.

**Buzzer** дальше: звук дальше

OFF: отключение звука

**Temperature Unit:** Градус Цельсия

°F: Фаренгейт

**Automatic Heating** Автоматическое топление дальше : автоматический старт

Выкл: ручной запуск

**Monitor Position** Фронт положения монитора: нормальный дисплей направления, дисплей противоположного направления

**Dust Check** Проверка пыли дальше : проверите плотность пыли

OFF: пропустить только процесс проверки

**Password Lock** Password Lock ON: для работы с устройством требуется пароль

OFF: пароль не требуется

**Pull Test** Испытание тяги дальше: автоматическое испытание тяги обрабатывая после соединять

Выкл: пропустить процесс тестирования тяги



#### 4. Задание для проведения лабораторной работы.

1. Изучить инструкцию по работе со сварочным аппаратом.
2. Получить номер задания по выполнению лабораторной работы от преподавателя для своей подгруппы.
3. Ответить на вопросы преподавателя перед началом работы.
4. Получить расходные материалы для проведения лабораторной работы.
5. Провести очистку торцов оптических волокон от загрязнений.
6. Приступить к выполнению лабораторной работы.
7. Оформить отчет согласно требованиям ТУСУР с наличием содержательных выводов по работе.

Таблица 3.

Подгруппы	Задания
1	Лабораторная раб. 1, Лабораторная раб. 6
2	Лабораторная раб. 2, Лабораторная раб. 5
3	Лабораторная раб. 3, Лабораторная раб. 4
4	Лабораторная раб. 4, Лабораторная раб. 1

## Лабораторная работа № 1.

Тема: Изготовление оптических шнуров по клеевой технологии.

Цель: получить навыки оконцевания волоконнооптического кабеля по клеевой технологии.

1. Подготовьте инструмент для работы: кусачки, стриппер, скальватель, коврики для полировки оптоволокна, эпоксидный клей, коннекторы и печь.
2. Отрежьте одномодовый оптоволоконный кабель.
3. Подготовьте эпоксидный клей в шприце.
4. Зачистите оболочку волокна и обрежьте кевлар.
5. Наденьте хвостовик коннектора на волокно.
6. Снимите буферную оболочку на 3 см.
7. Безворсовой салфеткой, смоченной спиртовым раствором, удалите гидрофобный гель с волокна.
8. Снимите с разъема защитный колпачок.
9. Наполните разъем клеем до появления капли на ферруле.
10. Вставьте зачищенное волокно в разъем до упора.
11. Наденьте хвостовик на разъем.
12. Нагрейте печку до 95 градусов, поместите разъемы в печку на 5 минут.
13. После остывания разъемов скальвателем удалите выступающее волокно.
14. Отполируйте торец наконечника бумагой для шлифования, от большого зерна к меньшему.
15. Наденьте защитный колпачок на феррулу.

## Лабораторная работа № 2.

Тема: Изготовление оптических шнуров по бесклеевой технологии.

Цель: получить навыки оконцевания волоконнооптического кабеля по бесклеевой технологии.

1. Подготовьте инструмент для работы: кусачки, стриппер, скальватель, коврики для полировки оптоволокна, коннекторы.
2. Зачистите оболочку волокна и обрежьте кевлар.
3. Наденьте зажимной колпачок на кабель.
4. Снимите буферную оболочку на 3 см.
5. Установите волокно в скальватель, сколите волокно, оставив 20 мм.
6. Вставьте оптическое волокно в центральную трубку и переместите зажимной бегунок вправо, тем самым фиксируя его в разьеме. Под крышкой, зажимающей кабель от выскальзывания необходимо оставить небольшой запас волокна.
7. Закройте крышку быстрого коннектора и затяните зажимную втулку.

### **Лабораторная работа № 3.**

Тема: Изготовление оптических шнуров с помощью механических соединителей.

Цель: получить навыки соединения волоконнооптического кабеля механическим соединителем.

1. Зачистите оболочку волокна и обрежьте кевлар.
2. Снимите верхнюю крышку соединителя, откройте боковую крышку.
3. Сколите волокно, оставив 13 мм.
4. Аккуратно вставьте волокно до тех пор, пока оболочка не упрется в ограничитель.
5. Закрепите кабель с помощью защелки около торца соединителя.
6. Сделайте то же самое для другой стороны.
7. Закройте боковую и установите верхнюю крышку.

### **Лабораторная работа № 4.**

Тема: Тестирование оптических шнуров.

Цель: получить навыки тестирования оптических шнуров.

1. Для контроля качества оконцевания кабеля используйте микроскоп. При качественно выполненной шлифовке можно наблюдать в микроскоп равномерно темную (или светлую) внутреннюю окружность.
2. Для оценки величины оптической мощности и затухание сигнала используйте оптический тестер.
3. Выберите длину волны источника излучения, модуляцию сигнала и его мощность. подключите один конец шнура к источнику, а другой к приемнику.
4. Для работы с результатами измерений можно использовать ПО, идущее в комплекте с прибором.

### **Лабораторная работа № 5.**

Тема: Монтаж кроссовых распределительных устройств, муфт и розеток.

Цель: получить навыки монтажа кроссовых распределительных устройств, муфт и розеток.

1. Выполните некачественную сборку коммутационного шнура.
2. Выявите с помощью кабельного тестера неисправность.
3. Подключите собранный коммутационный шнур к коммутатору в PoE-порт.
4. С помощью кабельного тестера проверьте, возможно ли получение PoE через данный шнур.
5. Подключите собранный коммутационный шнур к коммутатору в обычный порт.
6. С помощью кабельного тестера проверьте, возможна ли связь с коммутатором через данный шнур.



## Лабораторная работа № 6.

Тема: Сварка оптического волокна.

Цель: получить навыки сварки оптического волокна.

1. Зачистите оболочку волокна и обрежьте кевлар.
2. Наденьте гильзу КЗДС на один из свариваемых кабелей.
3. Сколите волокно, оставив 16 мм.
4. Настройте параметры сварки на сварочном аппарате.
5. Откройте фиксаторы волокна, уложите волокна в V-образные канавки.
6. Опустите фиксаторы волокна, закройте защитную крышку.
7. Запустите программу сварки.
8. После успешной сварки откройте защитную крышку и фиксаторы и вытащите волокно. Переместите гильзу КЗДС к сварному шву.
9. Поместите гильзу с волокном в печку. Нажмите кнопку HEAT для нагрева гильзы, после усадки прозвучит звуковой сигнал.
10. Достаньте гильзу из печки и положите ее в приемный лоток до остывания.
11. Проконтролируйте правильность усадки гильзы.

## 5. Вопросы для подготовки.

1. Что такое "структурированная кабельная система" (СКС)?
2. Исходя из каких критериев можно относить ту или иную кабельную систему к СКС?
2. Какова экономическая целесообразность внедрения такого компонента инфраструктуры, как структурированная кабельная система?
3. Будут ли в достаточной мере востребованными на российском рынке СКС?
4. Снятие оболочки волокна — каким образом осуществляется эта операция?
5. Каким образом центрируется оптоволокно в сварочном аппарате?
6. Каким образом оценивается качество сварки оптического волокна?
7. Для чего необходима термоусадочная гильза?
8. В чем заключается принцип сварки?
9. Зачем нужна печка в сварочном аппарате?
10. Как работает скалыватель?
11. Почему у скалывателя нож в виде диска?
12. Куда необходимо положить отрезанные кусочки оптического кабеля, после его обрезки?

## 6. Литература.

1. Структурированная кабельная система (СКС). Электронный ресурс: <http://fb.ru/article/188337/strukturirovannaya-kabelnaya-sistema-sks---chto-eto>
2. Серия G: Системы и среда передачи, цифровые системы и сети. Рекомендация МСЭ-Т G.657 МСЭ-Т G.657 – Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (12.2006)