

## Монтаж СКС

### 9.1. Организация работ

#### 9.1.1. Состав и оснащение бригад монтажников

Работы по монтажу СКС должны выполняться квалифицированными монтажниками под руководством бригадира, прошедшего обучение в авторизованном учебном центре. Монтажники объединяются в монтажные звенья, несколько звеньев образуют отдельную монтажную бригаду.

Монтажная бригада может специализироваться на отдельных видах работ или выполнять весь цикл работ на объекте. Последний вариант обычно применяется при монтаже небольших СКС. При работе на больших объектах рекомендуется использовать несколько специализированных бригад. Это обеспечивает более эффективную организацию процесса монтажа, тестирования и сдачи в эксплуатацию.

Монтажное звено в большинстве случаев состоит из двух человек и может выполнять работы по прокладке кабелей, сборке монтажных шкафов, установке оборудования и т.д., а также большинство видов тестирования электрических и оптических кабельных трасс. Индивидуально монтажники обычно разводят электрическое кроссовое оборудование и телекоммуникационные розетки.

Каждая монтажная бригада должна иметь комплект технологического оборудования. Перед началом работ бригадир получает комплект согласованной рабочей документации.

Спецодежда монтажника должна быть легкой и прочной, достаточно плотно прилегать к телу и при этом не стеснять движений. Наиболее часто в качестве спецодежды используется полукombineзон или спецовка, которая иногда дополняется жилетом. На одежде выполняется несколько карманов и гнезд с клапанами на пуговицах, молниях или липучках для хранения инструментов, документов, ручек, маркеров и других мелких предметов. В рекламных целях на спецодежду иногда наносится эмблема или пишется название фирмы, выполняющей монтаж СКС. Некоторые виды инструментов, приборов и расходных материалов в процессе работы удобно держать в специальной сумке с несколькими отделениями, одеваемой на ремень.

#### 9.1.2. Рабочая документация

Перед началом проведения работ монтажники должны быть ознакомлены с техническим проектом кабельной системы и снабжены рабочей документацией. Рабочая документация включает в себя всю информацию, необходимую монтажникам для выполнения работ и решения производственных вопросов. В частности, рабочая документация должна содержать:

- структурную схему СКС;
- планы кабельной канализации внешней магистрали и кабельных каналов (стояков, лотков и т.д.) внутри здания;
- планы прокладки кабелей с указанием точек размещения ТР;

- планы и схемы размещения оборудования в аппаратных и кроссовых помещениях;
- схемы размещения оборудования в монтажных шкафах и стойках;
- таблицы соединений и подключений магистральных и горизонтальных кабелей.

На структурную схему наносятся все идентификаторы и ссылки, необходимые для привязки элементов схемы к остальным чертежам комплекта и к объекту. В таблицах соединений и подключений и/или в структурной схеме должна содержаться информация о характеристиках всех элементов кабельной системы, включая тип, количество и емкость магистральных и горизонтальных кабелей, их идентификаторы, тип и количество.

### 9.1.3. Этапы и продолжительность выполнения работ

Основным критерием при составлении план-графика выполнения работ и принятии решений о начале выполнения того или иного этапа являются условия строительной готовности, которые указаны в табл. 100.

**Таблица 100.** Условия строительной готовности для проведения работ

	Содержание вида работ	Условия для проведения
1.	Монтаж кабельных каналов и розеточных коробов в полу	До начала чистой заливки пола
2.	Изготовление проходных отверстий в стенах коридора	До начала монтажа воздуховодов системы вентиляции
3.	Установка подвесных консолей системы магистральных кабельных лотков за подвесным потолком	До начала монтажа воздуховодов системы вентиляции
4.	Установка полок на подвесных консолях и кабельных лотков	По окончании монтажа воздуховодов системы вентиляции, до закрытия подвесного потолка
5.	Установка декоративных коробов в помещениях здания	По окончании отделочных работ
6.	Прокладка магистральных и горизонтальных кабелей	По окончании установки системы кабельных каналов, до закрытия подвесного потолка
7.	Разделка горизонтальных кабелей на информационных розетках	По окончании прокладки кабелей
8.	Сборка монтажных шкафов	По окончании отделочных работ в аппаратных помещениях
9.	Разделка горизонтальных и магистральных кабелей на коммутационном оборудовании	По окончании прокладки кабелей и сборки монтажных шкафов
10.	Тестирование линий структурированной кабельной системы	По окончании строительно-монтажных работ
11.	Приемо-сдаточные испытания	По окончании тестирования линий структурированной кабельной системы

**Таблица 101.** Ориентировочные значения производительности труда монтажников КС на некоторых часто выполняемых операциях

Вид работ	Исполнитель	Выработка за 8-часовой рабочий день
Установка декоративных коробов на высоте до 1,5 м	Монтажное звено	75 метров (с уголками)
Установка декоративных коробов на высоте выше 1,5 м	Монтажное звено	40 метров (с уголками)
Прокладка горизонтальных кабелей на высоте до 1,5 м	Монтажное звено	1000 метров
Прокладка горизонтальных кабелей на высоте выше 1,5 м	Монтажное звено	700 метров
Прокладка магистральных кабелей	Монтажное звено	200 метров
Установка розеточных модулей и разделка горизонтальных кабелей на ТР	Монтажник	50 розеток
Разделка горизонтальных кабелей на коммутационном оборудовании	Монтажник	600 пар
Разделка магистральных кабелей на коммутационном оборудовании	Монтажник	900 пар
Сварка волокон, сборка оптических муфт и полок	Монтажное звено	30 волокон
Тестирование линий структурированной кабельной системы	Монтажное звено	100 электрических кабельных линий 30–50 оптических волокон

При расчете сроков выполнения отдельных этапов работ и подготовке плана графика в качестве ориентира можно использовать типовые показатели производительности труда при условии отсутствия мебели, наличии правильной технологической маркировки, корректной и полной рабочей документации, нормальной организации производственного процесса и т.д., указанные в табл. 101.

#### **9.1.4. Другие условия проведения работ**

Перед началом работ по монтажу СКС представителем Заказчика производится инструктаж по технике безопасности. Факт проведения инструктажа фиксируется оформлением Акта, который подписывают инструктор и монтажники, прослушавшие инструктаж. После этого ответственность за соблюдение правил техники безопасности несут монтажники.

Большинство видов работ проводится при температуре не ниже 10°C. Температурный режим для отдельных видов работ может сильно зависеть от характеристик монтируемого оборудования и температура может колебаться как в большую, так и в меньшую сторону. Если с помощью средств центрального отопления необходимые температурные условия не могут быть обеспечены, допустимо использование передвижных и переносных тепловых источников с соблюдением соответствующих требований пожарной безопасности.

## **9.2. Входной контроль компонентов СКС**

### **9.2.1. Входной контроль электрических кабелей и других электрических компонентов**

Входной контроль электрических компонентов СКС осуществляется в основном методом визуального осмотра, измерительные приборы применяются достаточно редко.

При проведении входного контроля кабеля следует:

- 1) убедиться в том, что длина кабеля на катушке соответствует указанному на упаковке значению. Для этого используются отметки длины на концах кабеля. Если значения не совпадают, следует исправить надпись на катушке. При поиске концов кабеля в коробке не рекомендуется нарушать порядок укладки его витков, так как это существенно затрудняет размотку кабеля или даже делает ее невозможной;
- 2) проверить соответствие цветовой кодировки пар кабеля стандарту IEC 708 (см. параграф 3.1.5);
- 3) проконтролировать отсутствие повреждений самой упаковки и внешней оболочки кабеля.

При проведении входного контроля остальных компонентов необходимо убедиться в их комплектности и целостности, отсутствии механических повреждений, а также следов воздействия высокой температуры и агрессивных химических веществ.

Допускается выборочная инструментальная проверка электрических параметров кабеля. Она проводится в фабричной упаковке — на катушках или в коробках. Если по результатам измерений какой-либо параметр не соответствует требуемым стандартами значений, то кабель следует освободить от упаковки, разложить на полу свободными витками и повторить измерения. Если и в этом случае будет обнаружено несоответствие нормам измеренных электрических параметров, только тогда можно считать, что кабель не может использоваться в СКС и бракуется.

### **9.2.2. Входной контроль волоконно-оптических кабелей и других оптических компонентов**

Входной контроль оптического кабеля и волоконно-оптических компонентов выполняется методом визуального контроля и инструментального тестирования. Визуальный осмотр проводится по правилам, аналогичным описанным выше для электрических элементов.

В процессе выполнения инструментального тестирования определяется отсутствие обломов волокон и измеряется затухание. При наличии в распоряжении монтажников оптического рефлектометра дополнительно может быть определена длина оптического кабеля и проконтролировано отсутствие в нем внутренних дефектов.

Простейший тест на отсутствие обломов волокна в многомодовых шнурах и кабелях небольшой протяженности (до 1-1,5 км) выполняется обычной просветкой отдельных световодов. В качестве источника света применяется яркая галогенная лампочка (можно от карманного фонарика), а также устройства с лазерами красного света (лазерная указка или так называемый визуализатор дефектов волоконных световодов, рассматриваемый в параграфе 10.3.4). При работе на открытом воздухе вполне достаточно солнечного света. Для обеспечения надежного ввода и вывода светового потока с малыми потерями может понадобиться скалывание волокон с помощью скалывателя и их оконцевание адаптерами на обнаженное волокно. Не исключается также возможность использования так называемого устройства оперативного подключения.

Метод просветки с определенными оговорками может быть применен и к одномодовым кабелям и шнурам. Однако из-за малого диаметра световедущей сердцевины наблюдение светового потока на выходном конце должно производиться с помощью контрольного микроскопа, а при проверке кабелей обязательным является применение прецизионного скалывателя для подготовки торцов волокна.

К методам инструментального тестирования при входном контроле относятся процедура определения общего затухания оптического кабеля и других волоконно-оптических компонентов, а также рефлектометрическое исследование оптического кабеля. Эти процедуры подробно рассмотрены в разделе 10.3.

## **9.3. Строительство магистральных подсистем СКС**

В данном разделе рассмотрены общие организационные и технологические вопросы строительства магистральных подсистем СКС. Некоторые дополнительные сведения по этой тематике можно почерпнуть также в обзоре [84].

### **9.3.1. Прокладка кабелей в кабельной канализации**

Прокладка электрических и оптических кабелей в канализации выполняется по одинаковым правилам. Отличия проявляются главным образом в различных допустимых усилиях протяжки и закручивания. Оптические кабели по сравнению с электрическими имеют несколько меньший диаметр и погонную массу, однако требуют большего радиуса изгиба во время прокладки и эксплуатации.

Прокладка оптического кабеля обычно выполняется в свободном канале канализации. Иногда в каждый такой канал предварительно вводят несколько полиэтиленовых труб меньшего диаметра, которые образуют систему субканалов. В каждую такую трубу может прокладываться один оптический кабель. В процессе

прокладки многопарных электрических кабелей следует контролировать величину заполнения трубы канала (табл. 82), что позволяет удержать усилие протяжки в допустимых пределах.

При постройке в каналах канализации оставляется проволока для протяжки. При ее отсутствии проход каналов наиболее удобно выполнять с помощью устройства заготовки каналов. Оно представляет собой круглую кассету диаметром около 1 м, на барабан которой намотан упругий стеклопластиковый пруток диаметром примерно 10 мм и длиной до 150 м. Кассету устанавливают у колодца и проталкивают пруток в канал до тех пор, пока его конец не выйдет в смежный колодец. Далее к наконечнику прутка крепят проволоку или трос, а иногда и непосредственно конец кабеля и вытягивают пруток обратно. Для крепления рекомендуется использовать специальный наконечник, который фиксируется на кабеле за его силовой элемент и броневые покрытия и может быть снабжен компенсатором кручения. При отсутствии наконечника крепление рекомендуется выполнять липкой лентой в двух точках на расстоянии 15-20 см друг от друга. В передней точке крепления кабель должен быть обязательно притянут к прутку или тросу для минимизации усилий протяжки.

При затяжке кабеля в канализацию кабельный барабан может быть установлен на устройство для размотки. Эти устройства могут быть реализованы по двум различным схемам (рис. 190). Согласно первой из них барабан накатывается на два опорных ролика и в процессе размотки перекачивается на них. Большее распространение получила вторая схема, согласно которой барабан приподнимается над поверхностью на несколько сантиметров механическим или гидравлическим домкратом, что позволяет ему свободно вращаться на оси. В процессе протяжки барабан вращается руками. Сама протяжка должна осуществляться плавно и без рывков. При отсутствии данного устройства для протяжки кабель предварительно выкладывается возле колодца на ровной поверхности петлей или восьмеркой. Прокладка кабеля может производиться как из начальной точки трассы, так и с ее середины. Последний прием позволяет пройти без установок промежуточных муфт трассы большей длины, однако несколько сложнее в реализации и приводит к большим отходам кабеля.

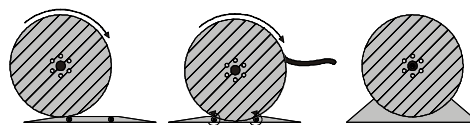


Рис. 190. Различные варианты реализации устройств для размотки кабелей с барабанов

В случаях когда трасса прокладки имеет резкие повороты, в колодце устанавливается поворотный ролик. При его отсутствии кабель вытягивается из этого колодца петлей и дальнейшая прокладка выполняется как с начальной точки трассы. Достаточно часто для уменьшения времени строительства и при наличии соответствующих условий кабель перебирают руками прямо в колодце, направляя в трубу канализации.

### 9.3.2. Сращивание строительных длин кабелей внешней прокладки

Сращивание отдельных сегментов кабелей внешней прокладки производится в следующих ситуациях:

- прокладка кабеля одной строительной длиной между начальной и конечной точками трассы является невозможной или нецелесообразной по тем или иным причинам из-за местных особенностей (большая протяженность, наличие многочисленных поворотов и т.д.);
- местные особенности создаваемой кабельной системы позволяют использовать ветвление кабелей большой емкости на два или более кабеля меньшей емкости для минимизации стоимости и продолжительности строительства;

- выполняется ремонт поврежденного кабеля или плановая замена одного сегмента кабеля на другой.

Место стыка двух или более (в случае ветвления) строительных длин в середине кабельной трассы защищается соединительной муфтой. Основным назначением этого элемента является:

- организация сростов той или иной конструкции (в подавляющем большинстве случаев неразъемных) с соблюдением технологических ограничений на их параметры по радиусам изгиба, растягивающим усилиям и т.д.;
- восстановление целостности силовых и защитных покровов кабелей и обеспечение герметичности места срачивания.

Процесс монтажа соединительной муфты включает в себя следующие основные технологические операции:

- срачивание отдельных жил или световодов кабелей с последующей защитой сростка;
- укладка жил или световодов в корпус муфты или ее организатор (в случае оптических кабелей дополнительно производится выкладка технологического запаса длины световодов с соблюдением заданного радиуса изгиба и фиксация защитных гильз или корпусов механических сплайсов);
- сборка корпуса муфты;
- восстановление целостности силовых и упрочняющих элементов кабелей с последующей или одновременной герметизацией корпуса муфты;
- установка корпуса муфты в колодце, коллекторе и других подобных местах с соблюдением заданного монтажного и эксплуатационного радиуса изгиба кабелей.

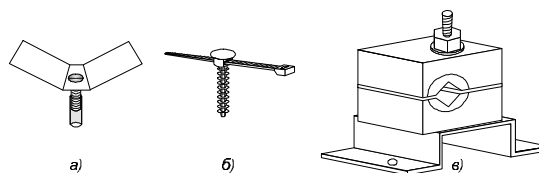
Процесс монтажа соединительной муфты весьма сильно зависит от принятой технологии срачивания проводов или световодов, типа муфты (проходная, разветвительная, тупиковая или прямая), конструкции ее корпуса и способа его герметизации (холодного, горячего, с помощью герметизирующих лент и т.д.). На основании этого детальное описание приемов монтажа не представляется возможным и в каждом конкретном случае следует пользоваться фирменными инструкциями и руководствами.

### **9.3.3. Монтаж оптических полок и настенных муфт**

Процесс монтажа оптических полок и муфт рассмотрим на примере монтажа оптической полки. Данная процедура включает в себя ряд отдельных технологических операций, которые выполняются в следующей последовательности:

1. Уложить корпус полки на рабочий стол, снять верхнюю крышку и, в случае применения технологии сварки или механических сплайсов, установить в корпусе организатор.
2. Разделать оптический кабель, удалив внешние защитные и упрочняющие покрытия. Длина разделки составляет примерно 1 м в случае использования монтажных шнуров и 1,5 м — при применении клеевой технологии или непосредственной оконцовки другими типами вилок. Этикетка технологической маркировки кабеля переносится на оставшуюся часть оболочки или заменяется на этикетку финишной маркировки.
3. Ввести кабель в корпус полки и зафиксировать в штатном держателе, волокна аккуратно отложить в сторону. Кабель внешней прокладки из-за повышенной жесткости должен быть обязательно дополнительно зафиксирован часовыми тисками или пластиковой стяжкой.
4. Армировать волокна вилками оптических соединителей. При наличии рефлектометра проверить отсутствие близких обрывов.

5. Последовательно, начиная с волокна с наибольшим номером, выполнить укладку световодов в корпусе полки. Для соблюдения заданного радиуса изгиба использовать организатор световодов, защитная гильза сварного сростка или корпус механического сплайса устанавливается в организатор сплайсов. Вилка аккуратно кладется на дно полки рядом с розеткой.



**Рис. 191.** Элементы крепления кабелей внешней прокладки: а) полоска жести; б) дюбель-кольце со стяжкой; в) кабельный фиксатор

6. После укладки всех волокон подключить вилки соединителей к розеткам.
7. Закрывать крышку полки и установить ее корпус в 19-дюймовый конструктив.
8. Запас длины кабеля с соблюдением заданного радиуса изгиба свернуть в бухту, зафиксировать стяжками и поместить в боковую полость шкафа, под фальшпол или над фальшпотолком. При необходимости дополнительно зафиксировать бухту и сам кабель в рабочем положении пластиковыми стяжками или другими крепежными элементами.
9. Выполнить для всех волокон просветку рефлектометром и проверку оптическим тестером, результаты измерений внести в протокол.
10. Согласно рабочей документации выполнить требуемые подключения коммутационными шнурами.
11. Неиспользуемые розетки оптических соединителей закрыть защитными колпачками.

Настенная муфта монтируется аналогичным образом, за исключением того, что запас кабеля обычно фиксируется на стене с использованием дюбель-кольца и пластиковых стяжек, а сам кабель на входе в корпус муфты крепится специальным кабельным фиксатором или элементом, который может заменить его функционально (рис. 192).

## 9.4. Прокладка симметричных и/или волоконно-оптических кабелей внутри здания

Симметричные четырехпарные кабели, которые используются для организации горизонтальной подсистемы, поставляются в коробках или на катушках. Для прокладки кабеля, поставленного на катушках, требуется размоточное устройство. Катушка подвешивается на оси устройства и разматывается по мере протяжки кабеля.

Более часто применяется упаковка кабеля в картонную коробку, в которой помещается обычная или самонесущая обмотка. В процессе вытягивания кабеля из коробки витки обмотки раскручиваются и кабель выходит из коробки равномерно и без петель. При использовании такой упаковки нельзя вытягивать кабель из коробки рывками, так как перед выходным отверстием может образоваться петля, что сделает дальнейшую вытяжку кабеля невозможной.

Можно одновременно прокладывать кабель для нескольких розеток, используя несколько коробок или катушек. В этом случае прокладку следует начинать со стороны рабочего места, которое определяется тем, что в кроссовой кабелей должны иметь концы одинаковой длины, а в рабочих помещениях кабель прокладывается к разнесенным розеткам. По окончании прокладки кабеля до кроссовой можно из каждой упаковки вытянуть количество кабеля, необходимое для каждого рабочего места.

Прокладку в большинстве случаев целесообразно начинать с наиболее удаленных от кроссовой рабочих мест. Это позволяет добиться ровной и равномерной укладки в кабельных каналах, без «вспучиваний» в точках отвода к розеткам. Кроме того, после прокладки более длинных отрезков остаток на катушке используется для более коротких участков.

Перед началом прокладки по записям на коробке следует убедиться в том, что остатка кабеля в каждой из катушек хватит для выполнения проброса от розетки до кроссовой.

Следует учитывать, что прокладка большинства кабелей, рассчитанных на эксплуатацию внутри помещения, может проводиться при температурах не ниже 0°C. Поэтому зимой кабель после доставки на объект должен обязательно нагреться до плюсовой температуры. На основании этого целесообразно завозить кабель на объект не утром, а вечером, что позволяет с утра сразу же приступить к прокладке.

Для идентификации кабелей в кроссовой на них наносятся маркирующие элементы. Достаточно часто функции таких элементов выполняют небольшие полоски бумаги, фиксируемые на оболочке кабеля прозрачным скотчем. Более удобным является применение специальных так называемых самоламинирующихся маркеров, в которых поле для маркировки и фиксирующая лента объединены в единое целое (подробнее см. параграф 11.1.4). В последнем случае маркирующие надписи можно выполнить не только вручную на объекте, но и во время подготовительных работ с использованием лазерного принтера. Сами маркирующие надписи могут иметь произвольную форму, однако они должны позволять однозначно определять местонахождение второго конца кабеля. Пример маркировки: 2-202-04 — второй этаж, комната 202, кабель номер 4. Концы кабелей можно стянуть липкой лентой и прокладывать сразу весь пучок. Для увеличения удобства протяжки на связку кабелей можно установить проволочную петлю для присоединения кабельной протяжки. Прочность фиксации петли возрастает, если загнуть концы петли за липкую ленту. Кроме такого или аналогичного приспособления, изготавливаемого из подручных средств, можно воспользоваться протягивающими наконечниками и головками фабричного производства с оконечной петлей или рым-болтом. Последний вариант является более предпочтительным, так как устраняет закрутку кабеля во время прокладки.

Прокладка кабеля в лотках, декоративных коробах и по открываемым каналам в полу часто выполняется путем укладки кабеля в эти каналы. Для прокладки кабелей в закладных трубах и каналах в полу используется протяжка. Функции протяжки могут выполнять:

- кусок стальной проволоки или пластмассовый прут;
- отрезок 10- или 20-парного телефонного кабеля;
- специальное устройство заготовки каналов УЗК.

Последнее устройство представляет собой кассету, на которой намотан упругий стеклопластиковый прут в защитной оболочке с внешним диаметром от 5 до 11,5 мм при длине до 150 м. В комплект поставки УЗК входят также наконечники различных типов и соединители. Кассета с прутком большой длины обычно устанавливается в каркасе, снабженном роликами и ручками для облегчения перемещения. Кассеты с прутком длиной до 30 м конструктивно выполняются в виде барабана с ручкой для переноски и снабжаются возвратной пружиной, которая после отпускания фиксатора втягивает пруток обратно в корпус барабана.

В процессе прокладки следует соблюдать следующие правила:

1. Нельзя превышать максимальные усилия растяжения кабеля, задаваемые ТУ. Если такая информация отсутствует, то предельное усилие растяжения принимается равным 110 Н.



2. При подвеске кабеля расстояние между точками крепления выбирается равным не более 1,5 м; между точками крепления должно быть видимое провисание кабеля (не допускается сильное натяжение). Крепежный хомут не должен передавливать кабель.
3. Минимальный радиус изгиба электрического кабеля выбирается равным не меньше 16 внешних диаметров кабеля при прокладке и восьми внешних диаметров кабеля после ее завершения. Для оптического кабеля минимальный радиус изгиба составляет не менее 20 внешних диаметров при прокладке и 10 внешних диаметров после ее завершения.
4. Сгиб кабеля допускается под углом не более 90°.
5. Нельзя перекручивать кабель относительно его продольной оси.
6. В случаях повреждения оболочки кабель обязательно заменяется новым.
7. Трассы прокладки кабеля должны выбираться с учетом расположения источников сильных электромагнитных полей. Например, надо избегать сближения с электродвигателями, трансформаторами, люминесцентными осветительными приборами, основными силовыми кабелями.
8. Заполнение кабельных лотков, коробов, отверстий для прохода кабелей и закладных труб не должно превышать 60-70% (табл. 82).

В случае отсутствия кабельных трасс на основе труб, колодцев и других аналогичных специализированных элементов их формируют с помощью кабельных стяжек, скоб и степлеров, а также обычной наклейкой отдельных кабелей на ровную поверхность. Используемые для этого технические средства достаточно подробно рассмотрены в статье [85]. С обоих концов кабеля оставляется запас для разделки. Для электрических кабелей со стороны розетки он равен 20-30 см. Со стороны кроссовой длина всех кабелей должна быть достаточна для прокладки до блока коммутационного оборудования, наиболее удаленного от точки ввода кабелей в помещение, плюс 30-40 см для разделки.

По окончании прокладки следует нанести на оба конца каждого кабеля маркировку в соответствии с таблицами подключений. Маркирующие элементы крепятся на расстоянии примерно 10-15 см от конца. Маркировка используется при разделке кабелей на коммутационном оборудовании и должна быть идентична на обоих концах.

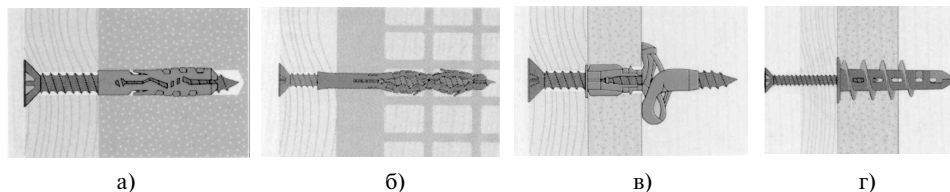
Волоконно-оптический кабель внутренней прокладки поставляется на катушках и по своим массогабаритным показателям достаточно близок к четырехпарному симметричному горизонтальному кабелю. Поэтому приемы их прокладки весьма схожи. Основные отличия состоят в том, что:

- в процессе прокладки оптического кабеля необходимо более тщательно контролировать соблюдение минимального радиуса изгиба;
- запас кабеля для выполнения процедур разделки в кроссовой должен составлять минимум 1,5 м (на практике это значение достаточно часто увеличивается до 3-5 м). На величину запаса определенное влияние оказывает также используемая в процессе монтажа технология установки вилки оптических разъемов. Так, например, для кабелей внутренней прокладки запас длиной 1 м вполне достаточен для применения технологии сварки, тогда как в случае использования технологии наклейки величина запаса увеличивается минимум на 0,5 м.

После того как прокладка очередного кабеля будет завершена и кабель будет отрезан, на коробках и катушках следует сделать запись о длине остатка. Для этого нужно использовать отметки длины на оболочке кабеля.

## 9.5. Монтаж декоративных коробов в рабочих помещениях и розеток на рабочих местах пользователей

Установку декоративных коробов и розеток выполняют с использованием различных крепежных элементов, выбираемых в зависимости от материала стен (табл. 102 и рис. 192).



**Рис. 192.** Некоторые типы крепежных элементов:

а) нейлоновый дюбель; б) дюбель для пустотелого кирпича; в) многофункциональный дюбель для установки на тонкой гипсокартонной плите; г) джет-плаг

Установка декоративных коробов выполняется в следующей последовательности:

1. В зависимости от материала поверхности выбрать крепежные элементы подходящего типа и размера.
2. В соответствии с монтажными схемами наметить линию для установки декоративного короба. Параллельность установки короба полу или другой строительной конструкции контролируется визуально или с помощью уровня.
3. Отметить точки крепления короба: для коробов сечением не менее 100×50 мм следует предусматривать не менее восьми точек крепления на два метра длины короба; для коробов меньшего размера крепление производится не менее чем в пяти точках на два метра длины; точки крепления короба располагаются в шахматном порядке.
4. Приложить короб к поверхности, наметить точки крепления и высверлить отверстия для установки крепежных элементов. Диаметр и глубина отверстий выбираются с учетом материала поверхности и типа крепежного элемента.
5. Установить в высверленные отверстия элементы крепления (дюбель, джет-плаг и т.д.).
6. Приложив короб к поверхности по намеченной линии, ввернуть шурупы в отверстия в точках крепления.

Аналогично выполняется установка накладных корпусов розеток и других элементов, монтируемых по принципу «вдоль профиля».

Стандартная длина секции короба составляет 2 м. При необходимости работы с более короткими отрезками секция отрезается до нужной длины. Для выполнения этой операции настоятельно рекомендуется применять специальные ножницы, которые в отличие от обычной ножовки позволяют получить ровный и аккуратный срез, причем практически под любым углом к оси короба.

**Таблица 102.** Типы крепежных элементов

Материал стен	Тип крепежного элемента
Бетон	Нейлоновый дюбель, шуруп для бетона, анкер-клин
Кирпич красный и силикатный	Нейлоновый дюбель
Пустотелый кирпич	Дюбель для пустотелого кирпича
Гипсобетон и штукатурка	Джет-плаг
Гипсокартон, сухая штукатурка	Многофункциональный дюбель
Гипс	Нейлоновый дюбель
Естественный камень	Нейлоновый дюбель
Пенобетон	Дюбель для пустотелого кирпича

## 9.6. Подключение электрических и оптических кабелей к телекоммуникационным розеткам и панелям

Процесс подключения электрических и оптических кабелей к телекоммуникационным розеткам и панелям выполняется по достаточно схожим правилам и включает в себя ряд этапов (рис. 193). Отличия возникают главным образом из-за конструктивных особенностей горизонтальных и многопарных, а также электрических и оптических кабелей и не носят принципиального характера. Общим требованием к выполнению рассматриваемых далее процедур является аккуратность их выполнения и тщательный визуальный и инструментальный контроль результатов. Завершающим этапом всегда является установка маркировки в соответствии с рабочей документацией.

### 9.6.1. Подключение витых пар к розеткам

Процесс подключения горизонтальных кабелей к розетке достаточно сильно зависит от конструкции ее корпуса и принципа заделки отдельных проводников в IDC-контакты. В каждом конкретном случае он производится в соответствии с фирменными инструкциями и требованиями. Поэтому здесь остановимся только на технологии установки с помощью однопроводного ударного инструмента, которая наиболее широко распространена на практике. При необходимости рассматриваемый далее процесс может быть без каких-либо проблем адаптирован на другие конструкции.

1. Протянуть кабели через проем для розеточного модуля в рамке крепежного механизма.
2. Закрепить рамку крепежного механизма.
3. Отрезать излишек кабеля и снять с него внешнюю оболочку на длину около 4 см. Проконтролировать состояние изоляции отдельных проводников. В случае ее повреждения следует выполнить разделку снова, используя запас кабеля и предварительно отрезав проводники до поврежденного места.
4. Если конструкция розеточного модуля предусматривает фиксацию кабеля, следует закрепить его пластиковым хомутом или иным предназначенным для этого элементом так, чтобы конец оболочки находился как можно ближе к IDC-контактам розеточного модуля. Если элементы крепления кабеля отсутствуют, то в процессе разделки следует удерживать его таким образом, чтобы конец оболочки находился как можно ближе к IDC-контактам. Для сохранения структуры кабельного сердечника оболочка должна удаляться таким образом, чтобы ее край кончался прямо у обреза корпуса розеточного модуля. Нарушение этого правила допускается только в случаях разделки в коробах небольшого размера, когда оболочка мешает согнуть кабель для его подвода к IDC-контактам.
5. Установить проводники кабеля в пазы контактов IDC, соблюдая соответствие между цветовой кодировкой проводников кабеля и контактов. При этом следует стремиться к тому, чтобы скрутка проводников пары сохра-

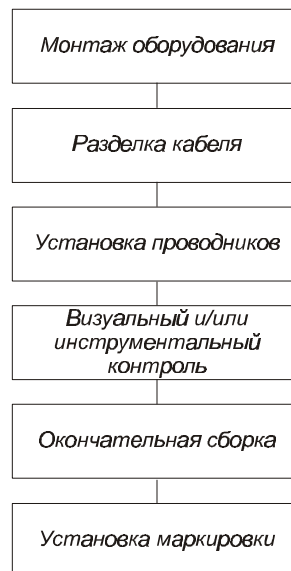


Рис. 193. Диаграмма технологического процесса подключения кабелей к розеткам и панелям

нялась до контактов. С этой целью можно, не раскручивая проводников пары, расширить зазор между ними в одном из витков, и разделенные таким образом проводники установить в пазы.

6. Убедиться в том, что порядок установки проводников в пазы не нарушен.
7. Используя ударный инструмент на один проводник, забить проводники между ножами контактов IDC. Инструмент одновременно обрезает излишки проводников, выступающие за контакты. Поэтому при выполнении данной операции необходимо следить за ориентацией режущего лезвия.
8. Выполнить процедуры разделки для всех кабелей.
9. Установить розеточный модуль в проем рамки крепежного механизма и провести маркировку телекоммуникационных розеток.

#### **9.6.2. Подключение волоконно-оптических кабелей к розеткам**

Подключение волоконно-оптических кабелей к розеткам выполняется следующим образом:

1. Протянуть кабель через отверстие крепежной коробки или корпуса розетки.
2. Установить крепежную коробку или розетку на свое рабочее место.
3. Зафиксировать кабель на входе в корпус штатными крепежными элементами или пластиковой стяжкой. Длина свободного отрезка кабеля должна составлять примерно 1 м.
4. Снять с кабеля внешнюю оболочку вплоть до точки крепления, отрезать уплотняющие кевларовые нити. Кевларовые нити отрезаются вплотную к краю оболочки. Иногда их отрезают с запасом в 3-4 см и загибают назад под крепежную стяжку. В этом случае операции 3 и 4 меняются местами.
5. Армировать волокна вилками разъемных оптических соединителей.
6. При наличии рефлектометра проконтролировать отсутствие близкого обрыва.
7. Технологический запас длины волокна уложить кольцами в корпусе с соблюдением минимального радиуса изгиба. Для этого можно воспользоваться внутренним организатором (при его наличии).
8. Подключить вилки к розеткам разъемных оптических соединителей и закрыть корпус.
9. Проконтролировать исправность световода рефлектометром. Если второй конец кабеля уже разделан в оптической полке или настенной муфте, то с помощью оптического тестера следует измерить общее затухание линии на рабочих длинах волн с составлением соответствующего протокола.

### **9.7. Монтаж оборудования в технических помещениях**

#### **9.7.1. Организация работ по монтажу оборудования и элементов СКС**

На этом этапе следует разместить в технических помещениях оборудование согласно планам, разработанным на этапе подготовки рабочей документации. Предварительно необходимо подготовить кабельные каналы для прокладки кабелей, подвести питание к монтажным шкафам и выполнить другие подготовительные операции.

Установка оборудования в монтажном шкафу выполняется согласно схемам, разработанным в процессе подготовки рабочей документации. Оборудование крепится с помощью квадратных гаек, устанавливаемых в отверстия на монтажных рельсах, и винтов. Смонтированное оборудование маркируется в соответствии с номерами компонентов на схемах размещения.

### **9.7.2. Подключение симметричных кабелей к компонентам коммутационного оборудования**

По мере разделки кабелей на коммутационном оборудовании следует сличать подготовленные на этапе разработки рабочей документации таблицы подключений и фактическое размещение разделанных кабелей. В случае появления различий необходимо внести исправления в таблицы подключений. Таблицы подключений являются частью эксплуатационной документации.

#### **9.7.2.1. Подключение горизонтальных кабелей к кроссовым блокам 110**

Подключение симметричных кабелей к кроссовым блокам 110 выполняется следующим образом:

1. Смонтировать кроссовые блоки 110 на основании.
2. Разделить кабели на группы по шесть штук в каждой в соответствии с таблицей подключений из рабочей документации.
3. Уложить сформированные группы кабелей и прикрепить их к основанию пластиковыми стяжками. Кабели подводятся к кроссовым блокам с обратной стороны: со стороны основания при применении кроссовых башен или из-за монтажной скобы при установке кроссовых блоков в 19-дюймовых монтажных шкафах. Следует сначала укладывать группы кабелей, которые будут разделаны на блоках, наиболее удаленных от точки ввода.
4. На кроссовых блоках между контактными полосами имеется несколько отверстий. Через одно такое отверстие может быть свободно продета группа из шести кабелей, причем три кабеля из нее разделяются на контактах нижней контактной полосы, тогда как оставшиеся три — на контактах верхней. Начиная с кроссового блока, наиболее удаленного от точки ввода, подвести кабели к соответствующим отверстиям. Перенести маркировку кабелей так, чтобы она оказалась расположенной до отверстия. Аккуратно с помощью обрезающего инструмента снять с кабелей внешнюю оболочку таким образом, чтобы ее обрез находился на уровне края отверстия.
5. Разделка кабелей начинается с верхней контактной полосы и наиболее удаленных от входного отверстия пазов.
6. Для каждого кабеля пары устанавливаются в пазы слева направо в следующей последовательности: синяя, оранжевая, зеленая, коричневая, причем белый проводник укладывается в левый паз пары контактных пазов. Одним из необходимых условий получения характеристик категории 5 является сохранение фабричной скрутки проводников пары вплоть до пазов. Для выполнения этого можно, не раскручивая проводники пары, расширить зазор между ними в одном из витков и установить проводники в пазы.
7. Визуально проконтролировать правильность установки проводников в пазы.
8. После заполнения всех пазов линейки проводниками вдавить их в пазы контактной полосы, используя ударный инструмент на пять пар. Инструмент одновременно обрезает излишки проводников, выступающие за пазы, поэтому при выполнении этой операции необходимо следить за ориентацией режущих лезвий.
9. Установить на контактные полосы соединительные блоки, следя за тем, чтобы их цветовая маркировка совпадала с цветовой маркировкой пар, разделанных на пазах контактной полосы. На каждую контактную полосу нужно установить шесть соединительных блоков: слева пять четырехпарных и последний крайний справа — пятипарный. Установка производится с использованием ударного инструмента на пять пар. Предварительно следует перевернуть рабочую головку инструмента в положение для установки соединительных блоков (ножами внутрь).
10. Вставить маркировочные полосы с идентификационными номерами кабелей в держатели и установить держатели в кроссовые блоки.

### 9.7.2.2. Подключение многопарных кабелей к кроссовым блокам 110

Процесс подключения многопарных кабелей к кроссовым блокам 110 во многом совпадает с процессом подключения четырехпарных кабелей, отличаясь от него некоторыми деталями, что обусловлено различиями в их конструкции. Эта процедура выполняется следующим образом:

1. Смонтировать кроссовые блоки 110 на основании.
2. Уложить кабели и прикрепить их к основанию с помощью пластиковых стяжек. Кабели подводятся к кроссовым блокам с обратной стороны: со стороны основания при применении кроссовых башен; за монтажной скобой при установке кроссовых блоков в 19-дюймовых монтажных шкафах. Сначала укладываются кабели, которые будут разделаны на блоках, наиболее удаленных от точки ввода.
3. Разделка кабелей начинается с кроссового блока, наиболее удаленного от точки ввода.
4. Аккуратно, стараясь не повредить изоляцию проводников, специальным обрезным инструментом снять внешнюю оболочку с кабеля на высоте кроссового блока, на котором производится разделка. Перенести маркировку кабелей на оставшуюся часть внешней оболочки. Отделить друг от друга 25-парные кабельные связки и скрепить липкой лентой пары каждой связки около конца внешней оболочки. Оставить около трех сантиметров идентификационной ленты, обрезав остальное.
5. Протянуть связки пар кабеля через проходные выемки (при виде спереди на кроссовый блок):  
первая связка (синяя и белая маркировочные ленты) ..... верхняя левая выемка  
вторая связка (оранжевая и белая ленты) ..... верхняя правая выемка  
третья связка (зеленая и белая ленты) ..... нижняя левая выемка  
первая связка (коричневая и белая ленты) ..... нижняя правая выемка
6. Выполнять разделку связок следует начиная с верхней контактной полосы. Связку пар из левой выемки необходимо разделять на верхней контактной полосе; связка пар из правой выемки разделяется на нижней контактной полосе.
7. Для каждой связки следует начинать разделку с пары, наиболее удаленной от точки ввода. Пары устанавливаются в пазы слева направо, по порядковым номерам пар. Следовательно, на верхней контактной полосе разделка начинается с 25-й пары (фиолетовая/серая), а на нижней контактной полосе с 1-й пары (белая/синяя). В каждой паре на левый паз устанавливается проводник цвета пятипарной группы, на правый паз — проводник цвета пары в пятипарной группе. (см. параграф 3.1.3).
8. При установке проводников пар в пазы следует стремиться к сохранению фабричной скрутки проводников пар непосредственно до пазов. С этой целью можно, не раскручивая проводников пары, расширить зазор между проводниками в одном из витков и таким образом разделенные проводники установить в пазы.
9. Визуально проконтролировать правильность установки проводников в пазы.
10. Используя ударный инструмент на пять пар, вдавить проводники в пазы контактной полосы. Инструмент одновременно обрезает излишки проводников, выступающие за пазы, поэтому при выполнении этой операции необходимо следить за ориентацией режущих лезвий.
11. Установить на контактные полосы соединительные блоки, следя за тем, чтобы голубая маркировка на торце соединительного блока находилась с левой стороны. На каждую контактную полосу устанавливаются соединительные блоки в соответствии с выбранной модульностью каналов передачи информации, но последняя пара обязательно должна быть закрыта. Наиболее распространенными на практике вариантами являются пять четырехпарных блоков и один пятипарный или семь трехпарных блоков и один четырехпарный. Установка блока производится с использованием ударного инструмента на пять пар.

12. Вставить маркировочные полосы с идентификационными номерами кабелей в держатели и установить держатели в кроссовые блоки.

#### **9.7.2.3. Подключение горизонтальных кабелей к коммутационным панелям**

Подключение четырехпарных горизонтальных кабелей к коммутационным панелям выполняется следующим образом:

1. Установить коммутационные панели в 19-дюймовый монтажный шкаф или настенную монтажную раму.
2. Уложить кабели в соответствии с таблицей подключений из рабочей документации. Кабели подводятся к коммутационным панелям с оборотной стороны панелей: по задним монтажным рельсам при установке в монтажный шкаф или внутри корпуса монтажной рамы. Следует сначала укладывать группы кабелей, которые будут разделаны на коммутационных панелях, наиболее удаленных от точки ввода кабелей. Зафиксировать кабели в рабочем положении с помощью пластиковых хомутов.
3. Начиная с панели, наиболее удаленной от точки ввода кабелей, подвести кабели от точки крепления к ближайшему концу коммутационной панели. Прикрепить кабели с помощью пластиковых хомутов к переднему монтажному рельсу.
4. Начиная с ближайшего к точке крепления кабелей разъема IDC панели, подвести соответствующий кабель. Аккуратно, стараясь не повредить изоляции проводников, снять с помощью обрезающего инструмента внешнюю оболочку кабеля так, чтобы она заканчивалась около ближайшего к точке крепления контакта IDC. Начиная с пары, наиболее удаленной от точки крепления кабелей, установить проводники пар в пазы контактов IDC в соответствии с цветовой маркировкой пазов. Если такая маркировка отсутствует, то следует устанавливать пары в пазы слева направо в следующей последовательности: синяя, оранжевая, зеленая, коричневая. В каждой паре на левый паз устанавливается белый проводник пары, на правый паз — проводник цвета пары. При установке проводников кабеля в пазы следует стремиться к тому, чтобы скрутка проводников пары сохранялась до пазов. С этой целью можно, не раскручивая проводников пары, расширить зазор между проводниками в одном из витков и таким образом разделенные проводники установить в пазы.
5. Выполнить предыдущую операцию для всех кабелей, разделяемых на коммутационной панели. По мере разделки необходимо закреплять кабели в организаторе или других функционально аналогичных ему элементах, если таковые предусмотрены конструкцией панели.
6. Убедиться в том, что порядок установки проводников в пазы не нарушен.
7. Используя ударный инструмент на один проводник, вдавить проводники между ножами контактов IDC, обеспечив электрический контакт проводников кабеля и контактов. Инструмент одновременно обрезает излишки проводников, выступающие за контакты, и при выполнении этой операции необходимо следить за ориентацией режущего лезвия инструмента, чтобы не перерезать проводники со стороны контакта, направленной к кабелю.
8. Установить средства маркировки с идентификационными номерами кабелей на лицевую сторону панели.

#### **9.7.2.4. Подключение многопарных кабелей к коммутационным панелям**

Подключение многопарных симметричных кабелей к коммутационным панелям выполняется в следующей последовательности:

1. Установить коммутационные панели в 19-дюймовый монтажный шкаф или настенную монтажную раму.

2. Уложить кабели в соответствии с таблицей подключений из рабочей документации. Кабели подводятся к коммутационным панелям с обратной стороны панелей: по задним монтажным рельсам при установке в 19-дюймовый монтажный шкаф или внутри 19-дюймовой настенной монтажной рамы. Следует сначала укладывать группы кабелей, которые будут разделаны на коммутационных панелях, наиболее удаленных от точки ввода. Прикрепить кабели к монтажным рельсам или настенной скобе пластиковыми хомутами, или организатору (при его наличии).
3. Начиная с панели, наиболее удаленной от точки ввода, подвести кабели от точки крепления к ближайшему концу коммутационной панели. Прикрепить кабели с помощью пластиковых хомутов к переднему монтажному рельсу.
4. Аккуратно, стараясь не повредить изоляции проводников, с помощью обрезающего инструмента снять внешнюю оболочку с кабеля до точки крепления кабеля на переднем монтажном рельсе. Перенести маркировку кабелей на оставшуюся часть внешней оболочки кабеля. Отделить друг от друга 25-парные кабельные связки и скрепить липкой лентой пары каждой связки около конца внешней оболочки. Оставить около трех сантиметров идентификационной ленты, обрезав остальное.
5. Начиная с ближайшего к точке крепления кабелей разъема IDC панели, подвести соответствующую связку пар.
6. Каждая 25-парная связка разделяется на шести четырехпарных разъемах коммутационной панели с контактами IDC, соответствующих шести модульным восьмиконтактным разъемам на лицевой стороне панели. Разделку следует начинать с первой пары. Последняя 25-я пара не разделяется и просто отрезается.
7. Для каждой пары установить проводники пар в пазы контактов IDC. В каждой паре на левый паз устанавливается белый проводник пары, на правый паз — проводник цвета пары. При установке проводников кабеля в пазы следует стремиться к тому, чтобы скрутка проводников пары сохранялась до пазов. С этой целью можно, не раскручивая проводников пары, расширить зазор между проводниками в одном из витков, и таким образом разделенные проводники установить в пазы.
8. Выполнить предыдущую операцию для всех кабелей, разделяемых на коммутационной панели.
9. Убедиться в том, что порядок установки проводников в пазы не нарушен.
10. Используя ударный инструмент на один проводник, вдавить проводники между ножами контактов IDC, обеспечив электрический контакт проводников кабеля и контактов. Инструмент одновременно обрезает излишки проводников, выступающие за контакты, поэтому при выполнении этой операции необходимо следить за ориентацией режущего лезвия инструмента, чтобы не перерезать проводники со стороны контакта, направленной к кабелю.
11. Установить средства маркировки с идентификационными номерами кабелей на лицевую сторону панели.

## **9.8. Коммутация каналов передачи информации и подключение сетевого оборудования**

### **9.8.1. Коммутация каналов передачи информации на коммутационном оборудовании**

Процесс коммутации осуществляется в соответствии с таблицами подключений из рабочей документации. Подключение выполняется коммутационными



шнурами, входящими в комплект поставки оборудования, длина шнура выбирается в зависимости от расстояния между соединяемыми розетками. После подключения избыток длины укладывается в горизонтальные и вертикальные организаторы.

Кроссовые шнуры могут быть промаркированы уникальными идентификационными номерами на обоих концах для облегчения их поиска и идентификации в дальнейшем. Для целей идентификации могут быть использованы также кроссовые шнуры различных цветов, цветные манжеты, одеваемые на вилки хвостовиков модульных разъемов, иконки и маркеры различных цветов и конструкций (см. параграф 11.1.5).

**Таблица 103.** Пример листа кабельного журнала

Заказчик: _____ Объект: _____ Здание: _____ Кроссовая: _____								
№ п/п	Операция					Коммутационный шнур		
	Дата	Время	Снят/установлен	Выполнил	Подпись	Идентификатор	Тип	Назначение
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Продолжение табл. 103

Разъем 1			Разъем 2		
Номер блока	Номер полосы	Номер разъема	Номер блока	Номер полосы	Номер разъема
10	11	12	13	14	15

По мере установки коммутационных шнуров следует заполнять кабельный журнал, который является частью эксплуатационной документации структурированной кабельной системы. Табл. 103 содержит пример листа кабельного журнала.

### 9.8.2. Подключение оборудования на рабочем месте

На этом этапе из поставленного набора соединительных шнуров следует выбрать шнур длиной, подходящей для каждого конкретного рабочего места, и осуществить подключение сетевого оборудования к телекоммуникационной розетке. Подключение выполняется в соответствии с таблицами подключений из комплекта рабочей документации.

В случае необходимости дополнительно применяются соответствующие переходники или адаптеры.

## 9.9. Выводы

Монтаж СКС является ответственной процедурой, во многом определяющей уровень технических параметров кабельной системы и продолжительность их соответствия нормам. Монтаж СКС может осуществляться как одной комплексной бригадой обученных монтажников, так и специализированными бригадами, причем последний вариант предпочтителен при реализации крупных проектов.

Необходимым условием своевременного и высококачественного выполнения монтажных работ является оснащение бригады специализированным инструмен-

том и наличие комплекта рабочей документации. Желательно, чтобы бригада была разбита на монтажные звенья, так как основная масса работ выполняется парой монтажников.

В перечень основных видов работ, выполняемых в процессе монтажа СКС, входит входной контроль отдельных компонентов, прокладка кабелей магистральных и горизонтальной подсистем, монтаж декоративных коробов и 19-дюймового конструктива, подключение кабелей к розеткам и информационным панелям. Порядок выполнения тех или иных видов работ в значительной степени определяется условиями строительной готовности здания.

Заключительными этапами монтажа СКС являются тестирование, подключение сетевой аппаратуры, коммутация каналов передачи информации и заполнение кабельного журнала.