

Федеральное агентство связи РФ  
Федеральное государственное образовательное бюджетное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Поволжский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики»

Кафедра «Линии связи и измерения в технике связи»

Методическая разработка  
к лабораторной работе  
**«Конструкции временных кабельных  
вставок и их монтаж при АВР на ВОЛП»**

Составители: к.т.н., доц. Дашков М.В.,  
к.т.н., доц. Никулина Т.Г.

Рецензент: к.т.н., доц. Трошин А.В.

Самара  
2014

**ББК 621.391.63**

**Д 21**

**Конструкции временных кабельных вставок и их монтаж при АВР на ВОЛП:** учебно-методическая разработка / М.В. Дашков., Т.Г. Никулина. Самара: ИНУЛ ПГУ-ТИ. 2014 – 22 с.

**Рецензент:** к.т.н. А.В. Трошин

В учебно-методической разработке приводится систематизированный материал конструкциям кабельных вставок и технологии их монтажа при АВР на ВОЛП.

*Рекомендовано Методическим советом  
ФГОБУ ВПО ПГУТИ в качестве учебно-  
методического пособия для бакалавров и  
магистров, обучающихся по направлениям  
200600, 210400, 210401, 210404, 210406,  
200700м*

*Протокол заседания Методического совета ПГУТИ  
№ \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.*

## **Цель работы**

Практическое ознакомление с технологией монтажа и приобретение навыков измерения потерь на временной оптической кабельной вставке (ВОКВ) при проведении АВР на ВОЛП.

## **Литература**

1. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Теория передачи и влияния / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский; под. Ред. В.А. Андреева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 424 с.

2. Андреев В.А., Андреев Р.В. и др. Технология строительства ВОЛП. Оптические кабели и волокна. – Самара: «СРТТЦ ПГУТИ», 2011. – 370 с.

3. Андреев В.А., Бурдин В.А., Воронков А.А., Инякин В.В. Аварийно-восстановительные работы на ВОЛП; под редакцией проф. Андреева В.А., издание 2-е, исправленное и дополненное.

4. РД 45.180-2001. Руководство по проведению планово-профилактических и аварийно-восстановительных работ на линейно-кабельных сооружениях связи ВОЛП.

5. РД 45.211-2001. Инструкция по проведению аварийно-восстановительных работ на кабелях междугородных линий передачи.

6. РД 45.047-99. Линии передачи волоконно-оптические на магистральной и внутризональных первичных сетях ВСС России. Техническая эксплуатация.

## **Подготовка к работе**

1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности.  
2. Изучить теоретический материал по технологии проведения АВР на ВОЛП.

3. Изучить порядок выполнения лабораторной работы.

4. По приложению 2 изучить порядок выполнения монтажа механических соединителей.

5. Подготовить бланки протоколов измерений.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение АВР. Кто осуществляет руководство АВР? Кто принимает участие в выполнении АВР?
2. Какие применяются схемы восстановления линий передачи при АВР?
3. В каких случаях при АВР применяют временную схему и когда используют постоянную схему восстановления линии?
4. Какое время отводится на восстановление линейно-кабельных сооружений с ОК и устройством временной кабельной вставки?
5. Приведите структурную схему типовой технологической карты на выполнение АВР.
6. Перечислите виды оптических кабельных вставок, дайте определения и условия применения.
7. Какой кабель используется для организации ВОКВ?
8. Дайте определение и условия применения одноэлементной и многоэлементной ВОКВ.
9. Какие технические требования предъявляются к ВОКВ?
10. Перечислите порядок выполнения лабораторной работы и схемы измерения потерь, вносимых ВОКВ.

### **Техника безопасности при работе с использованием когерентных лазерных источников излучения**

При выполнении лабораторных работ, связанных с использованием когерентных лазерных источников излучения, необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Не смотреть в выходной порт источника и на торцы коннекторов патч-кордов или оптических адаптеров.
2. Контроль качества оптического коннектора или адаптера допускается только при отсутствии в волокне излучения.
3. Для определения активности оптического волокна рекомендуется использовать измеритель оптической мощности или специальный индикатор излучения.

**Внимание!** Излучение, используемое в телекоммуникационных системных и измерительных приборах, невозможно обнаружить визуально.



### **Техника безопасности при работе с оптическим волокном**

1. На рабочем столе должны находиться только те инструменты и материалы, которые необходимы для выполнения работы. Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо убрать со стола все личные вещи (сумки, тетради и т.д.).

2. Перед началом работы с ОВ изучить методику выполнения скола.

3. Все работы с ОВ выполнять над рабочим столом.

4. Осколки ОВ утилизировать в специальные контейнеры, выданные лаборантом.

5. В случае если осколок ОВ упал за пределы контейнера (например, на поверхность стола) необходимо удалить его при помощи ленты 88Т или пинцета. Лента после этого также утилизируется в контейнер. Не допускается убирать упавший осколок ОВ голыми руками.

6. В процессе выполнения лабораторной работы запрещается тереть глаза руками.

7. В случае попадания ОВ под кожу немедленно сообщить об этом преподавателю. Не допускается самостоятельное удаление волокна.

8. После окончания выполнения лабораторной работы внимательно осмотреть одежду и рабочее место на предмет наличия осколков ОВ. При необходимости удалить осколки волокна при помощи ленты 88Т или пинцета.

9. Вымыть руки с мылом для удаления возможных незамеченных осколков ОВ с рук.

## Материалы, инструменты и оборудование для выполнения работы

1. Безворсовые салфетки



2. Спирт в дозаторе



3. Стриппер Miller



4. Ручка-скалыватель



5. Источник оптического излучения FOD 2112



6. Измеритель оптической мощности FOD 1024



7. Катушки ОВ, оконцованные пигтэйлами



8. Монтажный столик и механические соединители



## Порядок выполнения работы

1. Соберите макет ВОЛП без повреждений по схеме рис.1.

1.1. Соедините неоконцованные концы ОВ катушек механическим соединителем (порядок монтажа механического соединителя описан в приложении 1).

1.2. Подключите оконцованную с одной стороны пигтэйлом катушку с измеряемым ОВ к источнику оптического излучения в соответствии со схемой рис.1.

1.3. Подключите вторую катушку с ОВ, оконцованную пигтэлом, к измерителю оптической мощности в соответствии со схемой рис.1.

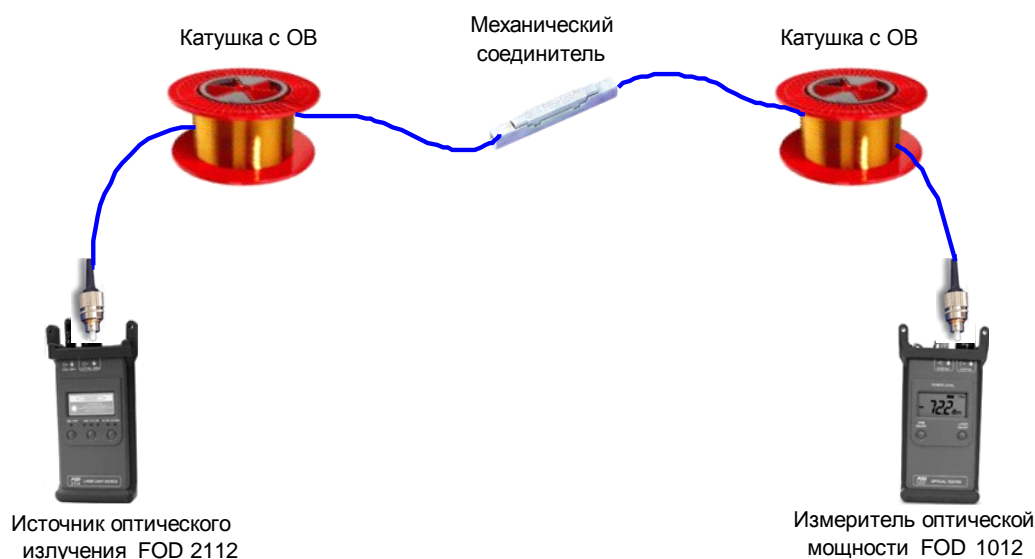
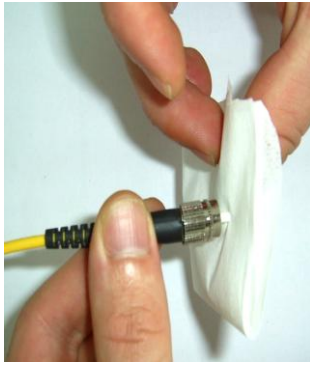


Рис.1. Схема измерения потерь на ВОЛП без повреждений

1.4. При подключении ОВ к источнику оптического излучения и к измерителю оптической мощности предварительно протрите оптический коннектор пигтэйла безворсовой салфеткой, смоченной небольшим количеством изопропилового спирта.

1.5. Для подключения разъема типа FC/PC совместите ключ на коннекторе с пазом на оптическом адаптере, зафиксируйте круглой накидной гайкой. **Не прикладывайте чрезмерных усилий!**



2. Выполните измерения потерь на ВОЛП без повреждений на двух длинах волн: 1550 нм и 1310 нм.

2.1. Включите источник излучения и выберите требуемую длину волны излучения (1550 нм или 1310 нм).

2.2. Включите измеритель оптической мощности и выберите ту же длину волны (1550 нм или 1310 нм) нажатием на клавишу SET  $\lambda$ .

2.3. Прогрейте источник и приемник излучения в течение 5-10 мин.

2.4. Запишите показание на дисплее измерителя оптической мощности ( $P_{\text{вых}}$ , дБ).

2.5. Измерение  $P_{\text{вых}}$  повторите 3 раза. При этом должна наблюдаться стабильность результатов измерений. В случае, когда имеется существенное (более 5 %) отклонение результата измерений от других измерений этой же серии, необходимо отбросить такой результат и повторить измерение.

2.6. Усредните результаты измерений, рассчитав  $\bar{P}_{\text{вых}}$  по формуле:  $\bar{P}_{\text{вых}} = (\sum_i P_{\text{вых}i}) / n$ . Здесь  $n$  - число измерений;  $P_{\text{вых}i}$  - показание при  $i$ -том измерении.

3. Выключите источник оптического излучения и измеритель оптической мощности.

4. Создайте повреждение на ВОЛП, демонтировав механический соединитель (рис. 2).



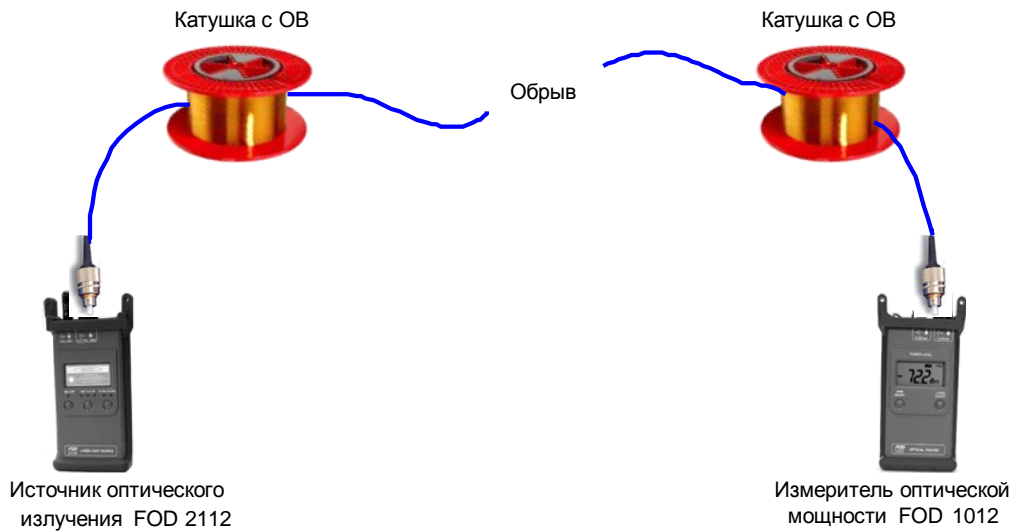


Рис. 2. Схема внесения обрыва

5. Произведите монтаж ВОКВ по схеме рис. 3.

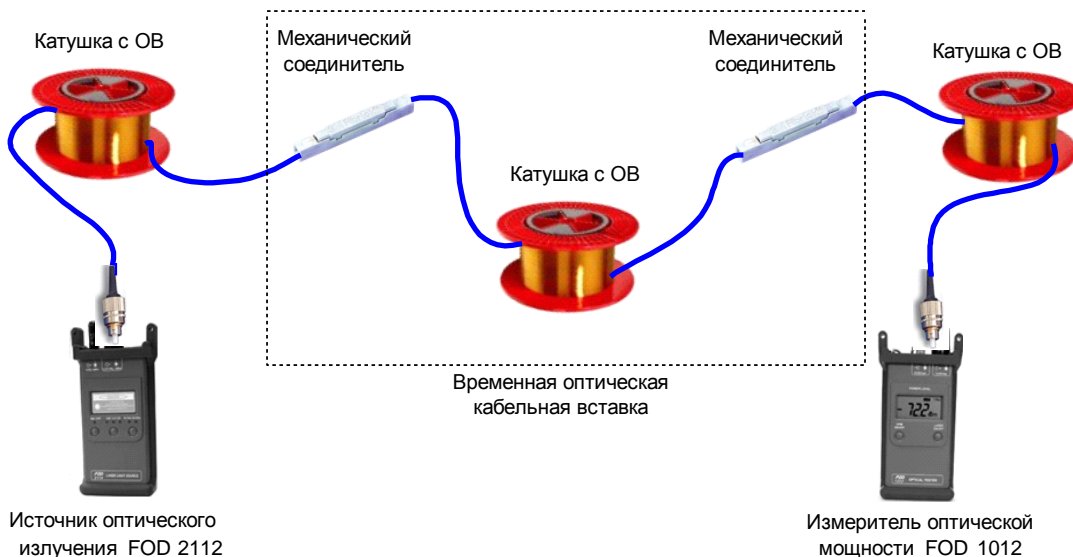


Рис. 3. Схема монтажа ВОКВ при АВР на ВОЛП

6. Выполните измерения потерь на ВОЛП с ВОКВ  $P'_{\text{вых}}$  на двух длинах волн: 1550 нм и 1310 нм в порядке, описанном в п. 2.1. – 2.5.

7. Усредните результаты измерений  $\bar{P}'_{\text{вых}}$ .

8. Рассчитайте потери на ВОКВ по формуле:

$$A = \bar{P}'_{\text{вых}} - \bar{P}_{\text{вых}}, \text{ дБ.}$$

9. Сравните полученное значение  $A$  со значением эксплуатационного запаса на ОК (3 дБ).

10. Результаты измерений и расчетов занесите в табл. 1.

Табл.1. Результаты измерений

№ измерения	Значение					
	1550 нм			1310 нм		
	$P_{\text{вых}}, \text{дБ}$	$P'_{\text{вых}}, \text{дБ}$	A, дБ	$P_{\text{вых}}, \text{дБ}$	$P'_{\text{вых}}, \text{дБ}$	A, дБ
1						
2						
3						
4						
5						
Среднее значение						

11. Сделайте вывод о качестве монтажа ВОКВ (в случае если  $A > 3$  дБ, необходимо выполнить повторный монтаж).

### Содержание отчета

Цель работы, схемы монтажа и измерений на ВОКВ при АВР на ВОЛП, заполненная табл. 1, выводы по работе.

### Приложение 1

#### АВР. Основные положения

АВР являются составной частью технического обслуживания линейно-кабельных сооружений (ЛКС) ВОЛП, проводимого на элементарном кабельном участке (ЭКУ).

АВР особый вид ремонтных работ на линиях передачи, основным требованием к которым является их немедленная организация в объемах, обеспечивающих восстановление действия линии передачи в кратчайшие сроки.

АВР должны вестись непрерывно до восстановления кабельной линии передачи по временной или постоянной схемам, даже при неблагоприятных внешних условиях.

АВР проводятся силами цехов линейно-кабельных сооружений (ЛКС) и линейно-технических цехов (ЛТЦ), а

также аварийно-восстановительных бригад (АВБ) эксплуатационного предприятия (ЭП).

Непосредственное руководство АВР осуществляет начальник цеха ЛКС. Общая координация АВР осуществляется главным инженером ЭП.

Оперативное руководство АВР осуществляют узловые пункты управления.

В помощь подразделению, проводящему АВР, могут привлекаться бригады соседних цехов ЛКС или линейно-технического цеха (ЛТЦ).

Для оперативного восстановления работоспособности поврежденной кабельной линии в зависимости от метода обслуживания цеха ЛКС и ЛТЦ должны быть оснащены в необходимом количестве аварийным запасом кабелей, временных кабельных вставок, оборудованием энергоснабжения, инструментом, измерительными приборами, инвентарем, механизмами и транспортом. Аварийный запас должен храниться в специально отведенных помещениях.

Восстановление линий передачи при аварийных повреждениях обеспечивается:

- организацией *временной схемы* восстановления линии передачи с последующим переходом на постоянную схему;
- организацией *постоянной схемы* восстановления линии передачи на участке повреждения.

Восстановление линии передачи *по временной схеме* организуется во всех случаях, когда ожидаемое время организации постоянной схемы восстановления превышает установленный норматив.

*Постоянная схема* восстановления линии передачи организуется:

- после организации временной схемы восстановления передачи;
- в случае видимого, локального повреждения кабеля, когда обеспечивается норма времени восстановления линии передачи без предварительной организации временной схемы восстановления;

Последовательность и расчетные сроки различных операций и этапов АВР регламентируются технологической картой (ТК).

ТК должна быть разработана и утверждена ЭП в соответствии с алгоритмом устранения аварий и нормативами на виды работ для конкретной кабельной линии с учетом типа кабеля, условий прохождения трассы и времени года.

При разработке и утверждении ТК необходимо исходить из того, что время на восстановление ЛКС с устройством временной кабельной вставки на линиях с *оптическим кабелем* (ОК) не должно превышать 10 ч без учета времени переезда. Для быстрого сбора АВБ разрабатываются одна или несколько схем оповещения. Порядок сбора бригады согласно оповещению утверждается начальником цеха ЛКС (ЛТЦ).

При длительном проведении АВР необходимо организовать сменную работу членов бригад с обеспечением питания и отдыха работников.

ТК на АВР состоит из разделов, регламентирующих область применения, организацию и технологию работ, технико-экономические показатели (время восстановления связи, время окончательного устранения аварии и трудоёмкость устранения аварии), и оговаривает применение материально-технических ресурсов. Структура типовой ТК приведена на рис. 4.

#### **Оптические кабельные вставки**

Для устранения повреждения ВОЛП при проведении АВР применяются оптические кабельные вставки.

*Оптические кабельные вставки* по назначению подразделяются на постоянные оптические кабельные вставки (ПОКВ) и временные (ВОКВ).

ПОКВ предназначены для организации *постоянной схемы* восстановления линии передачи ВОЛП.

Для ПОКВ, как правило, используется ОК той же марки и емкости, что и поврежденный линейный кабель. Длина ПОКВ должна составлять не менее 50 м.

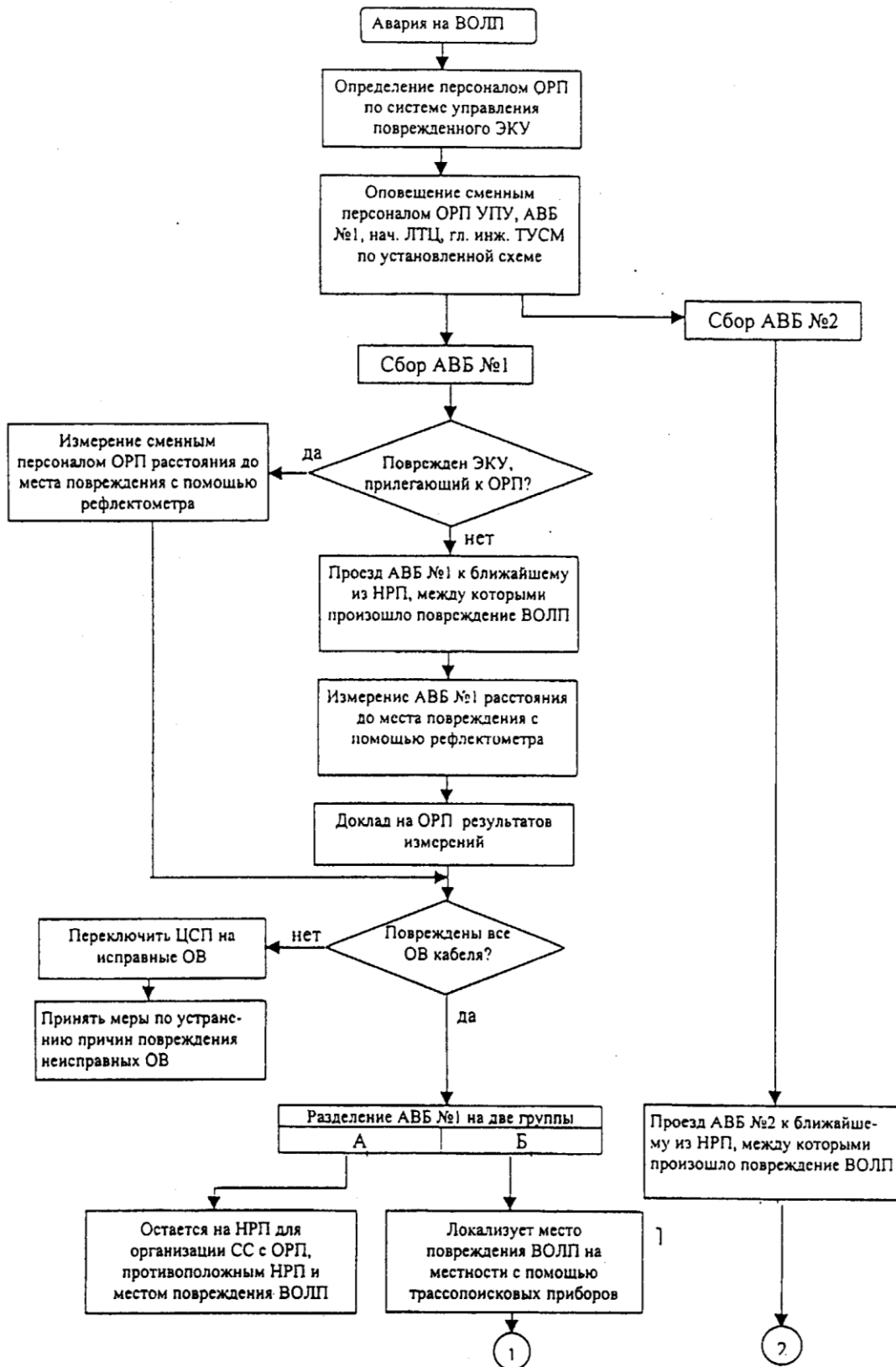


Рис.4. Структура типовой технологической карты

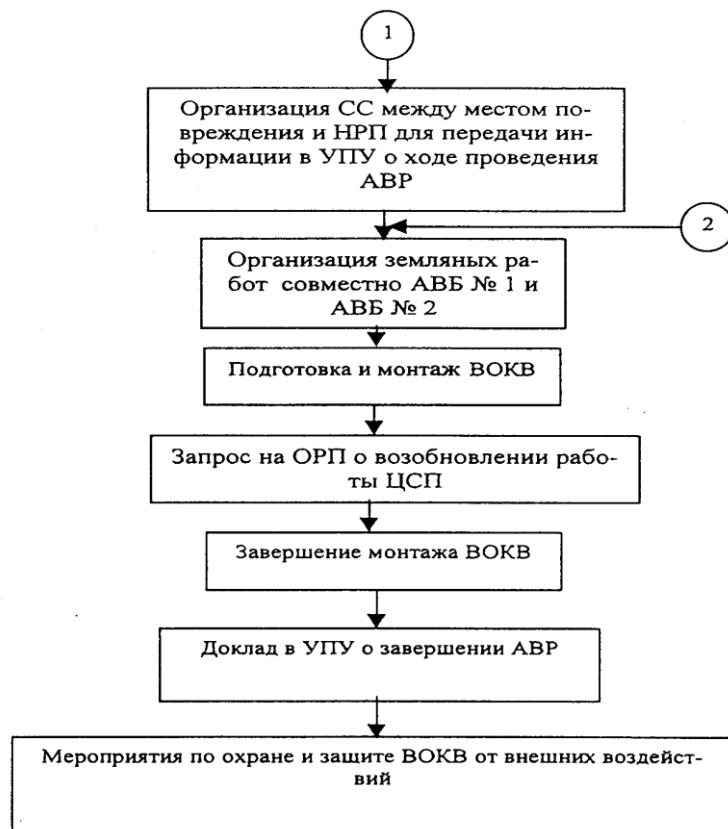


Рис.4. Структура типовой технологической карты

ВОКВ используются для организации *временной схемы* восстановления ВОЛП. В зависимости от вида повреждения оптического кабеля восстановление его по временной схеме осуществляется с помощью одно- или многоэлементных ВОКВ (классифицируемых по числу отрезков ОК, составляющих ВОКВ).

*Одноэлементная ВОКВ* (ВОКВО) организуется в случае локального механического повреждения ОК, когда место повреждения можно определить визуальным путем, но монтаж постоянной вставки не может быть выполнен в нормативные сроки.

ВОКВО представляет собой отрезок ОК из эксплуатационного запаса для данной линии, концы которого подготовлены для монтажа с поврежденным линейным кабелем.

Это существенно упрощает переход от временной схемы организации связи к постоянной и сокращает время такого перехода.

Для ВОКВО может быть также использован специальный малогабаритный ОК длиной около 50 м (что достаточно при устранении локальных повреждений линейного ОК). В случае протяженного участка повреждений линейного ОК может быть также использована ВОКВО протяженностью вплоть до строительной длины линейного ОК.

Соединение ОВ поврежденного ОК и кабеля ВОКВО осуществляется с помощью механических соединителей или же сваркой ОВ.

*Многоэлементная ВОКВ (ВОКВМ) организуется, когда:*

- повреждение носит локальный и скрытый характер, т.е. его нельзя определить визуально, и время на определение места повреждения и устранение аварии превышает норму на восстановление ОК по постоянной схеме;
- повреждение ОК имеет значительную протяженность (от 200 м до 7 км) или имеется несколько повреждений одной или нескольких соседних строительных длин.

Для оперативного перекрытия протяженных участков повреждений линейного ОК наиболее целесообразно использовать ВОКВМ, конструктивные особенности которых должны обеспечивать развертывание ОК ВОКВМ ручным способом, без необходимости применения специальных механизмов.

### **Общие технические требования к ВОКВ**

Суммарное затухание ЭКУ при применении любого типа ВОКВ, смонтированной на поврежденном ОК, должно составлять от 2 до 6 дБ рекомендуемого диапазона энергетического запаса согласно [4].

При локальном повреждении линейного ОК длина кабеля вставки должна составлять не менее 50 м. Данная величина определяется длиной демонтируемой части поврежденного ОК (по 10 м в обе стороны от места обрыва ОК с целью обеспечения гарантии целостности волокон ОК) и длиной откапываемых концов ОК (по 15 м, обеспечивающих их извлечение из траншеи и выполнение монтажа ВОКВО в палатках или ЛИОК).

При наличии нескольких повреждений в пределах строительной длины линейного ОК требуется значительная длина кабеля ВОКВ. Это вызывает существенное увеличение массы ОК и габаритов кабельного барабана и, тем самым, предопределяет только механизированную прокладку кабеля ВОКВ. В этом случае оперативное развертывание одноэлементной ВОКВ возможно лишь при расположении кабельной трассы вдоль автомобильных дорог.

Для оперативного перекрытия протяженных участков поврежденного линейного ОК наиболее целесообразно использовать многоэлементные ВОКВ, конструктивные особенности которых должны обеспечивать развертывание ОК ВОКВ ручным способом.

При этом должны быть выполнены следующие требования:

- оптический кабель ВОКВМ должен иметь малые габаритные размеры и массу, удовлетворять необходимым оптическим, механическим и климатическим требованиям, обеспечивать многократную перемотку и т.д.;

- длина отрезков ОК не должна превышать 1100 м;

- масса барабана с кабелем должна быть не более 60 кг;

- должна быть обеспечена возможность перемещения барабанов и размоток ОК как со специальных тележек, так и вручную;

- должна быть обеспечена оперативность монтажа ВОКВМ;

- должна быть обеспечена необходимая временная защита от внешних механических повреждений, пыли и влаги мест соединений отдельных отрезков ОК ВОКВМ.

Соединение оптических волокон поврежденного ОК с ОВ любых типов ВОКВ должно выполняться с помощью механических соединителей или сваркой ОВ.

Защита мест соединений линейного кабеля и кабелей вставки (ПОКВ и ВОКВ) должна осуществляться посредством линейных разветвительных муфт с числом вводов не менее трех.



ВОКВ должны комплектоваться необходимым специализированным монтажным инструментом, а также необходимой технической документацией.

## Приложение 2

### Технология сращивания оптических волокон механическими соединителями Fibrlok 2900

#### Конструкция соединителя

Универсальный механический соединитель Fibrlok 2900 предназначен для сращивания одномодовых и многомодовых ОВ с диаметром оболочки 125 мкм. Корпус соединителя имеет серую окраску. На корпус нанесена маркировка 3М Fibrlok. Общий вид соединителя приведен на рис. 5.

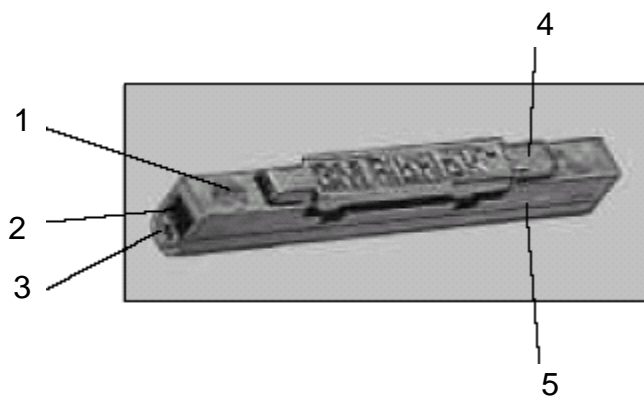


Рис. 5. Вид механического соединителя Fibrlok

На рис.5 показаны следующие элементы соединителя:

1 – знак, обозначающий размеры защитного покрытия ОВ (1/4 окружности – для диаметра 250 мкм и полная окружность для диаметра 900 мкм);

2 – торец корпуса соединителя;

3 – порт для ввода ОВ;

4 – крышка;

5 – корпус.

Соединение волокон в механическом соединителе 3М Fibrlok 2900 выполняется на монтажном столике, внешний вид которого представлен на рис. 6.

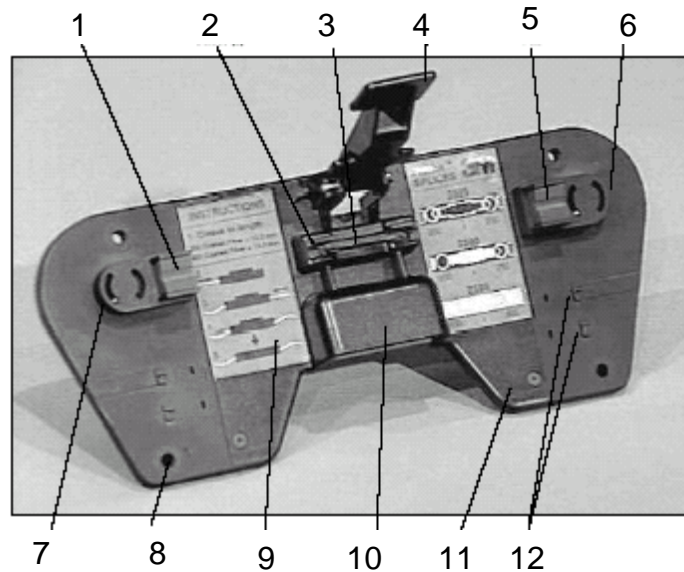


Рис. 6. Монтажный столик

В состав монтажного столика входят следующие элементы:

- 1, 5 - мягкая прокладка для фиксации волокон;
- 2 - направляющая канавка для юстировки ОВ;
- 3 - место установки соединителя;
- 4 - пресс;
- 6, 7 – поворотный фиксатор;
- 8 – крепежные отверстия;
- 9 – краткая инструкция;
- 10 – подставка для пальцев;
- 11 - основание;
- 12 - риски для проверки длины скола волокна.

### **Порядок сращивания оптических волокон механическими соединителями Fibrlok 2900**

1. Извлеките соединитель из упаковки и установите его в монтажном столике, не касаясь при этом крышки, нажимая на концы корпуса, как показано на рис. 7.

2. Снимите защитное покрытие с ОВ на длине около 25 – 51 мм (рис. 8).

3. Произведите скол волокна на длине 12.5 мм от защитного покрытия при его диаметре 250 мкм или 14 мм при диаметре защитного покрытия 900 мкм. При необходимости

выполнить проверку длины скола с помощью прецизионных риск 12. Торец ОВ должен находиться внутри риски, как показано на рис. 9.

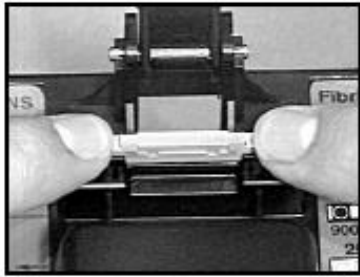


Рис. 7.

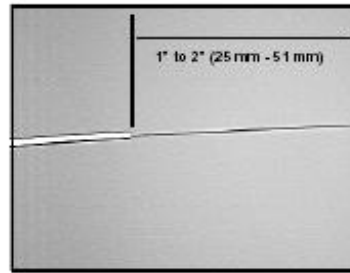


Рис. 8.

4. Установите ОВ в фиксатор в монтажном столике (рис. 10).

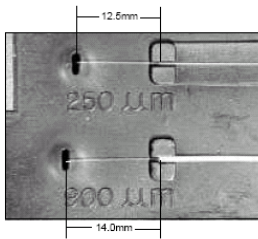


Рис. 9.

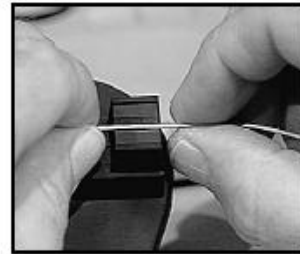


Рис. 10.

5. Возьмите ОВ за защитное покрытие на расстоянии примерно 6мм от конца покрытия и введите ОВ по направляющим в порт до упора с небольшим изгибом радиусом не более 3мм (рис. 11).

6. Повторите пункты 2 - 5 для второго образца ОВ. Убедитесь, что второе ОВ упирается в торец первого и соединяемые ОВ имеют одинаковые радиусы изгибов на вводе в соединитель (рис. 12).



Рис. 11.



Рис. 12.

7. Закройте соединитель, плавно опустив пресс на крышку соединителя до характерного щелчка (рис. 13).

8. Аккуратно извлеките соединитель из монтажного столика, сначала освободив ОВ из фиксатора, затем корпус соединителя из монтажного столика (рис. 14).



Рис. П.13.



Рис. П.14.

# **Монтаж временной кабельной вставки при АВР на ВОЛП**

**Дашков Михаил Викторович  
Никулина Татьяна Геннадьевна**