

Предисловие ко второму изданию

Структурированная кабельная система (СКС), по мнению большинства специалистов по информационным технологиям, является в настоящее время неотъемлемой частью любого современного общественного здания, а ее отсутствие, рассматриваемое управленческим и техническим персоналом как анахронизм, существенно снижает рыночную стоимость объекта недвижимости.

Подавляющее большинство специалистов осознают, что СКС — сложный в техническом отношении продукт, успешное создание и грамотная эксплуатация которого требуют соответствующего уровня знаний от проектировщиков, монтажников и обслуживающего персонала. Одним из обязательных компонентов для успешного повышения квалификации специалистов является наличие соответствующей технической литературы. В России сейчас ощущается недостаток как публикаций по информационным технологиям в широком смысле слова, так и литературы по различным проблемам, связанным с СКС, в частности. Такое положение дел объясняется относительной молодостью самого технического направления «структурированные кабельные системы» (первые из них появились только в середине 80-х годов) и сравнительно малой распространенностью первичных нормативных документов, а также отсутствием их официальных русскоязычных версий и аналогов. Достаточно сказать, что действующими российскими ГОСТами понятие «структурированная кабельная система» не нормируется вообще.

Первые структурированные кабельные системы в нашей стране были установлены в 1992 году, на этот же период приходится появление первых публикаций, освещающих отдельные аспекты их стандартизации, монтажа и функциональных возможностей. К настоящему времени в Российской Федерации вполне сформировался рынок СКС с общим объемом годового оборота в несколько десятков миллионов долларов¹ и имеется достаточно обширная библиография по этой теме. Многие системные интеграторы, продвигающие в России СКС ведущих западных фирм, издали соответствующие каталоги и буклеты на русском языке. Статьи и сообщения, посвященные современному состоянию уровня техники СКС и перспективам их развития, регулярно появляются в таких авторитетных и популярных среди российских специалистов по информационным технологиям журналах, как LAN Magazin и «Сети и системы связи». Из известных работ отметим монографию Г.И. Смирнова [1] и циклы статей Д.Я. Гальперовича и А.В. Авдеевского в журнале LAN Magazin, а также А.П. Майорова и А.А. Воловодова в журнале «Сети и системы связи». Все эти публикации посвящены отдельным частным вопросам создания и эксплуатации СКС. Так, например, книга Г.И. Смирнова написана в стиле справочного пособия по стандартам СКС и, как следствие этого, освещает только малую, хотя и весьма важную часть проблем этого технического направления. В работах Д.Я. Гальперовича рассматриваются в основном технические аспекты построения горизонтальной подсистемы на электрических кабелях; статьи А.А. Воловодова посвящены перспективным стандартам категории 6 и т.д. Имеется также достаточно большой набор малотиражных фирменных изданий, представляющих

¹ Опрошенные авторами маркетологи и специалисты по данному сегменту рынка информационных технологий называют (по состоянию на середину 1999 года) цифру от 50 до 150 миллионов долларов.

собой перевод или компиляцию трудов западноевропейских и американских авторов. Зачастую они выполнены без какого-либо отбора материала и его критического анализа и, как неизбежное следствие этого, носят поверхностный и рекламный характер. Скорее правилом, чем исключением, является употребление в них эпитетов в превосходных степенях типа «выдающиеся достижения в технологии», «новые передовые принципы построения», «превосходные рабочие параметры» и т.д. при минимуме, а то и просто отсутствии именно той информации, которая необходима техническому специалисту, сотруднику проектного отдела и монтажнику в каждодневной деятельности. Можно с уверенностью констатировать, что известная техническая литература на русском языке не дает полного представления о том многообразии задач и методов их решения, с которыми сталкивается ежедневно специалист по СКС.

Настоящая книга является попыткой авторов восполнить имеющийся пробел и систематизировать основной круг проблем, которые чаще всего возникают при проектировании, создании и эксплуатации СКС. Выбор рассматриваемых тем и глубина излагаемого материала продиктованы опытом, накопленным за время реализации проектов различного масштаба и технической поддержки СКС, созданных как силами сотрудников отдела кабельных работ компании «АйТи», так и региональными компаниями — системными интеграторами, занимающимися установкой системы «АйТи-СКС». Сразу же отметим, что излагаемый материал ни в коем случае не должен рассматриваться как техническое описание «АйТи-СКС». Целью авторов было освещение различных аспектов элементной базы, особенностей построения, проектирования, тестирования и эксплуатации СКС как технического продукта в целом во всем его многообразии и без привязки к какому-либо решению конкретной фирмы-производителя.

Одной из проблем, с которой столкнулись авторы при подготовке текста данной монографии, была проблема используемой терминологии. Национальный стандарт по терминам и определениям техники СКС отсутствует, и какой-либо информацией о его подготовке авторский коллектив не располагает. Известна попытка А.А. Воловодова введения такой терминологии, однако она вызвала неоднозначную реакцию специалистов. Поэтому в данном вопросе авторы придерживались следующего подхода. В тексте применялась в основном терминология, которая приведена в классическом учебнике по кабельной технике [18], а также в толковых словарях [2, 3]. Новые термины вводились только в тех ситуациях, когда авторам был неизвестен подходящий русский эквивалент. Ряд часто встречающихся аббревиатур и обозначений типа UTP, NEXT, NVP, delay и т.д. оставлен в оригинальном латинском написании, что полностью соответствует сложившейся практике и закрепилось в современной отечественной научно-технической литературе.

В основу книги положен курс лекций, читаемый в Академии «АйТи» в процессе подготовки сертифицированных специалистов по «АйТи-СКС». При написании монографии использовались международные и национальные стандарты, монографии по кабельной технике отечественных авторов и книги по тематике СКС, написанные иностранными специалистами, информация в периодической печати, Web-страницы и каталоги фирм — производителей оборудования для СКС, а также личный опыт авторов, накопленный ими в процессе проектирования и реализации СКС SYSTIMAX и «АйТи-СКС». Ряд полезных и ценных сведений в основном практического характера был получен на семинарах фирм-производителей СКС и компонентов для кабельных систем, а также в процессе различных официальных и неофициальных обсуждений и дискуссий с отечественными и зарубежными специалистами.

Книга состоит из одиннадцати глав. В первой главе приводятся общие сведения об СКС, в том числе историческая справка о возникновении и развитии данного технического направления, структура действующих и перспективных стандартов, состав основных подсистем, ограничения на длины кабельных трасс, допускаемые стандартами варианты построения отдельных подсистем.

Во второй главе описываются физические процессы, происходящие при передаче электрических сигналов по симметричным кабелям и оптических сигналов по волоконным световодам. Рассматривается система параметров электрических и оптических кабелей, а также коммутационных элементов различного назначения. Отдельно представлены методы и приемы, позволяющие более полно использовать потенциальную пропускную способность электрических и оптических трактов СКС.

Третья глава посвящена элементной базе электрической подсистемы СКС. В ней описаны электрические кабельные компоненты различного назначения, основные типы разъемов и кроссового оборудования, а также оконечные шнуры, различные адаптеры и дополнительные пассивные и активные компоненты, применение которых позволяет существенно расширить функциональные возможности СКС.

Элементная база оптической подсистемы СКС (кабели, разъемы, коммутационное оборудование, претерминированные сборки, адаптеры и промежуточные муфты) рассматривается в четвертой главе.

В пятой главе описано дополнительное оборудование, без которого не строится ни одна СКС в нашей стране: различные варианты 19-дюймового монтажного оборудования и декоративные кабельные короба, а также их многочисленные аксессуары. Особое внимание уделяется средствам установки розеток в обычных офисных помещениях и в больших залах.

В шестой главе описаны некоторые вопросы организации защитного и телекоммуникационного заземления в зданиях офисного типа.

Обсуждению отдельных аспектов пожарной безопасности применительно к кабельным изделиям СКС, в том числе их нормированию и выбору методик проведения сертификационных испытаний, посвящена седьмая глава.

В восьмой главе изложена методика проектирования СКС на архитектурной и телекоммуникационной стадиях. В перечень рассматриваемых вопросов включены сведения об организации технических помещений и кабельных трасс горизонтальной и магистральной подсистем, а также методика расчета необходимого количества оборудования отдельных подсистем СКС. Материал дополняется примером проектирования СКС в четырехэтажном офисном здании.

В девятой главе изложены сведения о монтаже различных подсистем СКС при разных вариантах организации кроссовых помещений.

Десятая глава посвящена вопросам тестирования электрической и оптической подсистем СКС. Дается информация как об измерительных приборах для определения параметров электрических и оптических трактов передачи сигналов, так и о различных методах проведения измерений.

В одиннадцатой главе рассмотрены различные аспекты администрирования и эксплуатационного обслуживания СКС.

Взгляды авторов на перспективы развития СКС приведены в заключении.

В приложениях приводятся некоторые вспомогательные материалы справочного характера.

Изложение материала рассчитано на читателя, имеющего базовую инженерно-техническую подготовку в области передачи информации и знакомого с основами теории передачи сигналов по электрическим и оптическим кабелям, а

также с принципами построения локальных и корпоративных сетей связи различного масштаба. В необходимых случаях по ходу изложения или в приложениях дается краткая теоретическая справка. Дополнительные сведения по вопросам, связанным с элементной базой, проектированием и монтажом оптической подсистемы СКС, можно найти в монографии [4].

Книга адресуется специалистам, которые занимаются проектированием, монтажом и эксплуатацией СКС. Авторский коллектив надеется, что она окажется полезной разработчикам, монтажникам и сотрудникам служб эксплуатации кабельных систем, архитекторам и конструкторам офисных зданий, а также преподавателям и студентам профильных высших и средних специальных учебных заведений и слушателям факультетов и курсов повышения квалификации при вузах. Кроме сведений чисто технического характера и рекомендаций по проектированию, монтажу и эксплуатации в книге содержится достаточно большой объем информации справочного характера.

Авторы отдают себе отчет в том, что передаваемый на суд читателя материал может иметь определенные недостатки, а некоторые интересующие его вопросы могут быть освещены недостаточно подробно или же не затронуты вообще. Это связано как с большим объемом фактической информации, переработанной в процессе написания данной книги, так и с быстрым развитием стандартов СКС и совершенствованием технического уровня элементной базы. Все конструктивные критические замечания и отзывы, способствующие улучшению содержания, будут приняты и рассмотрены с благодарностью.

Первое издание монографии вышло в свет в апреле 1999 года, получило в основном положительные отзывы читателей, и уже летом того же года тираж был полностью распродан. Второе издание по своему построению в основном повторяет первое, отличаясь от него главным образом следующим:

- исправлены замеченные опечатки и неточности;
- по возможности, отражены новые разработки в элементной базе электрической и оптической подсистем СКС;
- расширен круг рассматриваемых вопросов технического характера и проектирования отдельных подсистем;
- переработана и существенно дополнена глава, посвященная волоконно-оптическим компонентам СКС;
- в конце каждой главы приведены выводы по ее содержанию.

Авторский коллектив благодарит менеджеров кабельного сектора отдела проектов департамента сетевых технологий компании «АйТи» Максима Маркина, Сергея Жебруна и Алексея Ефанова, а также преподавателя курса «АйТи-СКС» Академии «АйТи» П.А. Самарского за помощь в подборе некоторых материалов и плодотворные дискуссии, способствовавшие улучшению содержания. Различные практические вопросы монтажа и тестирования СКС подробно обсуждались с начальником отдела кабельных систем компании «АйТи» Владимиром Космовским. Особая благодарность — Елене Домбровской за подготовку иллюстраций. Авторы признательны также Дмитрию Абаймову (московское представительство компании Lucent Technologies), Валерию Капустяну (AMP), Всеволоду Николайчуку (RiT Technologies), Виктору Шилину (Panduit) и Ежи Серкевичу (Molex-Mod-Tap) за предоставленную техническую информацию.

август 1999 года

Введение

Книга посвящена различным аспектам построения кабельных систем, которые ориентированы в первую очередь на установку в зданиях офисного типа. Под офисным зданием далее по тексту будет пониматься любое здание или его часть, основная площадь которого предназначена для организации рабочих мест сотрудников. Типичными примерами офисных зданий являются бизнес-центры, административные корпуса, финансовые учреждения, министерства и другие органы государственного управления различных уровней, здания конструкторских бюро, учебные центры и т.д. Ниже для их обозначения будет использоваться обобщающий термин «офис» или «офисное здание».

В данной монографии основное внимание уделяется рассмотрению кабельных систем, предназначенных для автоматизации рабочих мест сотрудников офисов. На сегодняшний день таковыми являются в первую очередь кабельные системы для локальной вычислительной сети (ЛВС) и учрежденческой автоматической телефонной станции (УАТС). Обсуждение остальных телекоммуникационных кабельных систем (пожарной и охранной сигнализации, контроля доступа, видеонаблюдения, кабельного телевидения и радиофикации, громкоговорящей связи и других) выходит за рамки данной работы, однако в нужных случаях по ним даются необходимые комментарии, а их построение в целях унификации и стандартизации рекомендуется выполнять с использованием тех же самых принципов, компонентов и технологий.

Таблица 1. Продолжительность эксплуатации и объемы капитальных вложений в различные части информационной инфраструктуры здания [5]

	Программное обеспечение	Сетевое оборудование	Рабочие станции и серверы	Кабельная система
Продолжительность эксплуатации, лет	1,5-2	2,5-3	2-4	10-15
Объем капитальных вложений, %	54	7	34	5

В середине 80-х годов компьютерная техника, а вместе с ней техника локальных вычислительных сетей быстрыми темпами стала внедряться во все сферы деятельности предприятий и организаций, что резко увеличило объем информации, передаваемой внутри здания или комплекса зданий, компактно расположенных на одной территории, без выхода в сети связи общего пользования. Кабельные системы первого поколения для решения задач информационной поддержки создавались разработчиками средств вычислительной техники. В процессе проведения конструкторских работ отвечающие за это направление специалисты компьютерных компаний решали достаточно узкий круг задач обеспечения поддержки функционирования конкретной и ограниченной номенклатуры активного сетевого оборудования одного производителя. Естественно, что при таком подходе не уделялось должного внимания как обеспечению открытости архитектуры создаваемого продукта, так и его универсальности. Это приводило к тому, что:

- кабельная проводка получалась узкоспециализированной и, за счет небольшого объема производства, достаточно дорогой;

- смена технологии практически со 100-процентной вероятностью приводит к необходимости смены кабельной системы.

Процесс перехода на новую кабельную проводку — всегда достаточно болезненная для офиса и продолжительная операция, которая, во-первых, сопровождается весьма существенными финансовыми затратами, а во-вторых, останавливает информационную поддержку трудовой деятельности сотрудников, то есть фактически дезорганизует работу всей организации или по крайней мере некоторых ее структурных подразделений на довольно продолжительный период. Даже если изменения технологии не происходит (например, при переходе на технику следующего поколения того же самого производителя), службы эксплуатации сталкиваются со столь же серьезными проблемами при появлении, например, рабочих мест, так как это требует прокладки новых сегментов кабельной системы.

Опыт эксплуатации кабельных систем офисных зданий показывает, что удаление ненужных кабелей из кабельных каналов всех типов является крайне нежелательной операцией, так как с высокой долей вероятности сопровождается повреждением действующих линий связи. На основании этого в процессе перехода на другой тип кабельной проводки новые кабели прокладываются прямо поверх существующих. Это приводит к быстрому исчерпанию резервов емкости кабельных трасс, и организация новых линий проводной связи становится невозможной.

Рост количества подсистем обеспечения жизнедеятельности здания и поддержки трудовой деятельности работающих в нем сотрудников естественным образом также приводит к увеличению количества служб, отвечающих за их эксплуатацию. Эти службы пользуются одними и теми же кабельными трассами, что нередко приводит к возникновению конфликтных ситуаций. Кроме того, работающие в них специалисты выполняют практически одни и те же функции, то есть имеет место нерациональное расходование трудовых ресурсов.

В табл. 1 приведены обобщенные статистические данные по стоимости и продолжительности эксплуатации отдельных составных частей информационной инфраструктуры зданий офисного типа. Из них следует, что правильно спроектированная кабельная система потенциально может служить дольше остальных составляющих, за счет чего имеет наименьшую стоимость.

Совокупность перечисленных выше обстоятельств однозначно диктует необходимость создания в офисном здании кабельной системы, которая обладает как минимум следующими свойствами:

- является универсальной, то есть дает возможность использовать ее для передачи сигналов основных существующих и перспективных видов сетевой аппаратуры различного назначения;
- позволяет быстро и с минимальными затратами организовывать новые рабочие места и менять топологию трактов передачи без прокладки дополнительных кабельных линий;
- позволяет организовать единую службу эксплуатации;
- создается на этапе строительства здания или переоборудования его помещений под офис и имеет гарантированный срок эксплуатации 10 и более лет.

Всем перечисленным выше требованиям отвечает структурированная кабельная система (СКС). Под СКС в дальнейшем будем понимать кабельную систему, принцип построения которой отвечает трем основным и нескольким дополнительным признакам. К основным признакам СКС относятся: структуризация, универсальность и избыточность.

Структуризация предполагает разбиение кабельной проводки и ее аксессуаров на отдельные части, или подсистемы, каждая из которых выполняет строго определенные функции и снабжена стандартизованным интерфейсом для связи с другими подсистемами и сетевым оборудованием. В состав любой подсистемы обязательно включается развитый набор средств переключения, что обеспечивает ее высокую гибкость и позволяет создавать сложные структуры с конфигурацией, легко и быстро меняемой и адаптируемой под потребности конкретных приложений. При построении системы используется обобщенный подход без привязки к какому-либо конкретному виду кабеля или коммутационного оборудования. Это дает возможность на любом уровне одинаково легко применять как оптические, так и электрические технологии передачи сигналов, выбор которых целиком и полностью определяется местными условиями и соображениями достижения максимальной технико-экономической эффективности данного конкретного проекта.

Универсальность кабельной системы проявляется в том, что она изначально создается на принципах открытой архитектуры с заданным стандартным набором основных технических характеристик, предназначенных для обеспечения работы любой, а не какой-либо конкретной, пусть и весьма распространенной сетевой технологии. При этом в нормативных документах задаются параметры как электрических и оптических кабельных трасс отдельных подсистем, так и их интерфейсов. Это позволяет обеспечить возможность использования кабельной системы для передачи сигналов самых различных приложений в сочетании с сокращением количества типов кабелей до двух: симметричного (из витых пар) и волоконно-оптического. Технический уровень элементной базы, используемой для создания СКС, задается стандартом таким образом, чтобы обеспечить продолжительность эксплуатации кабельной системы минимум в 10 лет.

Коммутация отдельных подсистем СКС друг с другом, а также с активным сетевым оборудованием осуществляется с помощью ограниченного набора шнуров с универсальными разъемами, что значительно упрощает как процесс администрирования, так и адаптацию кабельной системы к различным приложениям.

Возможность использования кабельной проводки СКС сетевой аппаратурой, которая в силу тех или иных причин не поддерживает передачу сигнала по симметричному или волоконно-оптическому кабелю, обеспечивается наличием развитой номенклатуры адаптеров и переходников. Формально эти элементы не попадают в область действия стандартов, однако создаются обязательно с учетом требований СКС.

Под *избыточностью* понимается введение в состав СКС дополнительных информационных розеток, количество и местоположение которых определяется площадью и топологией рабочих помещений, а не планами размещения сотрудников и расположения офисной мебели. Это позволяет без каких-либо проблем организовывать новые рабочие места, а также выполнять перемещения рабочих мест и оборудования. Применение принципа избыточности обеспечивает возможность очень быстрой адаптации кабельной системы под конкретные производственные потребности и позволяет не останавливать работу офиса или его части при проведении каких-либо организационных и технических изменений. Важность принципа избыточности существенно возрастает в связи с тем, что продолжительность эксплуатации СКС в несколько раз превышает аналогичный показатель для остальных компонентов информационной инфраструктуры здания.

Создание эффективной СКС и ее эксплуатация невозможны также без выполнения ряда дополнительных условий. СКС обязательно должна иметь:

- каталог продукции;

- нормы и методики проектирования, позволяющие выполнить требования действующих стандартов;
- возможность управления (или администрирования) в соответствии со стандартными процедурами;
- систему подготовки кадров и обеспечения гарантии производителя.

Кабельная система, не обладающая хотя бы одним из дополнительных, а тем более одним из основных признаков называется исключительной (от англ. proprietary), то есть единственной в своем роде [6].

Кроме приведенного выше на практике употребляются также другие определения СКС (пример приведен в [6]). Не вдаваясь здесь в подробный анализ этих определений, укажем только, что, по мнению авторов, все они с большей или меньшей степенью детализации задают технический объект, обладающий той совокупностью признаков, которые выше были обозначены как основные и дополнительные. На основании этого можно утверждать, что все эти определения идентичны представленному выше.

Применение СКС позволяет:

- при относительно высоких начальных вложениях обеспечить существенную экономию полных затрат за счет длительного срока эксплуатации и низких эксплуатационных расходов;
- поднять надежность кабельной системы;
- менять конфигурацию и производить наращивание комплекса информационно-вычислительных систем офисного здания без влияния на существующую проводку;
- одновременно использовать различные сетевые протоколы и сетевые архитектуры в одной системе;
- комбинировать в единую систему оптические и электрические тракты передачи сигналов;
- устранить путаницу проводов в кабельных трассах;
- создать единую службу эксплуатации;
- обеспечить средой передачи информации основную массу действующего и перспективного сетевого оборудования различных классов за счет наличия стандартизованного интерфейса;
- обеспечить быструю локализацию неисправности, восстановление связи или переход на резервные линии за счет модульного принципа построения.