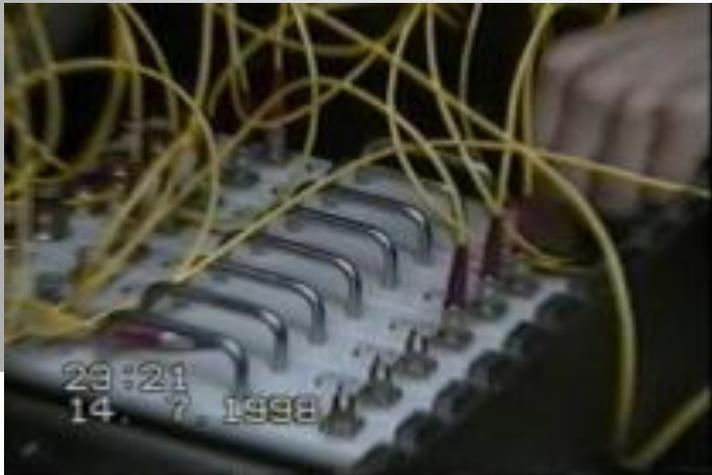


Применение ЭОМ в составе линейных трактов.

особенность применения в составе цифровых линейных трактов



Подключаем ЭОМ-ы в НРП

Аналогично корректируется плоская вершина импульса. В результате форма импульсного сигнала на выходе корректирующего усилителя будет иметь вид, представленный на рисунке.

Основной особенностью применения волоконно-оптических вставок в составе цифрового тракта является то, что в линейных регенераторах ЦСП импульсная последовательность формируется с предискажениями соответствующими длине регенерационного участка металлического кабеля. Прежде всего, длительность переднего фронта импульса на выходе регенератора должна быть согласована с протяженностью участка регенерации таким образом, что бы на приемном конце линии восстановление импульсной последовательности происходило с требуемым значением VBER.



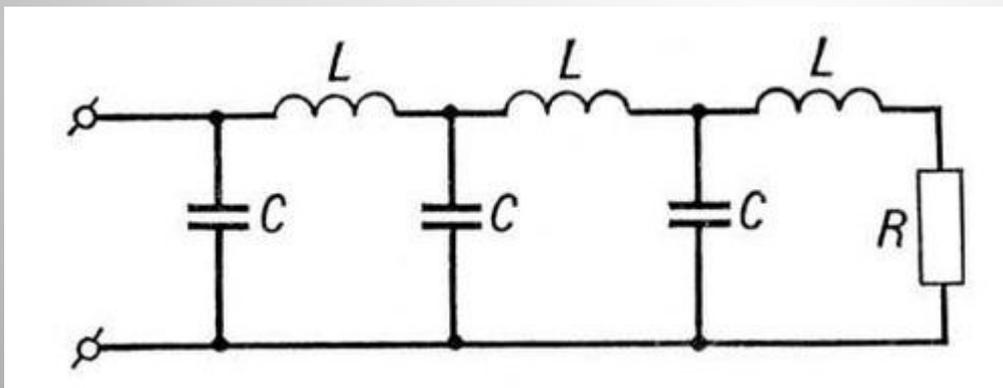
Эпюры напряжений цифрового линейного кода на выходе регенератора – а) и выходе линии – б).

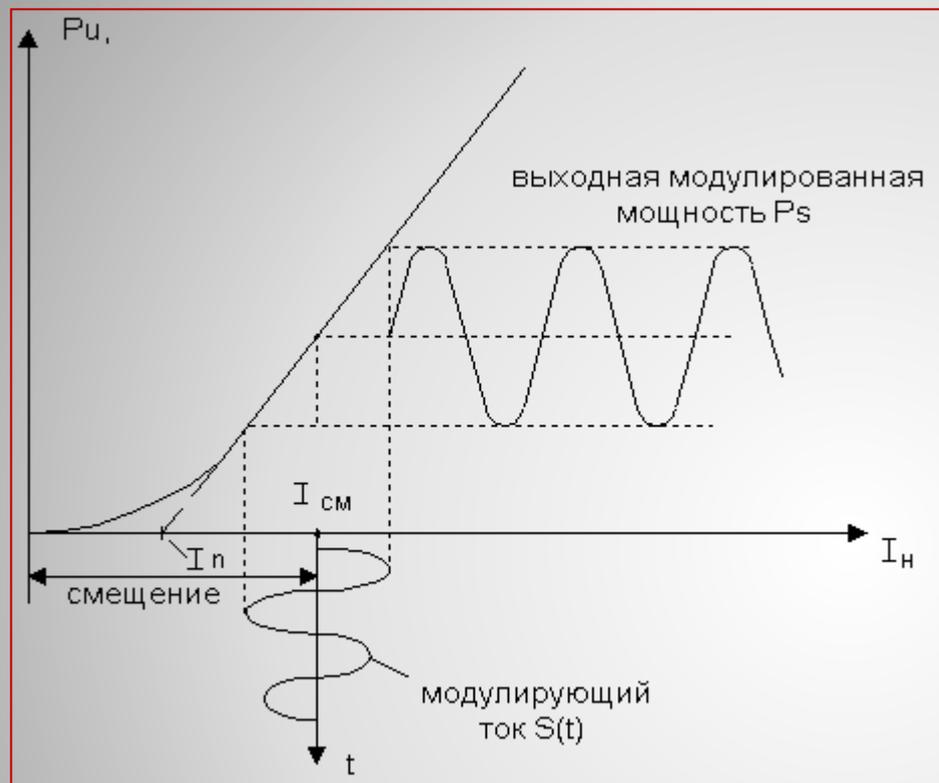
Дисперсионные характеристики ВОЛС входящей в состав цифрового тракта принципиально отличны от дисперсионных характеристик металлических кабельных цепей, поэтому форма импульсной последовательности линейного кода на выходе оптической линии будет совершенно иной. Форма импульса линейного кода практически не изменится, как не изменятся его временные и частотные характеристики.

В связи с этим фактом на вход корректирующего усилителя линейного регенератора будет поступать сигнал не той формы, на которую настроена его АЧХ при работе по металлическим цепям и работоспособность тракта будет нарушена.

Избежать этого явления можно, если в состав ЭОМ, а точнее в приемный оптический модуль, будет введена регулируемая искусственная линия, параметры которой будут соответствовать длине металлической кабельной цепи, и регулироваться в зависимости от ее протяженности.

Искусственная линия **электрическая цепь**, составленная из нескольких последовательно включенных звеньев, содержащих **катушки индуктивности** и **конденсаторы**. Различное соединение катушек индуктивности и конденсаторов в звене позволяет получать искусственные линии с заданными электрическими характеристиками (полосой пропускания частот, фазовой и переходной характеристиками и др.).





Прямая модуляция со смещением

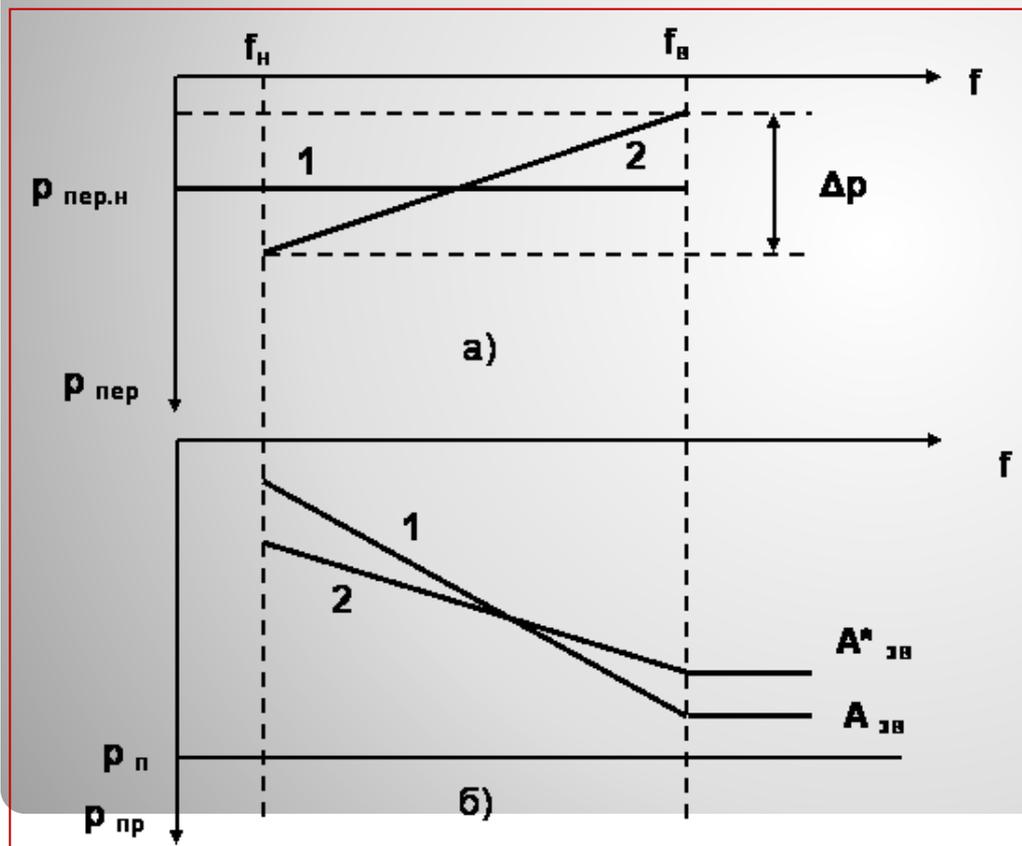
Как уже говорилось выше при работе аналоговых систем передачи вводятся предискажения линейного сигнала. Эти предискажения вводятся с помощью контуров прямого и обратного наклонов (КПН и КОН соответственно).

Для передачи аналогового сигнала по оптическому волокну в особенности при непосредственной модуляции источника излучения, необходимо на его вход подавать плоскую диаграмму уровней.

При введении контура наклона восстанавливающего плоскую диаграмму уровней изменяется соотношение мощностей теплового шума и шумов от нелинейности, в результате чего суммарная психометрическая мощность шумов в каналах, приведенная к точке с нулевым относительным уровнем, расположенных в разных частотных промежутках линейного спектра будет неодинакова.

особенность применения в составе аналоговых линейных трактов

Для исключения этого эффекта при использовании ЭОМ в структуре аналоговых линейных трактов в блок 1 передающего модуля вводят КОН тем самым преобразуя наклонную диаграмму уровней в плоскую, а в приемном модуле в блок 7 вводят КПН возвращая существующий наклон диаграммы.

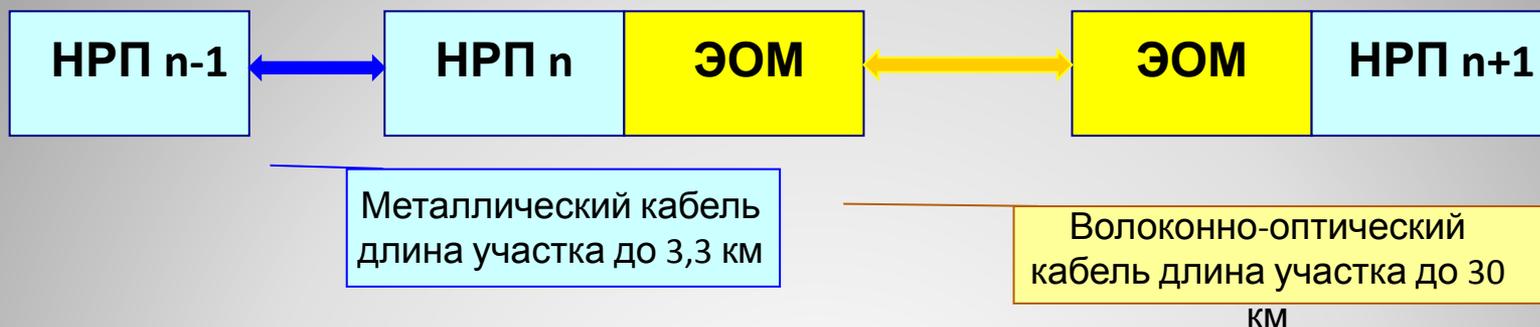


Реконструкция существующих металлических линий связи с переходом на цифровое оборудование неизбежно связано с уменьшением длины участка регенерации по сравнению с усилительным. При этом достаточно часто возникает проблема размещения необслуживаемых регенерационных пунктов по трассе в неудобных для эксплуатации местах (реки, железные дороги, автотрассы и пр.). Перенос этих пунктов в другое место связан либо с ухудшением качественных характеристик передачи трактов, либо с увеличением затрат на реконструкцию и снижением надежности линии, за счет появления дополнительного оборудования.

Этот факт вызывает необходимость поиска путей увеличения длины участка регенерации металлической линии связи.

Одним из вариантов проведения реконструкции и исключения проблем с установкой линейных регенераторов в неудобном месте, является организация составных трактов.

Другие варианты использования ЭОМ.



Составной тракт предполагает введение в состав существующего тракта на металлическом кабеле участка волоконно-оптического кабеля и размещении электрооптических модемов в имеющихся контейнерах необслуживаемых пунктов.

Основное использование подобного решения оправдано там, где не требуется передача больших объемов информации и затраты на новое строительство ВОЛС будут велики, по сравнению с вариантом сохранения существующего кабеля, прежде всего это внутризоновые и сельские линии связи.

Эффективность подобного решения обусловлена сокращением объема строительного-монтажных работ при реконструкции, с одной стороны, и сохранением общей структуры существующей линии связи на конкретном участке сети.



система резервирования по ВОЛС

Развитие сети и строительство новых ВОЛС осуществляется с использованием существующих сооружений связи.

Имеются в виду здания, фундаментальные объекты и пр., где располагается оборудование связи. Расстояния между этими пунктами, как правило, не превышает 100 – 150 км.

Очень часто возникает ситуация, когда волоконно-оптические кабели прокладываются, как бы, параллельно существующим металлическим, или возможно создать обходные направления по ВОЛС для линейных трактов по металлическим кабелям.

Т.е. с развитием волоконно-оптической сети и наличием на ее участках резервных (темных) волокон возникает возможность организовать их резервирование по ВОЛС с использованием упомянутых выше ЭОМ.

В таком варианте может быть организовано как «горячее», так и «холодное» резервирование трактов, работающих по металлическим кабелям.

Переключение трактов на ВОЛС в помещении ОРП или ОП может занимать несколько минут, что обеспечит нормальное проведение ремонтно-восстановительных работ на металлических кабелях.



Подготовка к подключению оптической муфты.



Ремонтная машина в рабочем состоянии.



Процесс развертывания первого элемента ВОКВ.



Процесс развертывания элемента ВОКВ из ремонтной машины.



Внешний вид временной оптической муфты в полевых условиях

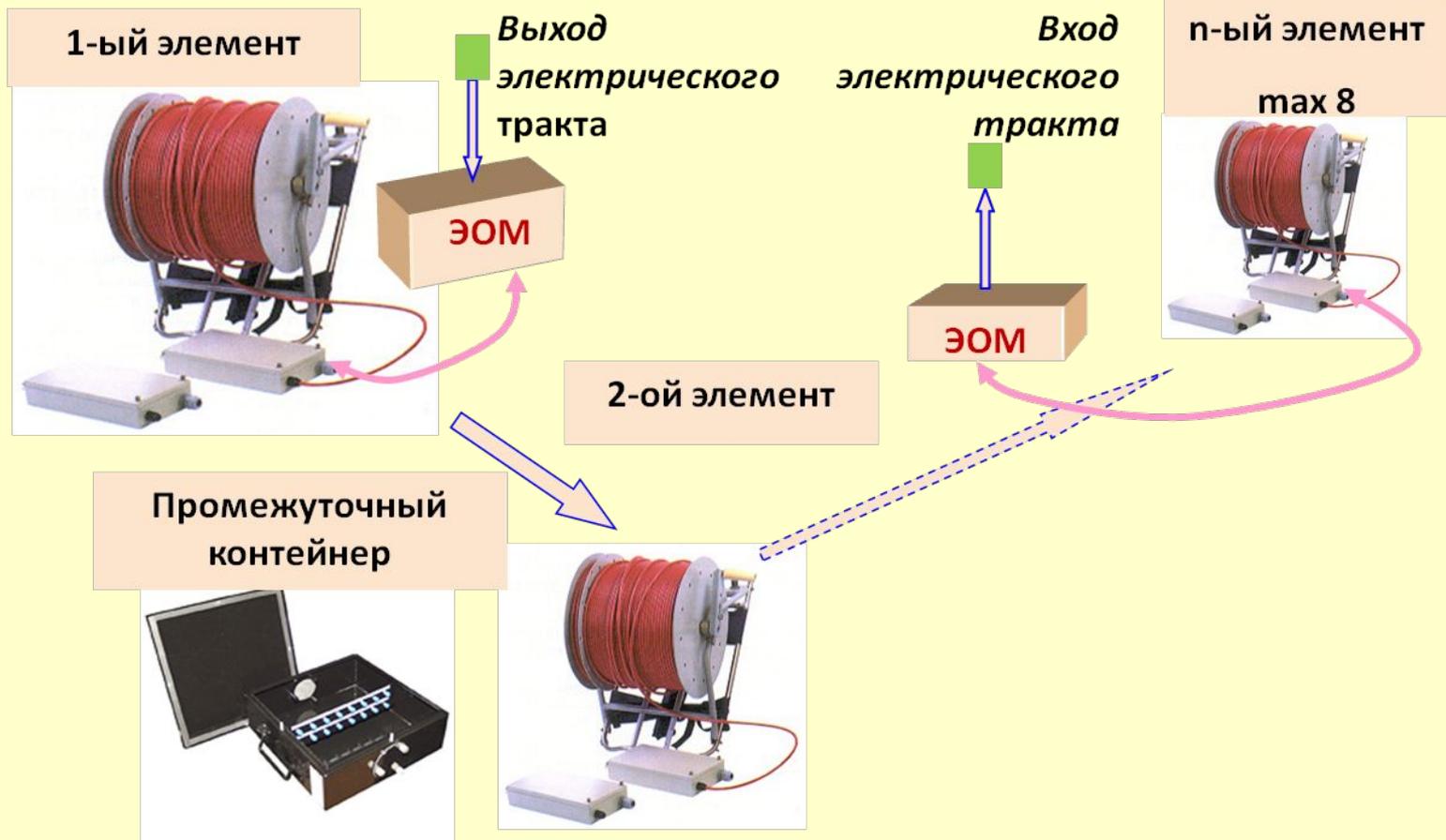
В настоящее время известны и наиболее широко используются в практике эксплуатации несколько типов временных волоконно-оптических кабельных вставок (ВОКВ) предназначенных для развертывания на длинах усилительных участков (УУ) или участков регенерации (УР) трактов аналоговых или цифровых систем передачи работающих по металлическим кабелям.

Линейная часть ВОКВ для металлических линия связи.

Вставка, представленная на предыдущем рисунке, позволяет перекрывать всю протяженность участков таких систем передачи как К-3600, РСМ-480, LS-34, LA-140x2, а при последовательном соединении двух ВОКВ и К-1920. Вставка оборудована временными муфтами, позволяющими производить оперативное подключение кабеля вставки к ЭОМ. Размер муфт выбран таким, что она вместе с кабелем вставки может быть протянута в канал кабельной канализации или трубу на переходах через железные дороги и шоссе. Вставка оборудована специальным размоточным устройством, которое позволяет осуществлять многократные циклы ее развертывания. Одним из основных недостатков подобной вставки является ее вес, который, в зависимости от типа кабеля вставки лежит в пределах 130 – 150 кг, что позволяет производить развертывание вставки только с автомашины.

Другим вариантом реализации временной вставки является составная ВОКВ. Она состоит из нескольких, как правило до 8 элементов с отрезками волоконно-оптического кабеля, протяженностью до 1000 м, который размещен на небольших барабанах. При этом волокна оптического кабеля оконцованы разъемами типа FC/PC, а соединение волокон осуществляется в специальном герметизированном контейнере.

Вес одного барабана с кабелем не превышает, как правило, 32 – 34 кг, что позволяет производить развертывание вставки вручную.



Составная ВОКВ.

Однако наличие достаточно большого числа соединителей не только ухудшает параметры вставки, но и значительно увеличивает время ее развертывания.

В процессе развертывания любого из типов ВОКВ кабель вставки испытывает различного рода механические нагрузки, а также происходит многократное соединение оптических волокон либо непосредственно с аппаратурой, либо непосредственно друг с другом в составных ВОКВ.

Это приводит к необходимости разработки методики контроля параметров ВОКВ, оценки ее пригодности к дальнейшему использованию, а также определения срока службы вставки в целом и отдельных ее элементов.

Так же как и на металлических линиях связи временные волоконно-оптические вставки применяются и в структуре трактов ВОЛС с некоторыми особенностями.

Классификация видов повреждений оптических кабелей

Виды повреждений ОК классифицируют как:

- одиночный обрыв ОК;
- обрыв ОК в нескольких местах;
- повреждение ОК с обрывом всех или части ОВ и с сохранением целостности защитных покровов;
- повышенное затухание ОВ;
- повреждение наружной полиэтиленовой оболочки ОК с сохранением работоспособности ОВ при сохранении целостности металлических бронепокровов;
- повреждение наружной полиэтиленовой оболочки ОК с сохранением работоспособности ОВ при нарушении целостности бронепокровов.

Учитывая значительно большую длину участка регенерации на ВОЛС, пропадает необходимость применения ЭОМ в составе ВОКВ. Это определило структуру ВОКВ для ВОЛС только в составе линейной части.

Вставки ремонтные оптические короткие.

**Волоконно-оптические кабельные вставки
для ВОЛС.**



Оптическая муфта
типа GPJ-F, либо
отечественная –
МТОК-96



Вставки ремонтные оптические короткие.

Восстановление ЛКС ВОЛС при аварийных повреждениях ОК обеспечивается:

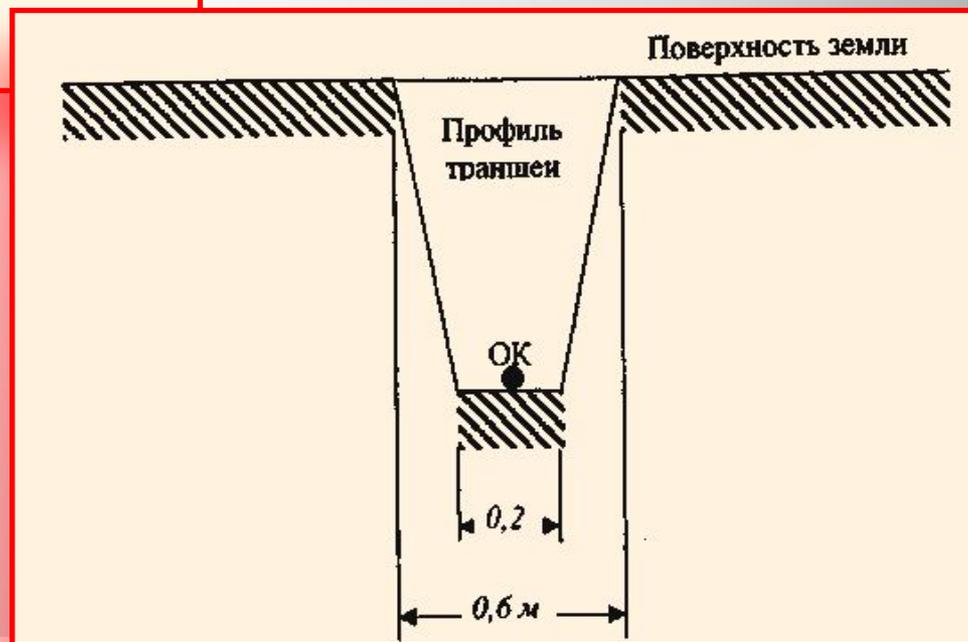
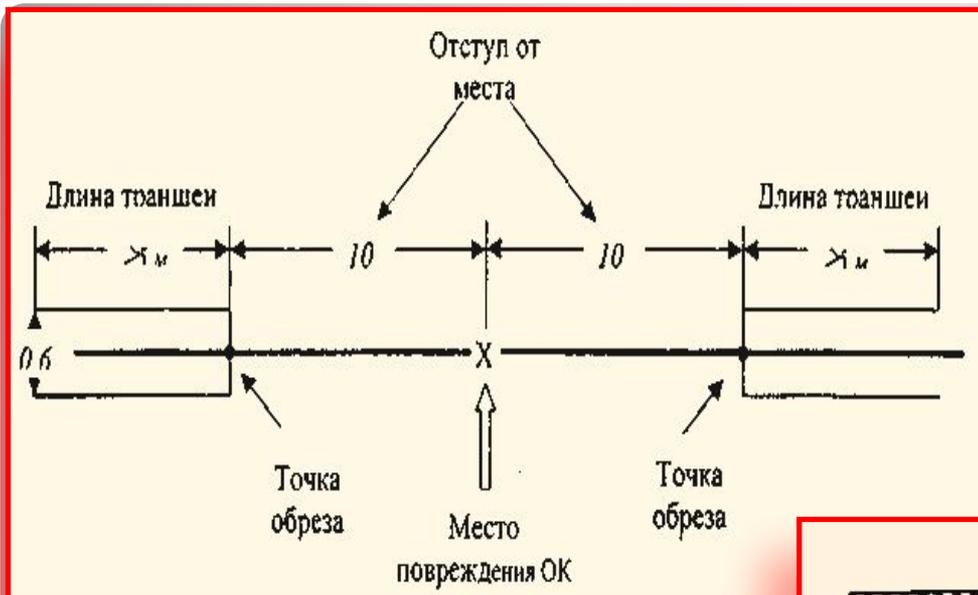
- организаций временной схемы восстановления линии передачи ВОЛП с последующим переходом на постоянную схему, в том числе с использованием схемы резервных обходов;
- организацией постоянной схемы восстановления линии передачи ВОЛП на участке повреждения.

Временная схема восстановления линии передачи ВОЛП организуется во всех случаях, когда по результатам обследования района или места повреждения ОК ожидаемое время организации постоянного варианта восстановления превышает установленный норматив.

Постоянная схема восстановления линии передачи ВОЛП организуется:

- после реализации временной схемы;
- в случаях видимого, локального, одиночного повреждения ОК, когда норматив времени восстановления линии передачи ВОЛП может быть обеспечен без предварительной организации временной схемы восстановления ВОЛП.

Последовательность и расчетные сроки различных операций и этапов восстановительных работ регламентируются технологической картой, которая разрабатывается в соответствии с алгоритмом устранения аварий и нормативов на виды работ для каждой ВОЛП с учетом типа ОК, условий прохождения трассы и времени года, и утверждается руководством эксплуатационного предприятия. При разработке и утверждении технологических карт необходимо исходить из того, что время на восстановление линии передачи ВОЛП должно быть минимальным и не превышать 10 часов.



Достаточно часто в структуре СТЭ ВОЛС возникает необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ на строительной длине магистрального оптического кабеля.

В этом случае возникает желание осуществить временное резервирование всей строительной длины, протяженность которой достигает 6 км.

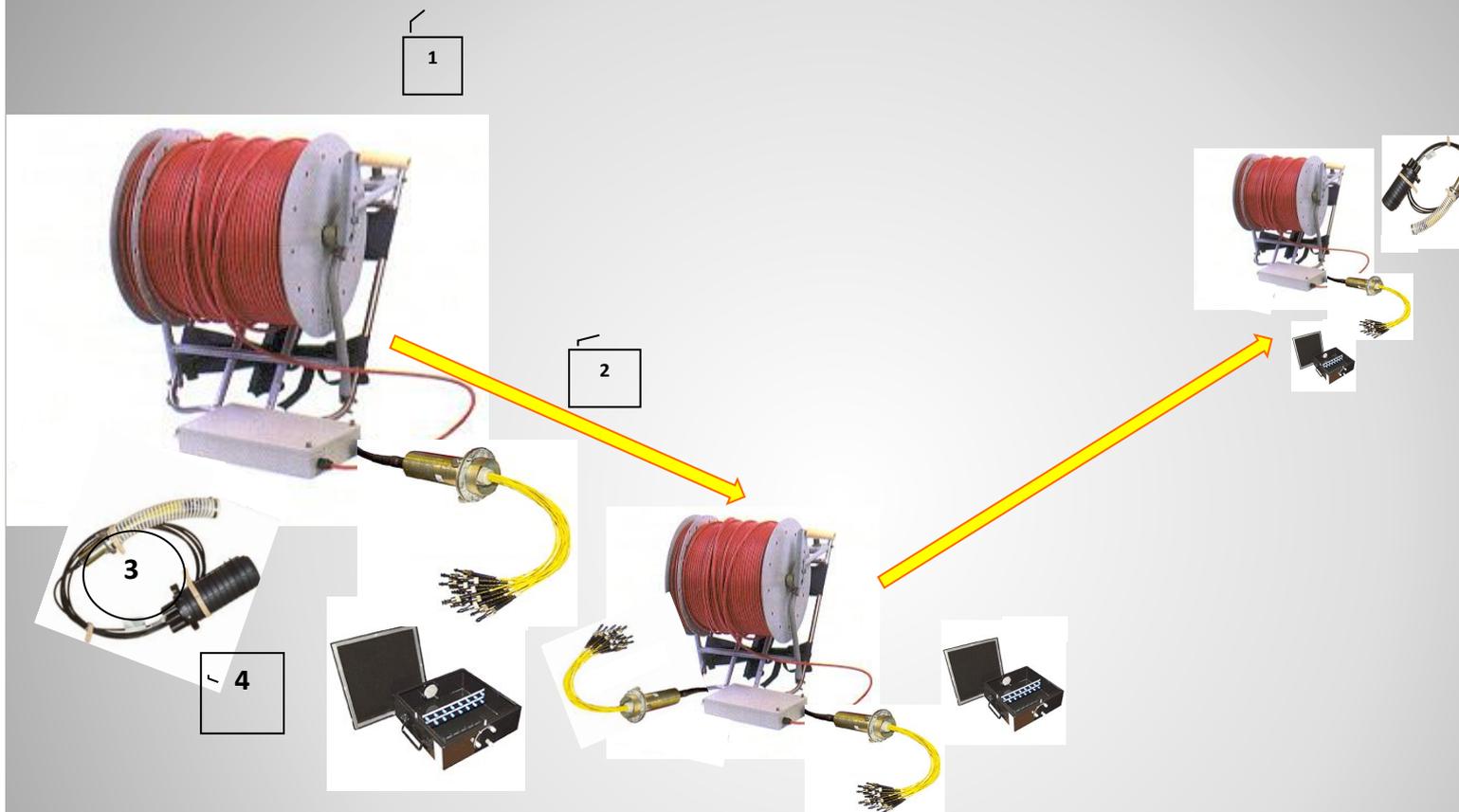
Решение этой задачи возможно двумя способами:

- применение многоэлементных ВОКВ, аналогичных описанным выше для металлических линий связи;
- развертывание одноэлементной ВОКВ.

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.

Многоэлементные ВОКВ.



1. Кабельный элемент ВОКВ.

2. Гибкий элемент подключения вставки к кроссу с розетками типа FC/PC.

3. Гибкий элемент подключения вставки к магистральному ВОК с муфтой типа МТОК – 96

4. Промежуточный контейнер для соединения элементов вставки.

В отличие от многоэлементной ВОКВ, одноэлементная представляет из себя размоточное устройство с кабелем протяженностью до 6 км, что позволяет избавиться от дополнительных и возвратных потерь в разъемных соединениях. Большая протяженность оптического кабеля, большой размер барабана размоточного устройства и, соответственно, большой вес (более 300 кг), делают неудобным процесс развертывания вставки. Поэтому в данном варианте одноэлементную вставку разделяют на два. Все зависит от конкретной ситуации, где предполагается развертывать вставку. Например, это могут быть соотношения длин элементов 3 км + 3 км или 4 км + 2 км. При двух элементах мы получаем всего лишь 3 разъемных соединения, что существенно улучшает оптические параметры ВОКВ, но ее развертывание может быть осуществлено только с машины.

Одноэлементные ВОКВ.

Монтаж всех элементов ВОЛС в полевых условиях осуществляется **обязательно** в монтажной машине (передвижной лаборатории). Это обеспечивает:

- защиту монтируемых элементов от воздействия атмосферных факторов;
- препятствует попаданию пыли, грязи и пр. в конструкцию оптических элементов;
- нормальные условия работы технического персонала, т.к. эта работа требует особого внимания и высокой сосредоточенности;
- выполнение всех технологических операций при плюсовых температурах, т.к. большинство приборов и устройств, для монтажа ОВ, не могут работать или не обеспечивают требуемого качества процесса при отрицательных температурах;
- маневренность и доступность связи с пунктами по трассе ВОЛС.

Монтажные и измерительные работы на ВОЛС в процессе строительства и эксплуатации.



Внешний вид.



Внутренний вид.

В качестве примера реализации передвижной лаборатории может служить технологическая машина для выполнения полевых работ на ВОЛС, предложенная ОАО «РОСТЕЛЕКОМ».

В состав машины входит достаточно много необходимого оборудования, инструментов и материалов.

Примерный состав оборудования лаборатории может выглядеть следующим образом.

Передвижная лаборатория по монтажу, ремонту и восстановлению волоконно-оптического кабеля:

- автомобиль типа «ГАЗ-27057», 2003 г. выпуска (к примеру).

Измерительное оборудование:

- рефлектометр «MTS-5100»;
- оптический телефон «PHOTOM 450»;
- трассоискатель «ЗМ»;
- источник оптического излучения «WG-OLS-15»;
- измеритель «WG-OLP-15A»;
- нормализующая длина – катушка оптического волокна $L = 1,5$ км.

Монтажное оборудование:

- сварочный аппарат «FSM 40S»;
- скалыватель СТ-20 – 2 шт.;
- комплект инструмента «НИМ 25»;
- инструмент для монтажа защитной полиэтиленовой трубки (ЗПТ);
- муфты МОМ-у, МТОК-96, FOSC-400 в количестве 4 шт. (как минимум);
- муфты для ЗПТ в количестве ... шт.;
- теплоэлектровентилятор;
- электрофен;
- средства радиосвязи.



Средства восстановления связи, располагаются, как правило, в другой машине:

- волоконно-оптическая кабельная вставка – короткая, $L=250$ м.;
- многоэлементная, длина элемента $L_{эл}=0,8 - 1,0$ км, количество элементов определяется конкретно для данной ВОЛС;
- одноэлементная $L_{эл}=(3+3)$ км или $L_{эл}=(4+2)$ км;
- все варианты кабельных вставок должны быть полностью укомплектованы в соответствии с технической документацией на вставку;
- бензоэлектростанция 220В; 3,5 Квт.;
- комплект исполнительной документации на ВОЛП.