

Учебно-методический комплекс по дисциплине “Структурируемые кабельные системы”

Учебно-методический комплекс по дисциплине “Структурируемые кабельные системы” включает:

1. Учебник и учебное пособие;
2. Методические рекомендации к лабораторным работам;
3. Методические рекомендации к практическим занятиям;
4. Методические указания к выполнению контрольной работы.

1. Учебники и учебные пособия

1.1. Учебники:

1. Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчулей И.Р. Структурированные кабельные системы. - М.: ДМК-Пресс, 2008. - 640 с.
2. Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 416 с.
3. Семенов А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. – М.: ДМК Пресс, 2009. - 632 с.
4. Семенов А.Б. Администрирование структурированных кабельных систем. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 192 с.
5. Самарский П.А. Основы структурированных кабельных систем /Самарский П.А. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2005. – 216 с.

1.2. Учебные пособия:

1. Иванов В.С., Сергеев А.Н. Направляющие среды передачи сигналов в структурированных кабельных системах. Учебное пособие. СПб ГУТ. – СПб. , 2018г. -100 с. Сдано РИО.

Одним из важнейших видов учебных занятий по дисциплине “Структурируемые кабельные системы” являются лекции, которые составляют основу теоретической подготовки студентов. Они имеют целью дать систематизированные основы знаний по данной дисциплине, раскрыть состояние и перспективы развития в области СКС, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Лекции представляют собой логически законченное целое и отражают актуальные вопросы теории и практики, современные достижения науки и техники в области СКС, стимулируют активную познавательную деятельность студентов и способствуют формированию у них творческого мышления.

Общая схема проведения лекции по дисциплине “ Структурируемые кабельные системы “ представляется в следующем виде:

- краткое введение в проблему и место данной дисциплины в общей структуре направления подготовки;
- четкая формулировка темы и плана лекции;
- постановка учебной цели перед студентами;
- знакомство с основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Читаемые по данной дисциплине лекции по содержанию и целям подразделяются на:

- установочная лекция;
- программная лекция;
- обзорная лекция.

Установочная лекция ставит своей задачей организовать работу студентов над изучением дисциплины. В ней раскрывается содержание данной учебной дисциплины, ее место в общем плане подготовки студентов, особенности методики работы студентов в ходе его подготовки. Они читаются в начале учебной дисциплины, или ее крупных разделов.

Программные лекции освещают главные, узловые темы учебной дисциплины, усвоение которых является ключевым условием успешного овладения дисциплины в целом.

Обзорная лекция читается на заключительном этапе дисциплины или ее части. В ней, анализируется содержание изученной дисциплины, ее связь с современным состоянием научно-технических достижений и профессиональной деятельностью обучающихся.

Содержание лекционного материала по дисциплине “ Структурируемые кабельные системы “

Лекция 1. Основные сведения о СКС.

Изучаемые вопросы: Основные понятия и принципы СКС. Характеристики СКС. Топология и подсистемы СКС.

Лекция 2. Технологии передачи информации по кабелям СКС.

Изучаемые вопросы: Понятие классов и категорий и их связь с длинами кабельных трасс СКС.

Лекция 3. Достоверность информации.

Изучаемые вопросы: Кодирование и достоверность передаваемой информации.

Лекция 4. Характеристики передачи.

Изучаемые вопросы: Передаточные характеристики экранированных и неэкранированных кабелей горизонтальной проводки.

Лекция 5. Характеристики взаимного влияния.

Изучаемые вопросы: Взаимные влияния между витыми парами металлических кабелей.

Лекция 6. Оптические кабели СКС.

Изучаемые вопросы: Параметры оптических кабелей магистральной и вертикальной проводки.

Лекция 7. Высокоскоростные технологии передачи данных.

Изучаемые вопросы: Современные высокоскоростные технологии передачи данных в локальных вычислительных сетях.

Лекция 8. Проектирование ЛВС.

Изучаемые вопросы: Основные этапы проектирования СКС и их характеристика. Проектирование магистральной подсистемы.

Проектирование горизонтальной подсистемы. Расчет емкости и длин кабельных трасс.

Лекция 9. Компоненты СКС.

Изучаемые вопросы: Пассивные и активные компоненты СКС.

Лекция 10. Центры обработки данных (ЦОД).

Изучаемые вопросы: Принципы построения СКС в центрах обработки

Лекция 11. Эксплуатация СКС.

Изучаемые вопросы: Строительство и монтаж различных подсистем СКС.

Лекция 12. Администрирование СКС.

Изучаемые вопросы: Администрирование и эксплуатация жилищных и коммерческих сетей СКС.

Лекция 13. Измерения СКС.

Изучаемые вопросы: Методы и приборы для измерений в процессе строительства и эксплуатации СКС.

2. Методические рекомендации к лабораторным работам.

Лабораторные занятия по дисциплине “ Структурируемые кабельные системы “ имеют целью углубить и закрепить полученные студентами теоретические знания и научить их методам экспериментальных исследований.

Они способствуют формированию у студентов научного мировоззрения, приобретению ими организаторских и методических навыков, воспитанию у них ответственности за выполняемую работу, наблюдательности, активности, настойчивости, интереса к изучаемому вопросу, высокой дисциплины и исполнительности, самостоятельности и организованности, неукоснительного соблюдения правил и мер безопасности при работе с техникой и лабораторным оборудованием.

Лабораторные занятия подкрепляют наиболее сложные узловые и трудноусваиваемые темы теоретической части дисциплины, помогают глубоко уяснить физический смысл изучаемых явлений.

Объем задания по лабораторной работе, ее содержание и форма отчета по ней таковы, чтобы студенты, подготовленные к ее выполнению, могли выполнить работу, составить отчет и отчитаться по ней в часы лабораторного занятия.

Перечень лабораторных работ, выполняемых по данной дисциплине:

Лаб. №1. Измерение входного и волнового сопротивления витой пары кабелей типа UTP категорий 6 и 6А.

Лаб. №2. Измерение входного и волнового сопротивления витой пары кабелей типа S/STP категорий 7 и 7А.

Лаб. №3. Измерение вносимых и возвратных потерь в кабелях типа UTP категорий 6 и 6А.

Лаб. №4. Измерение вносимых и возвратных потерь в кабелях типа S/STP категорий 7 и 7А.

Лаб. №5. Измерение переходного затухания и защищенности на дальнем конце в кабелях типа UTP категорий 6 и 6А.

Лаб. №6. Измерение переходного затухания и защищенности на дальнем конце в кабелях типа S/STP категорий 7 и 7А.

Лаб. №7. Измерение затухания в кварц-полимерных оптических волокнах типа ОН1.

3. Методические рекомендации по практическим занятиям.

Процесс изучения дисциплины “ Структурируемые кабельные системы “ предусматривает проведение также практических занятий, которые предназначены для углубленного изучения дисциплины.

Цель практических занятий:

- ◆ помочь студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера по дисциплине;
- ◆ научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов;
- ◆ научить их работать с книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;

♦ формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладеть методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях. Создавая систему упражнений и задач для практического занятия, преподаватель должен стремиться к тому, чтобы это давало целостное представление о дисциплине и методах ее изучения.

Практические занятия должны выполнять не только познавательную и воспитательную функции, но и способствовать росту творческой активности студентов.

Практические занятия по дисциплине “ Структурируемые кабельные системы “ включают решение задач по отдельным разделам дисциплины. Перечень занятий:

Занятие 1.Определение полосы пропускания для кабелей СКС для различных технологий передачи информации.

Занятие 2.Расчет достоверности передачи.

Занятие 3.Расчет характеристик передачи экранированных кабелей СКС категорий 7 и 7А.

Занятие 4.Расчет характеристик передачи неэкранированных кабелей СКС категорий 5е, 6 и 6А.

Занятие 5.Определение допустимой мощности помех от взаимного влияния и встречного потока для неэкранированных кабелей СКС категорий 5е, 6 и 6А.

Занятие 6.Определение допустимой мощности помех от взаимного влияния и встречного потока для экранированных кабелей СКС категорий 7 и 7А.

Занятие 7.Определение предельно-допустимой длины горизонтального участка СКС для неэкранированных кабелей категорий 5е, 6 и 6А.

Занятие 8.Определение предельно-допустимой длины горизонтального участка СКС для экранированных кабелей категорий 7 и 7А.

4. Методические указания к выполнению контрольной работы.

Студенты заочной формы обучения по данной дисциплине выполняют контрольную работу на тему: проектирование структурированной кабельной системы в офисном здании.

Выполненная студентом контрольная работа на тему проектирование структурированной кабельной системы в офисном здании должна соответствовать нормам и стандартам проектирования, а также учитывать специфику работы проектируемого объекта, возможность изменения структуры организации, количества рабочих мест и другие аспекты.

Контрольная работа включает:

1. Исходные данные.
 2. Архитектурная фаза проектирования.
 - 2.1 Проектирование аппаратных и кроссовых.
 - 2.2 Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей.
 - 2.3 Кабельные трассы горизонтальной подсистемы.
 - 2.3.1 Выбор типа и категории магистральных кабелей.
 - 2.3.2 Прокладка кабелей в настенных каналах.
 3. Телекоммуникационная стадия проектирования.
 - 3.1 Состав розеток на рабочих местах.
 - 3.2 Проектирование подсистемы рабочего места.
 - 3.3 Проектирование горизонтальной подсистемы.
 - 3.4 Выбор типа кабеля и расчет его количества.
 - 3.5 Проектирование подсистемы внутренних магистралей.
 - 3.6 Расчет емкости и количества магистрального кабеля.
- Заключение.
- Список использованных источников.

Ниже приводится пример выполнения контрольной работы.

1. Исходные данные.

Проектируемая СКС согласно стандарту ISO/IEC 11 801 содержит три подсистемы:

- подсистема внешних магистралей строится на внешних магистральных кабелях, коммутационном оборудовании, шнурах и перемычках. Коммутационное оборудование, расположенное в служебных помещениях, обеспечивает подключение кроссовых внешних магистральных к кроссовым внутренним магистралей здания.
- подсистема внутренних магистралей (или вертикальная) связывает между собой отдельные этажи здания и /или пространственно разнесенные помещения в пределах одного здания. Вертикальная подсистема содержит внутренние магистральные кабели, приложенные между кроссовой здания и кроссовыми этажей, подключенные к ним коммутационное оборудование

(шнуры и переключки). Согласно стандарту максимальная длина этой системы не должна превышать 500 метров.

- горизонтальная подсистема образована внутренними горизонтальными кабелями между кроссовыми этажа и информационными розетками рабочих мест. Максимальная длина горизонтального кабеля не должна превышать 90 метров.

Проектируемая СКС устанавливается в трехэтажном здании, с размерами в плане этажа 51x12 м. Высота этажа между перекрытиями составляет 3.5 м, общая толщина перекрытия равна 0.5 м. В здании на всех этажах использована однотипная коридорная планировка рабочих помещений. Коридор проходит по всей длине продольной оси здания. В коридорах имеется подвесной потолок, с высотой свободного пространства 0.35 м. В помещениях здания подвесной потолок отсутствует.

Стены помещений изготовлены из обычного кирпича и покрыты штукатуркой, толщина которой составляет 1 см. Каких-либо дополнительных каналов в полу и стенах, которые могут быть использованы для прокладки кабелей, строительным проектом здания не предусмотрено. План размещения помещений этажа здания представляется студентом самостоятельно.

Создаваемая СКС должна обеспечивать функционирование оборудования локальной вычислительной сети (ЛВС) и телефонной сети здания, т.е. на каждом рабочем месте монтируется информационная розетка с двумя розеточными модулями. Помимо информационных розеток на рабочем месте монтируются две силовые розетки,

В соответствии с требованиями заказчика блоки розеток устанавливается на высоте 1 м над уровнем пола. Выполнение кабельной разводки в рабочих помещениях осуществляется в декоративных коробках.

2. Архитектурная фаза проектирования

На каждом этаже здания, согласно плану, имеется по 17 рабочих помещений, предназначенных для размещения пользователей. Данные по площади этих помещений сведены в табл. 1. На каждые 6м² рабочей площади предполагаем установку по 1 блоку розеток. Дополнительно для увеличения удобства и эксплуатационной гибкости по 3 блока розеток в каждом техническом помещении на этажах здания.

Таблица 1

Помещения для установки информационных розеток

№ помещения	Площадь S, м ²	Количество
-------------	------------------------------	------------

		информационных розеток
101, 201, 301	30	5
102, 202, 302	30	5
103, 203, 303	30	5
104, 204, 304	30	5
105, 205, 305	30	5
106, 206, 306	30	5
107, 207, 307	30	5
108, 208, 308	30	5
109, 209, 309	24	4
110, 210, 310	30	5
111, 211, 311	24	4
112, 212, 312	24	4
113, 213, 313,	24	4
114, 214 314	24	4
115, 215, 315	24	4
116, 216, 316	24	4
117, 217, 317	24	4
118, 218, 318	24	4
119, 219, 319	24	4
120, 220, 320	24	4
121, 221, 321	24	4
122, 222, 322	24	4
123, 223, 323	24	4

Таким образом, на каждом этаже необходимо установить в рабочих помещениях 101 блоков розеток, а всего в здании - 303.

2.1 Проектирование аппаратных и кроссовых

Аппаратная представляет собой техническое помещение, в котором располагается сетевое оборудование коллективного пользования (УАТС, серверы, коммутаторы ЛВС и т.п.).

При выборе места аппаратной следует руководствоваться следующими принципами:

- аппаратная должна быть совмещена или максимально приближена к кроссовой здания для минимизации длины соединяющих их кабелей;
- размеры аппаратной определяются составом размещаемого в ней оборудования. Если такая информация отсутствует, то при проектировании обычных офисных зданий следует исходить из расчета 0.7% от всей рабочей площади, но не менее 14 м². Следует учитывать, что на практике аппаратная часто совмещается с кроссовой этажа и/или внутренними магистралями.

Кроссовая этажа представляет собой служебное помещение, в которое вводятся кабели подсистемы внутренних магистралей СКС и кабели горизонтальной подсистемы. В кроссовой этажа монтируется коммутационное сетевое и другое вспомогательное оборудование.

При выборе места размещения кроссовой этажа руководствуются следующими принципами:

- кроссовую этажа можно совместить с одной из кроссовых здания на том же самом этаже;
- кроссовая этажа должна быть на каждом этаже.

Площадь рабочих помещений обслуживаемых кроссовой этажа, согласно стандартам, не должна превосходить 1000 м², т.е. одна кроссовая обслуживает максимум 150 - 250 рабочих мест. Площадь самой кроссовой этажа зависит от состава размещаемого в ней оборудования, но в любом случае не должна быть менее 6 м². Если информация о числе рабочих мест и о размещенном оборудовании отсутствует, то можно воспользоваться данными табл. 2.

Таблица 2.

Зависимость площади кроссовой этажа от площади рабочих помещений

Рабочая площадь, м ²	Размеры кроссовой этажа, м		
менее 1000	3,0x3,4		
менее 800	3,0x2,8		
менее 500	3,0x2,2		

Рабочие площадь на каждом этаже в соответствии с данными табл. 1 составляет 606 м². Площадь аппаратной составляет 4,242 м² (т.е 0.7% от всей рабочей площади), но согласно нормам, она должна быть не менее 14 м². Для размещения аппаратной в соответствии с рекомендациями выделяем комнату 113, под кроссовые на втором этаже выделяем комнату 213, на третьем -313, площадью 24 м². Расположение этих помещений непосредственно над аппаратной упрощает конструкцию межэтажных переходов и позволяет обойтись одним стояком без горизонтальных участков прокладки магистрального кабеля.

Полученные данные занесем в табл. 3.

Таблица 3

Кроссовые и аппаратные

№ помещения	Назначение	S по норме, м ²	S фактическая, м ²
113	Аппаратная и кроссовая этажа	14+6.6=20,4	24
213	Кроссовая этажа (КЭ2)	6,6	24
313	Кроссовая этажа (КЭ3)	6,6	24

Согласно плану, расстояние от данных технических помещений до самых дальних розеток, находящихся в помещениях 101, 201, 301 оказывается равным примерно 60 м, т.е. радиус обслуживаемой зоны не превысит 70 м и на этажах реализуется одноуровневая централизованная структура СКС. На первом этаже коммутационное оборудование кабелей горизонтальной подсистемы СКС этого этажа монтируется в помещении аппаратной. УАТС, серверы и центральное оборудование ЛВС будут размещены в помещении аппаратной.

2.2 Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей

Кабельные трассы подсистемы внутренних магистралей предназначены для прокладки в них кабелей для связи кроссовой здания с кроссовой этажа, кроссовой внешних магистралей с аппаратной, а также внешних магистральных кабелей от места ввода в здание до кроссовой здания или кроссовой внешних магистралей.

Магистральные кабели этой подсистемы могут прокладываться вертикально и горизонтально. Конструкции для прохода горизонтальных участков не отличаются от конструкций, применяемых для организации горизонтальной подсистемы, и часто используются обоими видами кабелей одновременно. Для прохода вертикальных участков обычно применяют стояки или шахты различного вида. Функции стояков для магистральных кабелей могут выполнять слоты, рукава и закладные трубы. Размеры выбираются исходя из соотношения: стояк сечением 8000 мм² позволяет проложить магистральные кабели, которые обслуживают 2500 м² рабочей площади. При этом в указанную площадь включают все этажи, обслуживаемые кабелями, проходящими по данной трассе. Полученный результат полезного сечения рекомендуется увеличить в три раза для создания резерва под будущее расширение. С учетом всех требований посчитаем площади проемов $S_{\text{проема}}$ в межэтажных перекрытиях. Полученные данные занесем в табл. 4.

Таблица 4.

Площади проемов и слотов в межэтажных перекрытиях

№ проема	Обслуживаемые этажи	Площадь проема, мм ²	Площадь, м ²	Размеры, мм ²
1	2-3	1488	14284	300x60
2	3	744	6278	200x60

Для прокладки горизонтальных и магистральных кабелей подсистемы внутренних магистралей проектируемой СКС используем следующие виды кабельных каналов:

- закрытые металлические лотки за фальш-потолком, предназначенные для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы в коридорах;
- декоративные кабельные короба, изготовленные из негорючего пластика и используемые для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы и силовых кабелей питания;
- закладные трубки типа гильз, через которые производится ввод за фальш-потолок рабочих помещений пользователей горизонтальных кабелей, снимаемых с лотка в коридоре;
- вертикальные трубчатые элементы типа рукавов, расположенные вдоль стен технического помещения и используемые для прокладки кабелей подсистемы внутренних магистралей.

Площадь эффективного поперечного сечения кабельных каналов выбираются из расчета 650 мм² на каждые 10 м² рабочей площади. Для прокладки кабелей горизонтальной подсистемы на этажах вдоль коридора за фальш-потолком установлены лотки. Расстояние от верхней кромки лотка до капитального потолка равно 25 см. Кроссовая располагается в помещении 113, поэтому на левую сторону лотка укладываются кабели, обслуживающие 318 м² рабочей площади, а на правую сторону лотка укладываются кабели, обслуживающие 325 м². Площадь поперечного сечения стандартных кабельных лотков с учетом наличия на каждом рабочем месте 2 розеток составляет: ЛМГ 300x60 и ЛМГ 300x75

2.3 Кабельные трассы горизонтальной подсистемы

Кабельные трассы горизонтальной подсистемы предназначены для прокладки кабелей от кроссовой этажа до рабочих мест, которые большую часть трассы находятся в горизонтальном положении. Кабели горизонтальной подсистемы прокладываются в конструкциях пола, под потолком и в настенных каналах (кабельные короба).

Согласно стандарту ISO/IEC 11801 для организации горизонтальной подсистемы СКС могут применяться симметричные электрические и оптические кабели. Категория симметричных кабелей из витых пар зависит от максимальной частоты передаваемого сигнала. На практике, в большинстве случаев, прокладывают до каждого рабочего места два кабеля категории 5 и устанавливают соответствующие розеточные модули. Многопарные кабели прокладываются до рабочих мест только при использовании 6 и 12-портовых розеточных модулей.

2.3.1 Выбор типа и категории магистральных кабелей

Выбор типа и категории магистральных кабелей для магистралей СКС определяются решениями, принятыми при разработке эскизного проекта и определяющими тип среды передачи сигналов. Выбор оптического кабеля зависит от типа применяемого сетевого оборудования и длины магистрали. Допускается использование в здании внутренних магистралей различных категорий. Сетевое оборудование ЛВС со скоростью передачи не выше 100 Мбит/с допускает использование многомодового оптического кабеля на линии не более 2000 м. В случае применения ЛВС стандарта Gigabyte Ethernet максимальная длина многомодового оптического кабеля не может превышать 550 м.

2.3.2 Прокладка кабелей в настенных каналах

Настенные каналы предназначены для прокладки кабелей до информационных розеток, установленных на стене помещения на удобной для использования высоте. Могут быть использованы следующие виды настенных кабельных каналов:

- накладные кабельные каналы, декоративные короба или плинтусы;
- скрытые кабельные каналы, которые монтируются в толще стены таким образом, чтобы на поверхность выходили только информационные розетки или силовые розетки.

Обычно заполнение каналов различными проводами не превышает 30 - 60% площади их поперечного сечения.

3. Телекоммуникационная стадия проектирования

На этой стадии проектирования выполняется расчет компонентов, необходимых для создания кабельной системы. Для облегчения проектирования целесообразно применить деление СКС и оборудования непосредственного взаимодействия с ней на отдельные подсистемы: подсистемы рабочего места; горизонтальной подсистемы; магистральной кабельной системы; подсистемы кабелей оборудования; административной подсистемы. Проектирование отдельных подсистем выполняется

последовательно. Результаты расчетов по каждой из подсистем представлены в табличной форме. Данные этих таблиц используются в качестве исходной информации для проектирования следующих подсистем.

3.1 Состав розеток на рабочих местах

В соответствии со стандартом ISO/IES 11801, на каждом рабочем месте следует устанавливать не менее одной двухмодульной информационной розетки. Минимум один модуль информационной розетки должен подключаться к кабелю категории 3 или выше, остальные модули розетки обслуживают кабели категории 5 или оптический кабель. С целью обеспечения универсальности кабельной системы рекомендуется применять информационные розетки категории 5.

3.2 Проектирование подсистемы рабочего места

Основной задачей этой стадии является разработка плана расположения информационных розеток. Места установки розеток отмечаются на планах этажей здания. Основная информация о них заносится в соответствующие графы табл. 5. Эта таблица является основным документом, описывающим подсистему рабочего места, и позволяет спроектировать горизонтальную подсистему.

Таблица 5

Распределение рабочих мест

№ помещения	Кол-во рабочих мест	Кол-во розеточных модулей	Кол-во силовых розеток			
101, 201, 301	5	10	10			
102, 202, 302	5	10	10			
103, 203, 303	5	10	10			
104, 204, 304	5	10	10			

105, 205, 305	5	10	10			
106, 206, 306	5	10	10			
107, 207, 307	5	10	10			
108, 208, 308	5	10	10			
109, 209, 309	4	8	8			
110, 210, 310	5	10	10			
111, 211, 311	4	8	8			
112, 212, 312	4	8	8			
113, 213, 313	0	0	0			
114, 214, 314	4	8	8			
115, 215, 315	4	8	8			
116, 216, 316	4	8	8			
117, 217, 317	4	8	8			
118, 218,	4	8	8			

318				
119, 219, 319	4	8	8	
120, 220, 320	4	8	8	
121, 221, 321	4	8	8	
122, 222, 322	4	8	8	
123, 223, 323	4	8	8	

3.3 Проектирование горизонтальной подсистемы

Процесс проектирования горизонтальной подсистемы является наиболее ответственным этапом разработки СКС. Принятые на этом этапе решения являются определяющими для технико-экономической эффективности создаваемой системы. В процессе проектирования осуществляется:

- привязка отдельных рабочих мест к кроссовым;
- выбор типа телекоммуникационных розеток;
- проектирование точек перехода (при необходимости их применения).

Результаты расчетов сводятся к данным, заносимым в табл. 6.

Таблица 6.

Горизонтальные подключения

Кроссовая	Кол-во рабочих мест	Количество розеточных модулей категории 5	Кабель категории 5 Тип	Количество

113	101	202	UTP	202
213	101	202	UTP	202
313	101	202	UTP	202

3.4 Выбор типа кабеля и расчет его количества

При расчете длины горизонтального кабеля учитываются следующие положения:

- каждый модуль информационных розеток связывается с коммутационным оборудованием кроссовой этажа одним кабелем;
- кабели прокладываются по каналам без образования бухт и петель;
- принимаются во внимание также спуски и повороты этих каналов.

Существуют два метода вычисления количества кабеля для горизонтальной подсистемы: суммирование и эмпирический.

Первый заключается в подсчете длины трассы каждого горизонтального кабеля с последующим сложением этих длин. К полученному результату добавляются технологический запас с величиной не более 10%, а также запас для выполнения разделки в розетках и на кроссовых панелях. Достоинством этого метода является высокая точность, но при отсутствии средств автоматизации и в случае проектирования СКС с большим количеством портов, такой подход оказывается чрезмерно трудоемким. Что практически исключает расчет вариантов организации кабельной системы.

Эмпирический метод реализует на практике положение центральной предельной теоремы теории вероятности. Дает хорошие результаты для кабельной системы с числом рабочих мест свыше 30. Его сущность заключается в применении обобщенной эмпирической формулы. Единственным ограничением метода является предположение того, что рабочие места распределены по площади территории равномерно. В случае нарушения этого условия, рабочие места объединяются в группы, в которых с большей или меньшей точностью выполняется принцип равномерного распределения. Для каждой такой группы расчет выполняется отдельно.

На основании сделанных предположений средняя длина L_{av} кабельных трасс принимается равной:

$$L_{av} = [(L_{max} + L_{min}) / 2] k_s + x$$

где L_{\min} , L_{\max} - длины трассы от точки ввода кабельных каналов в кроссовую до информационной розетки самого близкого и самого дальнего рабочего места;

k_s - коэффициент технологического запаса равный 1,1 (10%);

$x = x_1 + x_2$ - запас для выполнения разделки кабеля. Со стороны рабочего места x_1 равен 30 см, параметр x_2 - запас со стороны кроссовой, зависит от ее размеров и численно равен расстоянию от точки входа горизонтальных кабелей в помещение кроссовой до самого дальнего коммутационного элемента.

Далее рассчитывается общее количество N_{cr} кабельных трасс, на которые хватает одной катушки кабеля:

$$N_{cr} = L_{cb} / L_{av}$$

где L_{cb} - длина кабельной катушки (305,500,1000 м). Результат округляется вниз до ближайшего целого.

На последнем шаге получаем общее количество кабеля L_c , необходимое для создания кабельной системы:

$$L_c = L_{cb} (N_{to} / N_{cr})$$

где N_{to} - количество розеточных модулей информационных розеток СКС.

На каждом рабочем месте устанавливается по два розеточных модуля категории 5. Количество розеток на рабочем месте было определено на архитектурной фазе проектирования.

Горизонтальная подсистема СКС строится на основе неэкранированных четырехпарных кабелей категории 5, проложенных по два к каждому блоку розеток. Требуемое количество кабеля рассчитывается с использованием эмпирического метода, т.к. на каждом этаже имеется свыше 30 информационных розеток и выполнено требование равномерного распределения розеток на обслуживаемой площади. Подъем от выводного отверстия монтажного шкафа до кабельных лотков в коридорах и спуск до декоративного короба в комнатах составляет $3,25 + 2,25 = 5,5$ м. Длины трасс кабеля по плану от кроссовой до ближайшего и до наиболее удаленного блока розеток составляют 4м и 35 соответственно.

Таким образом, средняя длина трассы равна: Величина всех кабельных трасс, на которые хватает одной катушки кабеля, равна: Общее количество кабеля, необходимое для создания кабельной системы, равно:

В рабочих помещениях прокладка кабеля выполняется в декоративных коробах. Заполнение декоративных коробов обычно не превышает 30 - 60% площади их поперечного сечения. На практике обычно принимают значение коэффициента заполнения равным 0.5. Расчетный диаметр горизонтального кабеля UTP (unshielded twisted pair) категории 5 принимается равным $4,6 \text{ мм}^2$.

Максимальное число рабочих мест в одном помещении равно 5 следовательно, диаметр закладных труб принимаем равным 35 мм². Таким же образом выбираем размеры коробов. При вводе кабелей в помещение их необходимо разделить на две половины, идущие по разным стенам, поэтому принимаем максимальное количество кабелей, проходящих по одной из стен, равным 10. Посчитаем общую площадь поперечного сечения всех кабелей, проходящих в коробе: Такими площадями обладают стандартные кабельные короба размерами 20x9 мм.

3.5 Проектирование подсистемы внутренних магистралей.

На этом этапе проектирования решаются две основные задачи:

- выбор типа и категории кабеля;
- расчет емкости и количества магистрального кабеля.

Выбор типа и категории кабеля определяются решениями, принятыми при разработке эскизного проекта и определяющими тип среды передачи сигнала. Категория симметричного кабеля определяется в зависимости от максимальной частоты передаваемого сигнала. Вид оптического кабеля (одномодовый или многомодовый) зависит от типа применяемого сетевого оборудования и длины магистрали. Сетевое оборудование линий волоконной связи со скоростью передачи не выше 100 Мбит/с допускает использование многомодового оптического кабеля на линиях с длиной, не превышающей 2000 метров. Согласно стандарту 802.3 максимальная длина многомодового оптического кабеля (для Gigabit Ethernet) не может превышать 550 метров. Учитывая это обстоятельство, можно сделать вывод: оптическая подсистема внутренних магистралей должна строиться преимущественно на многомодовом оптическом кабеле, тогда как основных внешних магистралей, длина которых превышает 550 метров, должен являться одномодовый кабель.

При выборе типа симметричного многопарного кабеля кроме проверки соответствия его характеристик классу приложений следует контролировать совместимость сигналов с этими приложениями. Допускается использование в здании двух внутренних магистралей различных категорий, например 3 и 5. Это связано с тем, что телефонные системы не требуют высококачественных кабелей для работы на достаточно большие расстояния.

3.6 Расчет емкости и количества магистрального кабеля

Расчет начинается с составления перечня кабелей внутренних магистралей, который выполняется на основе эскизного проекта. Емкость магистральных кабелей рассчитывается с учетом принятой конфигурации рабочего места и выбранного типа среды передачи на внутренней и внешней магистральных.

Требуемое количество магистральных кабелей определяется следующим образом. Для каждой из кроссовых этажа установленное минимальное

количество пар/волокон на рабочее место умножается на количество рабочих мест обслуживаемых этой кроссовой. Полученное значение округляется до ближайшего сверху количества пар/волокон, которое может быть получено при использовании одного или нескольких кабелей стандартной емкости (для симметричного кабеля - 25, 50, 100, 200, 300 пар или для волоконно-оптического кабеля - 4, 6, 8, 12, 24 и т. д. волокон). Полученные значения пар/волокон и число кабелей заносятся в графы табл. 7. Если основной внутренних магистралей является оптический кабель, то рекомендуется предусмотреть дублирование каждой магистрали. Длина кабелей определяется с учетом всех спусков, поворотов, а также запасов на разделку.

Кабели подсистемы внутренних магистралей связывают между собой помещения кроссовых и аппаратную. По этим кабелям передаются в основном информационные потоки сетевой аппаратуры ЛВС и телефонные сигналы УАТС. Исходя из этого и согласно принципу многоточечного администрирования, принимается следующая идеология построения подсистемы внутренних магистралей - часть подсистемы, предназначенная для обслуживания телефонной сети, строится на многопарном кабеле категории 3. Для части подсистемы, обслуживающей работу ЛВС, используется волоконно-оптический кабель со 100% дублированием электрическим кабелем категории 5.

Проектируемая СКС имеет высокую степень интеграции, поэтому на каждое место во внутренней магистрали здания следует предусмотреть две пары категории 3; 0,4 пары категории 5 и 0,2 волокна.

Таблица 7

Магистральные соединения

Маркировка	Начало	Конец	Тип кабеля	Кол-во пар/волокон	Кол-во кабелей	Длина трассы, м	Назначение
КМ021		205	Категория 3	200	1	10	Телефония
КМ022	105	205	Категория 5	50	1	10	ЛВС (резервная)

КМ023		205	Оптический	24	1	10	ЛВС
КМ031		305	Категория 3	200	1	14	Телефония
КМ032	205	305	Категория 5	50	1	14	ЛВС (резервная)
КМ033		305	Оптический	24	1	1	

Выводы

Процедура проектирования СКС является сложным, многоступенчатым процессом и состоит из двух основных стадий: архитектурной и телекоммуникационной. Исходя из существующих требований стандартов необходимо определить площадь и размещение в здании кроссовых и аппаратной, а также условия внутри них. В зависимости от архитектурных особенностей здания могут применяться различные варианты кабельных каналов. На следующей стадии проектирования рассчитывается количество отдельных компонентов СКС.

Спроектированная СКС имеют следующие преимущества:

- универсальность: одна кабельная система обслуживает все необходимые в здании системы: телефонную, ЛВС, пожарную, охранную и др;
- высокую адаптивную способность к изменениям внешних условий ("гибкость"): действительно, без изменений в пространстве, без перекладки кабелей СКС легко приспособляется к изменениям организационной структуры предприятия (организация новых и ликвидация старых подразделений);
- к смене типов оборудования и, следовательно, к смене его поставщиков;
- небольшую численность и моноспециализированность обслуживающего СКС персонала (не нужны отдельные специалисты по проводке для пожарных, охранных, телефонных и других систем - нужен лишь администратор СКС).

Список использованных источников

1. С.К.Стрижаков, Современные кабельные системы, "PC Magazine/Russian Edition", декабрь 1995, с66.

2. А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И.Р. Сунчелей. "Структурированные Кабельные Системы" Москва, 2001.
3. И.Г. Смирнов. "Структурированные кабельные системы". Москва, 1998г.
4. Самарский П.А. Основы структурированных кабельных систем /Самарский П.А. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2005. – 216 с.

