

Резервирование кабелей связи.

Типовые технические решения. Часть 1.

1. Постановка задачи и принципы управления.

Для резервирования, кабеля, проложенного между двумя узлами связи, используется оборудование переключения физических линий (ОПФЛ), состоящее из кроссовых коммутаторов COMMENG LSW и устройств управления. По команде оператора или управляющей системы ОПФЛ (рис.1) производит переключение на обоих узлах.

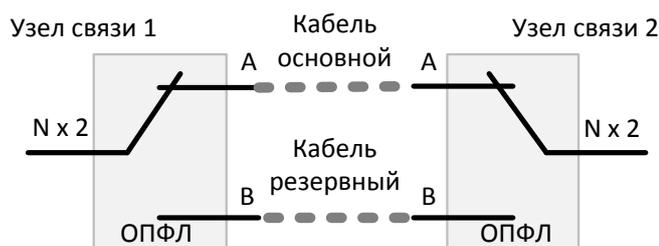


Рисунок 1. Схема резервирования кабеля

Возможны и более сложные схемы резервирования, когда резервируется не один, а несколько участков кабеля (рис.2), при этом между двумя узлами связи возможны несколько вариантов организации межстанционной связи (рис 3). Оборудование переключения линий может быть установлено в кабельных шкафах, ящиках, и, в принципе, даже в кабельных муфтах (в этом случае потребуется, естественно, другое исполнение).



Рисунок 2. Кабельная трасса разбита на два участка, на каждом из них проложен основной и резервный кабель. Данный вариант может значительно повысить надежность.



Рисунок 3. Связь между узлами 1 и 2 может быть организована по кабелям: 1; 2-3; 2-4-5.

В части 1. типового технического решения рассматривается управление резервированием без применения программных средств и протоколов передачи данных. Управление производится оператором вручную с помощью переключателей ячеек управления. Рассматривается схема резервирования, показанная на рис.1.

Возможны два варианта:

- 1) на узлах связи 1 и 2 переключение с одного кабеля на другой производится операторами, находящимися на каждом узле связи;
- 2) управление переключением производится оператором, находящимся на узле 1; при этом команда оборудованию, находящемуся на узле 2, может быть передана по выделенной паре как основного, так и резервного кабелей.

С помощью варианта 2 может быть реализована так же схема резервирования, показанная на рис.2.

С помощью программируемых логических контроллеров (ПЛК), связанных между собою и рабочим местом оператора каналами передачи данных или же по сети Ethernet могут быть реализованы значительно более сложные схемы резервирования. Основным недостатком способа является более высокая сложность оборудования, зависимость от работы каналов связи или сети, и, следовательно, снижение надежности. Управление с применением программных средств и каналов связи будет рассмотрено в части 2.

2. Реализация системы резервирования с помощью оборудования COMMENG.

2.1 Выбор кроссовых коммутаторов.

Все коммутаторы устанавливаются в плиты типа KRONE LSA-PLUS/PROFIL, основной и резервный линейные кабели и станционный подключаются непосредственно к контактам плиты. Резервные кабели могут подключаться так же через плиты линейной части кросса. В зависимости от поставленных задач, можно выбрать три типа кроссовых коммутаторов (см. их технические описания):

а) **Commeng LSW-A5** - коммутирует 5 пар, управляющее напряжение подается через клеммную колодку. Устанавливается в плинт 10x2.

б) **Commeng LSW-A4** – коммутирует 4 пары, управляющее напряжение подается через контакты плиты; имеется выход для контроля состояния (выбранного направления). Устанавливается в плинт 10x2.

в) **Commeng LSW-A4s** – предназначен для переключения экранированных пар кабелей или же однопарных экранированных кабелей. Устанавливается в плинт 8 x a,b,s.

Вариант (а) позволяет использовать меньшее количество коммутаторов и обеспечить точное соответствие между группами парами (пучками, пучками) кабеля с емкостью, кратной 5 и 10. Основное преимущество – меньшее потребление тока.

Вариант (б) рекомендуется применять для коммутации кабелей, по которым передаются 4-проводные каналы связи (например, ТЧ). Кроме того монтаж более удобен и надежен. Возможно организовать обратный контроль состояния коммутаторов на необслуживаемом узле связи (вариант управления 2) по выделенной паре.

Вариант (в) следует применять, если производится переключение цифровых кабелей, содержащих экранированные пары.

2.2 Подключение линейных кабелей.

Хотя линейные кабели могут быть подключены непосредственно к плитам, в которые установлены коммутаторы, рекомендуется их заводить сначала на плиты линейной части кросса, которые соединяются кроссировками с плитами, в которые установлены коммутаторы. В том случае, если необходима установка защиты от перенапряжений, модули защиты устанавливаются в плиты на линейной части кросса.

2.3 Вариант управления 1: переключение с одного кабеля на другой производится операторами, находящимися на каждом узле связи.

В обоих вариантах управления управляющее напряжение подается на устройство **LSW-PDU** (или **LSW-PDMU**) (см. описание), устанавливаемое в плинт LSA-PLUS/LSA-PROFIL 10x2. **LSW-PDMU** имеет дополнительный выход для мониторинга состояния группы переключения (выбранного направления).

К **LSW-PDU** можно подключить до 20 коммутаторов, к **LSW-PDMU** – до 16 коммутаторов.

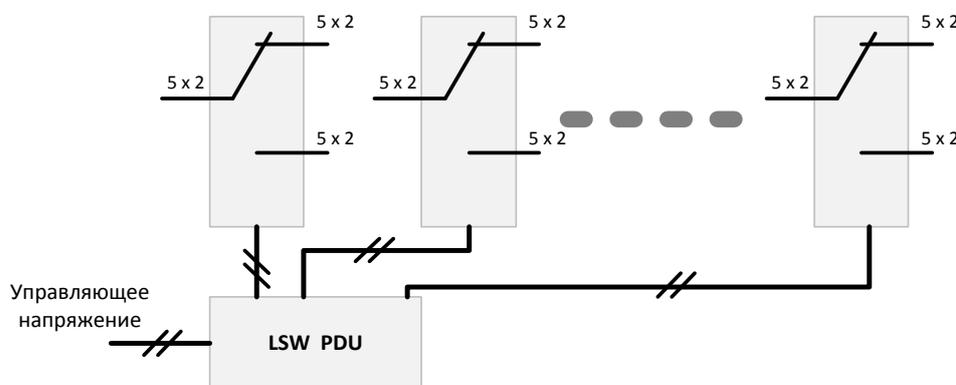


Рисунок 4. Управляющее напряжения подается на устройство LSW-PDU, которое распределяет его на управляющие входы коммутаторов.

Для подачи команды на переключение на группу кроссовых коммутаторов нужно произвести изменение полярности управляющего напряжения.

COMMENG выпускает несколько типов устройств управления, для ручного управления применяются:

Ячейка управления Commeng LCS-MCU

Предназначена для подачи управляющего напряжения на переключатели симметричных и коаксиальных линий. Соединяется с управляющими входами кроссовых коммутаторов и групповых устройств двухпроводной линией. Монтаж – на рейку DIN или поверхность (через проушины). Устанавливается на рабочем месте оператора, а так же в шкафах и стойках с оборудованием. Команда на переключение подается оператором с помощью изменения положения тумблеров. С помощью использования необходимого количества ячеек может быть смонтирован пульт управления устройством переключения линий любой конфигурации.

Ячейка управления Commeng LSW-MCU

Предназначена для подачи управляющего напряжения на кроссовые переключатели и групповые устройства. Устанавливается в непосредственной близости от них в плинт LSA-PLUS/LSA PROFIL 2/10. Управляющее напряжение подается через контакты плинта. Команда на переключение подается оператором с помощью изменения положения тумблеров.

В том случае, если команда на переключение будет подаваться операторами, находящимися на каждом из узлов связи, то на их рабочих местах или в шкафах с оборудованием должна быть установлена ячейка управления **Commeng LCS-MCU** (на рейку DIN или же поверхность, например, крышку стола) или **Commeng LSW-MCU** (в плинт, непосредственно рядом с кроссовыми переключателями). Выбранное направление определяется положением тумблеров ячейки управления и индицируется светодиодами на ее панели.

Таблица 1. Пример спецификации оборудования для резервирования кабеля емкостью 50 пар для варианта управления 1.

№	Наименование устройства	количество		
		УС 1	УС 2	Итого
1	Кроссовый коммутатор Commeng LSW-A5 / Commeng LSW-A4	10/13	10/13	20/26
2	Устройство распределения питания Commeng LSW-PDU / Commeng LSW-PDMU	1/1	1/1	2/2
3	Ячейка управления Commeng LCS-MCU / Commeng LSW-MCU	1/1	1/1	2/2

Примечание 1. В таблице 1 через дробь указаны варианты выбора оборудования (наименование, количество). Никаких препятствий к тому, чтобы на одном узле использовать ячейки управления или устройства распределения питания разных типов нет. Количество и тип необходимых плинтов выбираются в зависимости от количества устройств, которые в них устанавливаются.

*Примечание 2. В случае использования **Commeng LSW-A4** возможна подача управляющего напряжения непосредственно на контакты нормально-замкнутых плинтов, с использованием «петли», когда контакты плинтов, предназначенные для подачи питания, соединяются последовательно, а первый и последний плинт подключаются к источнику управляющего напряжения (ячейка управления или адаптер).*

2. 4 Вариант управления 2: управление переключением на резервный кабель производится оператором, находящимся на узле 1.

Этот вариант применяется, когда на одном из узлов связи присутствует дежурный персонал (УС 1), а второй узел (УС 2) частично или полностью необслуживаемый. Для подачи управляющего напряжения на оборудования переключение УС 2 используются выделенные пары в основном и резервных кабелях.

Для обеспечения гальванической развязки этих пар и трансляции управляющего напряжения на вход устройства **LSW-PDU** или **LSW-PDMU** используется адаптер, функции которого описаны ниже.

Адаптер **Commeng LCS-2/1CSA** используется для приема управляющего напряжения, поданного на один из двух его входов, и передачи управляющего напряжения на оборудование переключения физических линий. Функциональная схема адаптера показана на рисунке 5.

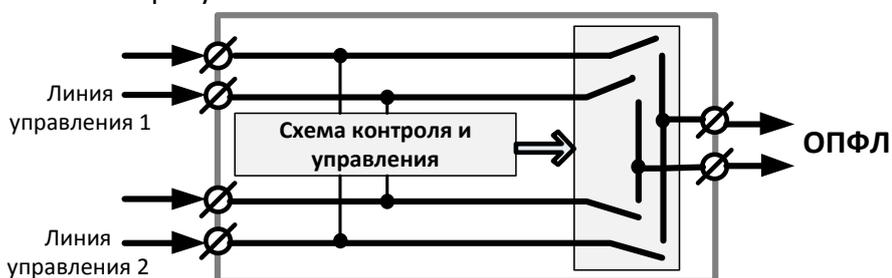


Рисунок 5. Функциональная схема адаптера **Commeng LCS-2/1CSA**

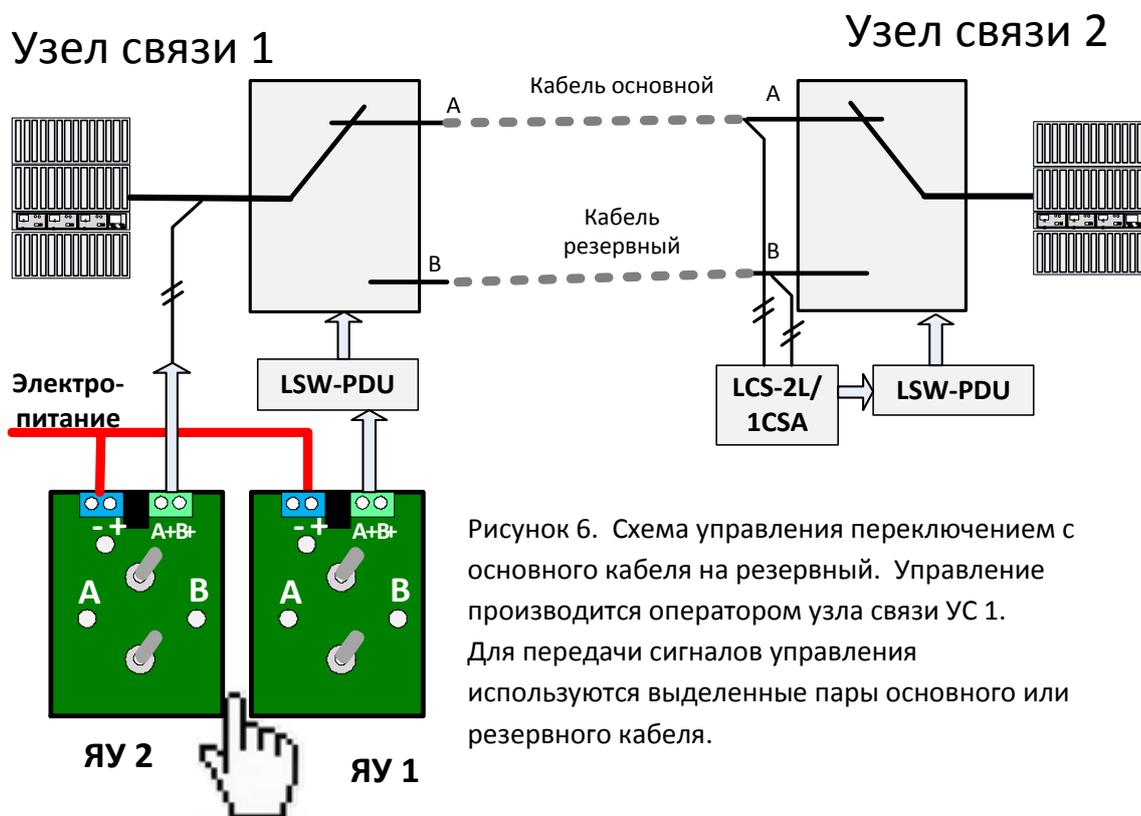
При подаче управляющего напряжения (или изменении его полярности) на одном из входов, адаптер на время, достаточное для переключения коммутаторов ОПФЛ, транслирует управляющее на выход. Адаптер так же имеет светодиодную индикацию выбранного направления и входа, по которому поступил сигнал.

Оператор управляет переключением кабелей с помощью двух ячеек управления (ЯУ) **Commeng LCS-MCU** (или **Commeng LSW-MCU**), первая из которых (ЯУ 1) дает команду на переключение ОПФЛ на УС 1, вторая (ЯУ 2) на УС 2.

Управляющее напряжение с выхода ЯУ 1 поступает на устройство распределения **Commeng LSW-PDU**, а далее на управляющие входы коммутаторов.

Управляющее напряжение с выхода ЯУ 2 должно подаваться в выделенную для управления пару основного (А) или резервного (В) кабелей. Для выбора кабеля может быть использован кроссовый коммутатор, как показано на рис.б, или же отдельный переключатель.

Пары основного и резервного кабелей, выделенные для подачи управляющего напряжения, включаются на входы адаптера **Commeng LCS-2/1CSA**, установленного на УС 2. С выхода адаптера управляющее напряжение подается на устройство распределения **Commeng LSW-PDU**, а далее на управляющие входы коммутаторов.



Последовательность действий при переключении с основного на резервный кабель следующая:

- 1) Переключить тумблеры ЯУ 1 в положение «В», при этом происходит переключение коммутаторов на УС 1 в положение «В».
- 2) Переключить тумблеры ЯУ 2 в положение «В», при этом происходит переключение коммутаторов на УС 2 в положение «В».

Схема управления, показанная на рис. 6 позволяет производить эти действия в обратном порядке, т.е. сначала дать команду на переключение на кабель В в оборудовании, находящееся на УС 2 по выделенной паре кабеля А, а затем уже переключить в положение «В» коммутаторы УС 1.

Такое решение позволяет повысить надежность управления (например, при частичном повреждении одного из кабелей).

Таблица 2. Пример спецификации оборудования для резервирования кабеля емкостью 50 пар для варианта управления 2.

№	Наименование устройства	количество		
		УС 1	УС 2	Итого
1	Кроссовый коммутатор Commeng LSW-A5 / Commeng LSW-A4	10/13	10/13	20/26
2	Устройство распределения питания Commeng LSW-PDU / Commeng LSW-PDMU	1/1	1/1	2/2
3	Ячейка управления Commeng LCS-MCU / Commeng LSW-MCU	2/2	2/2	2/2
4	Адаптер Commeng LCS-2/1CSA	-	1	1

См. примечания к табл. 1

2.5 Контроль переключения.

Наиболее надежным способом определить произошло ли переключение оборудования, является исправная работа каналов связи, однако можно использовать и средства, заложенные непосредственно в оборудование переключения.

По внешнему виду ячейки управления (положение тумблеров, светодиодная индикация) можно определить только то, какому положению оборудования переключения - «А» или «В» соответствует управляющий сигнал на выходе ячейки. Поэтому при повреждении линии управления или переключателей оператор не получит информацию о том, что переключение кабеля не произошло (полностью или частично).

Для решения этой проблемы в оборудовании COMMENG существуют возможности контроля состояния (выбрано направление «А» или «В») - сухие контакты на замыкание и размыкание.

В системах с использованием ПЛК эти контакты используются для подключения к одному из портов контроллера, в системах с ручным управлением их так же можно использовать, например, зажигать индицирующий светодиод и т.п.

Имеется три варианта контроля переключения:

- 1) Использовать контакты сигнализации устройства **Commeng LSW-PDMU** – в этом случае контролируется только поступление сигнала на него, но нельзя судить о состоянии коммутаторов.
- 2) Использовать контакты сигнализации переключателей **Commeng LSW-A4**, включенные последовательно или параллельно – в этом случае будет точно известно о том, что хотя бы один коммутатор не переключился.
- 3) Возможны так же различные комбинации вариантов 1 и 2, однако для передачи этой информации потребуются дополнительные провода.

Для передачи информации о переключении с УС 2 необходимо выделить дополнительную пару. В общем случае, наиболее простым и достаточным вариантом контроля является первый, т.к. сами переключатели исключительно надежны, и если не будет внешних воздействий на них, а монтаж выполнен с высоким качеством, достаточно контролировать только поступление управляющего напряжения на устройство распределения **Commeng LSW-PDMU**.

2.6 Выбор типа плитов.

Все устройства **Commeng LSW** рассчитаны на установку в плиты типа LSA-PLUS/LSA-PROFIL (производитель ADC/KRONE, в настоящее время TE Connectivity). В случае применения плитов других производителей, аналогичных или близких по конструкции

необходимо обратить внимание на размеры контактного поля (отклонения могут отличаться на 1-2 мм). Настоятельно рекомендуем применять только плиты LSA-PLUS/LSA-PROFIL.

Рекомендуется выбирать плиты с нормально замкнутыми контактами. В этом случае при удалении коммутатора из плиты происходит соединение входа с направлением «А» непосредственно через контакты плиты. В случае применения переключателей типа **LSW-A4** и подаче на них управляющего напряжения без применения устройства распределения (см. примечание к табл.1), при изъятии переключателя управляющее напряжение будет передаваться на следующий переключатель.

2.7 Электропитание. Расчет допустимой дальности и количества управляемых одним сигналом кроссовых переключателей (для варианта управления 2).

Для гарантированного срабатывания кроссовые переключателей уровень управляющего напряжения на их управляющих входах должен быть не менее 24 В. Рекомендованное верхнее значение – 48 В, максимально допустимое – 60 В.

Напряжение питания подается в данном случае на разъемы питания ячеек управления **Commeng LCS-MCU** или **Commeng LSW-MCU**.

Потребление тока происходит только после изменения полярности питающего напряжения, и только в момент переключения, остальное время ток потребляется светодиодной индикацией.

Для переключателей типа **LSW-A4** и **LSW-A5** амплитуда тока в момент включения составляет не более 50 мА (при напряжении 48 В) и 25 мА (при напряжении 24 В), потребление индикации для переключателей и устройств управления составляет единицы мА на каждое устройство.

При расчете учитываются следующие величины:

- потребляемый в момент переключения ток (зависит от количества переключателей);
- активное сопротивление проводов кабеля;
- длина кабеля, по которому передается управляющее напряжение;
- напряжение источника питания;

Зная три любых параметра, можно всегда рассчитать четвертый. Произведем расчет максимально допустимой длины кабеля при следующих параметрах:

- используются 10 переключателей типа **LSW-A5** или 13 типа **LSW-A4**;
- диаметр медных жил кабеля составляет 0,4 ; 0,5 ; 0,7 мм;
- используется источник питания с выходным напряжением 48 В;

Для того, чтобы на управляющих входах переключателей поступало не менее 24 В, при напряжении питания 48 В падение напряжения в линии должно составлять не более 24 В, т.е.

$$IR = 24 \text{ (для 48 В)} \text{ или } IR = 36 \text{ (для 60 Вольт)}, \text{ где}$$

I - максимальная амплитуда потребляемого всеми переключателями тока;

R – сопротивление шлейфа, используемого для передачи сигнала переключения.

При этом следует учитывать максимальную амплитуду тока, потребляемого оборудованием в момент переключения, при напряжении 24 Вольта. Остается только найти в справочнике омические сопротивления жил и подставить в таблицу. В качестве примера взято оборудование для переключения 50-парного кабеля.

Таблица 3. Расчет допустимой длины кабелей.

Тип	Кол-во	Амплитуда тока переключения, А		R шлейфа макс. Ом	Диаметр жил, мм	R шлейфа Ом/км	Длина кабеля, м при напряжении питания	
		на 1 шт.	Всего				48В	60 В
LSW-A5	10	0,025	0,25	96 (48 В) 144 (60 В)	0,4	278±12	330	500
					0,5	180±12	500	750
					0,7	90±6	1000	1500
LSW-A4	13	0,025	0,325	74 (48 В) 110 (60 В)	0,4	278±12	255	380
					0,5	180±12	385	580
					0,7	90±6	770	1150

Что делать в том случае, если кабель, по паре которого производится управление, имеет большую длину, чем рассчитанная по указанной выше методике.

1) Самое простое и очевидное решение – использовать две пары проводов и увеличить, таким образом, допустимую длину кабеля в два раза.

2) В действительности, амплитуда тока, потребляемого в момент переключения значительно ниже, чем указанная в документации на переключатели. Кроме того, переключатели срабатывают при более низком управляющем напряжении, порядка 20 Вольт. Поэтому, если реальная длина линии не превышает расчетную более чем на 20%, может быть поставлен комплекс оборудования, дополнительно проверенного на надежную работу именно с такой длиной линии управления.

2.8 Управление переключением по длинным линиям.

На практике могут возникнуть случаи, когда требуется управлять ОПФЛ по линиям длиной несколько километров, а так же оборудованием большей емкости. Инженерами COMMENG было найдено техническое решение, при котором управляющие импульсы последовательно распределяются на 10 коммутаторов (10 групп по 2-10 шт.).

Устройство распределения управляющих импульсов **Commeng LSW-CIDU** при изменении полярности управляющего последовательно напряжения выдает управляющие импульсы соответствующей полярности на 10 выходов. Кроме того, устройство имеет сухие контакты для подачи сигнала подтверждения о выбранном направлении. Устройство устанавливается в 10-парный плинт, включается вместо **LSW-PDU** или **LSW-PDMU**, в остальной схема управления остается такой же, как показано на рис. 6. Пример расчета допустимой длины линии для 10 и 40 коммутаторов типа **LSW-A5** (кабель емкостью 50 и 200 пар соответственно) при сечении жил кабеля 0,5 мм и напряжении питания 48 Вольт показан ниже. Как видно из таблицы 3, можно значительно увеличить длину линии управления и емкость оборудования, что позволяет удаленно управлять оборудованием переключения.

Таблица 3. Расчет допустимой длины кабелей при использовании устройства **Commeng LSW-CIDU**. Напряжение питания 48 Вольт.

Кол-во LSW-A5	Амплитуда тока переключения, А		R шлейфа макс. Ом	Диаметр жил, мм	R шлейфа Ом/км	Длина кабеля, м
	коммутатора	максимальная				
10	0,025	0,025	960	0,5	180±12	5000
40	0,025	0,1	240	0,5	180±12	1250

В данном случае для повышения надежности работы при расчетах принимаем амплитудный ток потребления переключателя равным 50 мА, не рассчитывая на реально меньшее потребление, как это допускается в случае подачи управляющего напряжения на все переключатели одновременно.

2.9 Комплект запасных частей и принадлежностей (ЗИП).

Рекомендуется иметь в комплекте ЗИП 5%-10% от общего числа коммутаторов и устройств управления, но не менее 1 штуки каждого наименования.

Целесообразно так же включить в комплект несколько недорогих коммутаторов с ручным управлением **Commeng LSW-M5**, которые могут пригодиться как при эксплуатации, так и при замене коммутаторов с автоматическим управлением **LSW-A4** и **LSW-A5**. Эти коммутаторы позволяют переключать пары выборочно, что может быть полезно при измерениях, или же когда нужно организовать связь по отобранным цепям основного и резервного кабелей.

Кроме того, рекомендуется включить в комплект ЗИП тестер для проверки коммутаторов **Commeng LSW-Tester**, так как другие способы проверки (с помощью тестера и собранного вручную стенда) требуют больших трудозатрат.

2.10 Монтаж оборудования

Выполняется с применением стандартных правил, инструкций, нормативных документов, инструментов и материалов, применяемых при монтаже кроссов.

Внимательно ознакомьтесь с техническими описаниями кроссовых коммутаторов и устройств управления. Если Вы не уверены в выборе оборудования, его размещении, монтажных схемах и т.п. , обратитесь за консультацией в техподдержку COMMENG.