

ПРЕДИСЛОВИЕ

Популярность систем кабельного телевидения в Европе и особенно в США сейчас очень велика. Это и понятно, так как на западе кабельные сети начали активно строиться еще в 1980-х годах и пережили свой бум в начале 1990-х. В России же пока индустрия кабельных сетей только развивается. Долгое время при построении сетей кабельного телевидения использовались либо устаревшие советские стандарты, либо западные, и только недавно был принят новый российский ГОСТ Р52023-2003. Сведения по этой тематике очень разрознены. Основными источниками являются периодические издания, публикации в Интернет и документация к оборудованию, главным образом западного производства. В то же время единой теоретической основы для построения сетей кабельного телевидения нет. Книги с достаточно полным изложением материала по сетям кабельного телевидения в России до сих пор не издавались. В этой работе сделана попытка обсудить широкий круг вопросов, касающихся создания сетей кабельного телевидения. В ней содержится много полезных и необходимых сведений, как теоретического, так и практического характера. Книга призвана стать пособием для учащихся и технических специалистов, связанных с проектированием систем кабельного телевидения. В понятной и доступной форме представлен исчерпывающий материал, охватывающий все аспекты современных сетей, начиная с самых азов. Читатель получит представление о терминологии, структуре и оборудовании сетей кабельного телевидения, принципах их проектирования.

Первые три главы являются вводными и в них обсуждаются общие понятия и принципы формирования и передачи сигнала. В гл. 4 – 6 рассматриваются основные показатели системы. Активному и пассивному оборудованию, а также различным типам кабелей посвящены гл. 7 – 12. В книге рассматриваются оба типа кабелей – коаксиальный и волоконно-оптический. Системы передачи на основе коаксиального кабеля по-прежнему очень широко распространены, но создание современных сетей уже не мыслится без использования оптики, поэтому оптическим системам в книге уделено должное внимание. В последующих главах обсуждаются вопросы проектирования различных систем, включая двунаправленные и гибридные коаксиально-оптические. Рассматривается также возможность использования сетей кабельного телевидения как среды для передачи дополнительной информации, не относящейся к телевидению. В последних двух главах говорится о питании, прокладке и защите кабельной сети. Каждая глава книги снабжена предварительным обзором тех сведений, которые в ней содержатся. В окончании каждой главы имеются выводы, в которых кратко подытоживается ее содержание. В тех местах, где это необходимо, приведены формулы и поясняющие их примеры расчета различных характеристик кабельной системы.

Благодарю за помощь в создании этой книги Екатерину Геннадьевну Андрееву, Сергея Александровича Беликова, Евгения Константиновича Корытко, Михаила Владимировича Симонова, Павла Алексеевича Пяткина и моих родителей – Тамару Михайловну Волкову и Виктора Михайловича Волкова.

Глава 1

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

До недавнего времени самым распространенным, а иногда и единственным, средством доставки телевизионных сигналов в частные квартиры и дома было эфирное телевизионное вещание. Для этого использовались и используются по настоящее время открытые метровые и дециметровые радиоканалы, организуемые передающим и приемным оборудованием в свободном пространстве. Частоты вещания распределены в соответствии с частотным планом, установленным государственными органами контроля радиосвязи. Радиочастотный спектр эфирного телевизионного вещания, таким образом, был предоставлен для свободного общественного использования. Примерно с конца 50-х годов XX века постепенно стало развиваться другое направление в области телевизионного вещания – кабельное телевидение. В системах кабельного телевидения для передачи сигнала стала использоваться закрытая среда распространения электромагнитных волн. Развитие этих двух типов систем шло параллельно, но соотношение темпов и масштабов их развития традиционно было в пользу эфирных систем. Однако в течение последних десяти лет системы кабельного телевидения приобретают все большую популярность, чему есть множество объективных причин. Системы кабельного телевидения (далее также будем называть их системами КТВ), являясь средством коллективного распределения телевизионного сигнала, свободны от многих недостатков эфирных систем. Среди первых достоинств кабельных систем можно назвать высокое качество сигнала, высокую защищенность передачи и новые дополнительные возможности, связанные с их эксплуатацией. Определяемые в этой главе понятия являются ключевыми в понимании принципов построения систем КТВ и необходимы для изучения материала всех последующих глав.

1.1. Развитие телевизионных кабельных систем

Считается, что системы кабельного телевидения появились в начале 1950-х годов в США. Тогда они начали строиться как коммерческая альтернатива телевизионному вещанию по открытому радиоканалу в тех районах, где эфирный прием был затруднен. Постепенно системы кабельного телевидения продвигались и в те районы, в которых не было проблем с эфирным приемом, конкурируя с общедоступными и бесплатными эфирными системами. Разумеется, для этого оператору кабельной системы приходилось заинтересовывать абонентов, предлагая им расширенный и улучшенный сервис. Благодаря этому со временем кабельные системы заняли свое прочное место в средних и крупных городах. И хотя главным направлением в телевизионном вещании долгое время оставалось эфирное ТВ, спрос на кабельные системы не ослабевал и они продолжали развиваться.

Немного истории и статистики. Традиционно США считались лидером в мировой индустрии кабельного телевидения. Для примера можно привести тот факт, что уже к 1973 году в США насчитывалось более 2000 систем кабельного телевидения, обслуживающих в совокупности более 2,5 миллионов абонентов. К концу 1999 года кабельным телевидением в США было охвачено около 65 % частных домов и квартир. В Европе популярность сетей КТВ не была так велика, и это соотношение сохраняется до сих пор. В среднем охват частного сектора в Европе составляет около 30 %. Однако, в некоторых европейских странах кабельные системы распространены очень широко. Например, в странах Бенилюкса охват кабельным телевидением достигает 90%. В России системы кабельного телевидения также развивались, хотя и гораздо менее быстрыми темпами. Только в 1979 году в Советском Союзе впервые был принят ряд законодательных решений относительно создания кабельных систем коллективного приема. Впоследствии, к 1989 году в Москве было построено несколько десятков систем кабельного телевидения разного масштаба с общим числом абонентов около 80 тысяч.

Первые отечественные кабельные системы представляли собой распределительную структуру с коллективной антенной, установленной на высокой мачте или крыше здания. Принимаемый этой антенной эфирный сигнал разводился с помощью коаксиальных кабельных ответвлений ограниченному числу потребителей. Системы этого типа, обычно называемые “антенна на подъезд”, были пассивными, т.е. без усиления сигнала, поступающего от антенны, и позволяли лишь несколько улучшить качество приема за счет усложнения конструкции общей антенны. Они работали в узкой полосе диапазона МВ (менее 200 МГц) без преобразования (конвертирования) частот телеканалов, т.е. частоты передаваемых каналов в них совпадали с частотами эфирного вещания. Число передаваемых телеканалов было мало, но, главное, эти системы могли обслуживать лишь очень небольшое количество абонентов (не более 15). Характеристики разветвителей и кабелей были далеки до совершенства. Даже при высоком уровне принимаемого сигнала эти системы коллективного приема имели хорошие качественные показатели только при небольшой протяженности системы. Затем появились кабельные системы второго типа, названные системами коллективного приема телепрограмм (СКПТ). Специально для них были разработаны различные активные компоненты, широкополосные усилители, канальные или диапазонные фильтры. Эти системы имели более сложную и разветвленную распределительную структуру и уже могли обслуживать несколько сотен абонентов. Однако, эти системы тоже были узкополосными, работающими в диапазоне МВ без конвертирования частот телеканалов. Зачастую это значительно ухудшало качество приема.

В 1980-х годах начали создаваться так называемые крупные системы коллективного приема телепрограмм (КСКПТ), объединяющие несколько СКПТ в масштабе целого района или даже небольшого города. Количество абонентов в такой системе могло достигать нескольких тысяч. Системы КСКПТ имели, по крайней мере, две существенных отличительных особенности. Прежде всего, как особый элемент системы был выделен комплекс головного передающего оборудования – головная станция. Во-вторых, все каналы в этой системе стали передаваться с конвертированием частот, что сильно снизило влияние эфирных передатчиков на качество изображения у абонентов кабельной сети. Соответственно, в КСКПТ стали различать каналы приема и каналы распределения.

1.1. Развитие телевизионных кабельных систем

Системы КСКПТ перестали быть только ретрансляционными, поскольку в них появилась возможность подачи собственных сигналов со студийных видеомагнитофонов и телекамер. Недостатком этих систем по-прежнему оставалась их узкополосность. Разработанные для кабельных сетей советские стандарты ГОСТ 11216-83 и ГОСТ 28324-89 регламентировали использование для передачи сигналов телевидения полосы частот шириной около 300 МГц, что сильно осложняло попытки увеличения количества передаваемых каналов, поскольку возможность размещения каналов в диапазоне МВ была практически исчерпана к концу 1980-х годов.

В конце 1980-х – начале 1990-х путь развития кабельной отрасли в России был определен особенностями национальной экономики. На фоне повышенного спроса населения на видео продукцию произошел всплеск активности кабельщиков. Кабельные сети тогда стали возникать спонтанно как отдельные малые сети масштаба отдельного многоэтажного дома или микрорайона. Владельцами этих разрозненных сетей разного масштаба, разного канального наполнения и качества передачи были небольшие компании или просто частные лица. Зачастую сотрудники этих компаний не были специалистами в области телевизионного вещания, а приходили из смежных технических специальностей. В то же время появилось множество новых бесплатных эфирных каналов, государство стало заниматься правовым регулированием кабельных операторов и традиционный бизнес большинства кабельщиков приносил все меньше доходов. Поэтому операторы КТВ начали переориентировать и укрупнять свои сети, вводить в них спутниковые каналы. Появилась концепция крупных систем кабельного телевидения, рассчитанных на подключение десятков тысяч абонентов, способных передавать сигналы десятков телеканалов и, возможно, других служб, что явилось следующим этапом развития телевизионных кабельных систем.

Сегодняшний виток эволюции систем КТВ связан уже с международными проектами и новыми концепциями в этой области. К концу 1990-х годов в связи с изменениями в экономике крупные отечественные и западные компании стали делать инвестиции в российскую кабельную индустрию. Выросло множество крупных кабельных компаний во многих городах страны. Этот этап был отмечен приходом профессионалов в кабельный бизнес, причем, как в технической, так и в экономической области. Бурное развитие информационных технологий потребовало значительного пересмотра концепции построения кабельных систем передачи, назрела необходимость создания принципиально других систем. Основными отличиями систем КТВ нового поколения является их широкополосность, многофункциональность и интерактивность. Исследовательские работы по этим направлениям велись во всем мире. В результате были разработаны такие стандарты как EN 50083, DOCSIS, DVB/DAVIC. Был принят и новый российский стандарт ГОСТ Р52023-2003. Интеграция различных служб в сети КТВ обеспечивает ее многофункциональность. В новых системах КТВ телевизионный сигнал становится лишь одним из видов информации, помимо него система широко используется для передачи сигналов других информационных служб. В принятых документах был официально утвержден переход от узкополосных кабельных систем к широкополосным с полосой передачи 5–860 МГц (по ГОСТ Р52023-2003 с полосой 5–1000 МГц). В перспективе ожидается дальнейшее увеличение верхней частоты. На основе принятых стандартов был создан широкий спектр оборудования нового поколения для построения совре-

менных систем КТВ. Параллельно совершенствовались и методики построения сетей КТВ, подходы к их проектированию, принципы их адаптации к техническим условиям конкретного проекта.

Говоря о стратегии развития сетей кабельного телевидения в России, нужно отметить явное оживление в этой отрасли за последние пять лет. Правда, аналитики, члены российской ассоциации кабельного телевидения (АКТР), насчитывающей более 80 членов, признают, что “к сожалению, отечественные достижения в области техники КТВ – в большой степени результат деятельности энтузиастов”. Моральное старение существующих сетей в сочетании с отсталостью отечественного производства в сфере высоких технологий определяют нынешнюю ситуацию. “Немногочисленные существующие предприятия не могут удовлетворить все потребности рынка, а для роста производства нужны серьезные инвестиции, привлечение которых прямо зависит от государственной политики в области КТВ”. В то же время многие эксперты считают, что в ближайшее время можно ожидать настоящего бума в развитии широкополосных мультисервисных кабельных сетей. Причиной этого является присоединение России к хартии глобального информационного сообщества и связанные с этим международные проекты. Вступив в эту организацию, Россия тем самым взяла обязательство построить весьма большую часть Глобальной Информационной Инфраструктуры (ГИИ), в основе проекта которой лежит создание широкополосных интегральных сетей в крупных городах. Применяемые при этом технологии настолько дорогостоящи, что требуют огромных инвестиций, а это означает обеспеченное будущее для всей кабельной отрасли. Россия принимает участие в европейском проекте IBCoBN (Integrated Broadband Communications on Broadcast Networks), входящем в программу ACTS (Advanced Communication Technologies and Services) Европейской Комиссии (ЕС). На экспериментальных сетях испытывается новейшее оборудование, создаются программные комплексы и математические модели технико-экономического анализа интерактивных сетей КТВ (OPTIMUM, TERRA). Материалы по этому проекту можно найти в журнале “Телемультимедиа” №2(6) 2001г и на сайте журнала “Телеспутник”.

На крупнейших в стране предприятиях КТВ “Санкт-Петербургское кабельное телевидение” и “Комкор” (Москва) в 2001 году организованы экспериментальные участки для исследования возможностей предоставления всего комплекса услуг в сетях КТВ во взаимодействии с различными наземными и спутниковыми средствами телевизионного вещания. Эти сети реализуют и эксплуатируют самые современные технологии передачи. Например, гибридная мультисервисная сеть КТВ Комкор создана на основе волоконно-оптической транспортной системы и двунаправленной гибридной волоконно-коаксиальной распределительной сети общей емкостью более 100 тысяч квартир. Транспортный уровень построен на цифровых и аналоговых волоконно-оптических линиях связи. К узлам распределительной сети подходит высокопроизводительная транспортная АТМ сеть, которая позволяет предоставлять услуги высокоскоростного доступа в Интернет, передачи данных с помощью технологии кабельных модемов. В распределительной сети проложены 11 кольцевых оптических магистралей, содержащих в общем 198 оптических приемопередатчиков, к которым подключены коаксиальные сегменты. Каждый приемопередатчик обслуживает около пятисот квартир, т.е. приблизительно по одному волокну обслуживается один дом. Такие крупные и технологически развитые сети как Санкт-Петербургское КТВ

1.1. Развитие телевизионных кабельных систем

и Комкор делают ставку на российского производителя, что позволило уже создать более десяти тысяч рабочих мест.

О развитии сетей КТВ в крупных городах свидетельствуют данные статистики. По данным Управления Госсвязьнадзора по Петербургу на 2000 год было выдано 23 лицензии на предоставление услуг КТВ в городе и еще 23 – в Ленобласти. По данным маркетингового исследования “Создание опытной зоны цифрового аудио и телевидения”, которое проводило ЗАО “Северо-Западная Медиа группа” в мае 2000 года, годовой объем рынка услуг сетей КТВ в Петербурге составлял около 7 миллионов долл. В 2002 году на петербургском рынке утвердилось множество операторов, работающие как в масштабах районов, так и всего города. Среди них Теликс, Катрина, ПАКТ, Каравелла, Аврора и крупнейший оператор – ОАО ТКТ, который получил во владение главную городскую сеть КТВ (сеть вещала почти на 1,3 млн. квартир, в том числе услугами кабельного телевидения пользовались около 450 тыс. квартир). В течение ближайших 5 лет ТКТ планирует сделать сеть современной и интерактивной, покрыв ею весь Петербург, и инвестировать в ее развитие 40 – 50 млн. долл. На базе построенных оптоволоконных колец подключается около 8 тыс. квартир в месяц, параллельно проводится модернизация существующей сети. По оценкам руководства компании модернизация сети стоит около 20 долл. на абонента. В проекте планируется использовать головные станции отечественного производства СГ-900 емкостью на 50 – 80 тыс. квартир, стоимость которых составляет около 3500 долл. Практически все кабельные операторы работают в сотрудничестве с крупными Интернет-провайдерами. В настоящее время в Петербурге действует около 50 сетей КТВ. Помимо ТКТ другие сети КТВ в Петербурге в общей сложности обслуживают по разным оценкам от 70 до 90 тыс. квартир. Средний размер месячной абонентской платы составляет 60 руб.

Согласно данным органов Государственного надзора за связью и информатизацией, которые были опубликованы в журнале “Электросвязь” № 9 2002 и на сайте АКТР, к 2002 году в РФ было выдано около 700 лицензий на трансляцию ТВ программ по сети КТВ, построены современные кабельные сети общей емкостью более 20 миллионов абонентов, к которым подключилось около 12 миллионов абонентов. Примерно 250 тысяч абонентов были подключены к мультисервисным интерактивным сетям и могут пользоваться дополнительными услугами. Число абонентов кабельного Интернета составляло 13 тысяч, а сейчас их около 20 тысяч при том, что средняя абонентская плата за доступ в Интернет непомерно высока – около 30 долл. По данным Лардо-Телеком, в 2003 году на IV семинаре кабельных операторов Урала и Западной Сибири проводился опрос среди 42 операторов КТВ из Свердловской, Челябинской, Тюменской, Пермской, Новосибирской, Кемеровской и Оренбургской областей. В результате опроса было выяснено, что число абонентов средней сети составляет 17 тысяч, стоимость подключения – от 600 до 1500 рублей. Российская абонентская аудитория очень неоднородна. Большая ее часть (50...60 %) – это абоненты систем коллективного приема телепрограмм, получающие стандартный набор из 5...6 эфирных телеканалов (ОРТ, РТР, ТВЦ, НТВ, “Культура” и, возможно, региональный или муниципальный канал). Примерно 30...40% составляют абоненты более или менее модернизированных крупных и средних систем коллективного приема, принимающие 15...20 каналов, в число которых входят в основном эфирные и спутниковые российские каналы, но иногда и зарубежные спутниковые каналы. По-настоящему современных интерактивных

сетей КТВ сейчас в России не более 10%. Рост прибыли российских кабельных компаний пока отстает от европейских. По данным того же АКТР все вместе взятые операторы КТВ получают доход порядка 10 миллионов долл. в месяц, т.е. 120 миллионов в год, тогда как, например, в Польше доход составляет около 900 миллионов. Перспективы дальнейшего роста прямо связаны с введением новых интерактивных услуг и переходом на цифровую передачу. Это расширит возможности операторов и клиентов сети и, кроме того, упорядочит финансовые взаимоотношения между ними.

Следующим этапом станет переход на цифровое телевизионное вещание. Первые эксперименты в этом направлении начались в Нижнем Новгороде еще в 2000 году. В Санкт-Петербурге с 2001 года осуществляется опытная эксплуатация цифрового канала. Выгода должна быть налицо в первую очередь для государственных органов. Частотный ресурс ограничен, а если, например, 15 телеканалов Останкино передавать в цифровом виде по четырем каналам, то освобожденные частоты можно будет предоставить на конкурсной основе новым телеканалам или другим технологиям. Переход на цифровые технологии означает также значительную экономию электроэнергии (почти в 10 раз), что для такой огромной страны как Россия весьма существенно. Срок перехода к полномасштабному цифровому вещанию зависит от темпов работ по созданию экономичного оборудования, как для абонента, так и для оператора сети. Необходим недорогой кодер (платить сегодня 40 тысяч долл. за кодер может далеко не каждая вещательная компания), а также гибридный телевизор, способный работать и с аналоговым, и с цифровым сигналом (разработки ведутся в МНИТИ). Что касается цифровых телевизоров, то возможно лет через пять стоимость этих изделий окажется вполне приемлемой для среднего покупателя.

Прогресс в индустрии систем КТВ за последнее десятилетие стал возможен благодаря развитию технологий передачи и обработки сигнала. Прежде всего, это касается перехода на волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Потенциальные возможности ВОЛС в смысле расширения полосы передачи более чем на порядок превосходят коаксиальные системы даже при использовании модулированного излучения всего на одной длине волны. Если же использовать спектральное уплотнение, емкость системы передачи возрастает еще на порядок. Другим ценным преимуществом ВОЛС является независимость двух световых сигналов, распространяющихся в одном волокне навстречу друг другу на одной длине волны или в одном направлении на разных длинах волн. Перекрестных влияний и искажений сигналов при этом не происходит. Это позволяет создать двунаправленную систему с передачей множества сигналов абоненту на основе всего одного волокна на одной длине волны без устройств смешивания сигналов.

Волоконно-оптические линии связи совершенно нечувствительны и к внешним электромагнитным помехам, поскольку они работают в другой области электромагнитного спектра. Кроме того, затухание светового сигнала в ВОЛС очень мало, поэтому на базе ВОЛС можно построить чисто пассивную систему без электрооптических преобразователей и усилителей в линии передачи. Для создания распределительной структуры можно использовать пассивные оптические ответвители, позволяющие ответвлять определенную долю оптической мощности или вставлять оптический сигнал в общий поток. За счет названных достоинств ВОЛС несоизмеримо повышается качество передачи и надежность системы в целом.

1.1. Развитие телевизионных кабельных систем

Важнейшим шагом в развитии телевизионных кабельных сетей явилось их оснащение обратным направлением передачи от абонента на головную станцию или так называемым обратным каналом. Первоначально обратное направление использовалось и в некоторых системах КСКПТ для передачи внутрисистемных сигналов в целях усовершенствования системы управления сетью. Но позже оказалось, что технология обратного канала как нельзя более подходит для создания интерактивной среды, в которой каждый абонент мог бы передавать свою информацию оператору сети, например, сообщая ему о своем желании подписаться на тот или иной канал или делая электронные платежи или заказывая те программы, которые ему интересны.

Переход на цифровые технологии в кабельных сетях является закономерным этапом их эволюции и предоставляет еще большие возможности. Эти технологии получают все более широкое применение благодаря разработке новых быстродействующих процессоров цифровой обработки сигнала. Внедрение в системы КТВ компьютерных технологий, автоматизация системы учета и ведения личных счетов абонентов (биллинга) и системы управления сетью КТВ поднимает кабельную индустрию на качественно новый уровень. Он связан с превращением сетей КТВ из чисто телевизионных в интегральные системы с предоставлением абоненту телевизионных программ, доступа в компьютерные сети, цифровой телефонии, электронной почты, видео по запросу и многих других услуг.

1.2. Определение и классификация кабельных систем

Понятие “кабельное телевидение” (КТВ) является довольно общим и часто не совсем корректно используется для обозначения любых способов организации телевизионной передачи по кабелю. Правильнее было бы сказать, что системы КТВ явились логическим продолжением развития систем коллективного приема телепрограмм (СКПТ) или, как их принято определять в зарубежной литературе, Community Antenna Television service (CATV). Эти понятия часто используются как синонимы, поэтому для простоты будем пользоваться этим уже привычным термином.

В настоящее время классификация систем кабельного телевидения с использованием терминов СКПТ и КСКПТ устарела. Согласно действующему ГОСТ Р52023-2003 любую систему кабельного телевидения следует называть СКТ, а для различия систем по масштабу введены классы. Далее в книге будут встречаться обе аббревиатуры (система КТВ и СКТ) – означают они одно и то же. Различают 4 класса систем кабельного телевидения в зависимости от масштаба кабельной распределительной сети. Местной сети соответствует система класса СКТ-1, районной сети соответствует система класса СКТ-2, городской сети соответствует система класса СКТ-3, региональной сети соответствует система класса СКТ-4. В табл. 1.1 приведена классификация систем кабельного телевидения по масштабу и выполняемым функциям. Если проводить параллель со старой классификацией, то СКТ-1 приблизительно соответствует СКПТ, СКТ-2 – КСКПТ, СКТ-3 – СКТ, а СКТ-4 – КСКТ (крупной СКТ). Чтобы оценить масштабы систем разных классов, можно примерно оценить количество абонентов каждой из них: для СКТ-1 – менее 1000, для СКТ-2 – менее 50000, для СКТ-3 – менее 100000, для СКТ-4 – более 100000. Заметим, что эта классификация условна, а состав оборудования может меняться в зависимости от условий эксплуатации.

Глава 1. Принципы построения систем кабельного телевидения

Система кабельного телевидения (СКТ) представляет собой совокупность технических средств, предназначенных для формирования, обработки и передачи телевизионных сигналов в закрытой среде, их распределения с помощью распределительных кабельных структур и приема с помощью индивидуальных абонентских устройств. СКТ обеспечивает различные услуги связи (телевидение, радиовещание, другие сообщения). Возможность вещания по кабелю является очень привлекательной, по крайней мере, с двух точек зрения.

Таблица 1.1

Классификация систем КТВ согласно ГОСТ Р52023-2003

Класс	Область применения	Виды сигналов на входе КРС	Состав оборудования КРС	Условия работы
СКТ-1	Одно или несколько близстоящих зданий	Радиосигналы наземного телевидения и радиовещания; сигналы спутникового телевидения и радиовещания; радиосигналы системы MMDS; радиосигналы кабельных модемов.	Местная КРС (локальная) в составе: – местная ГС; – одна или несколько домовых сетей.	Однонаправленная или двунаправленная передача радиосигналов
СКТ-2	Район	Радиосигналы наземного телевидения и радиовещания; сигналы спутникового телевидения и радиовещания; радиосигналы системы MMDS; радиосигналы кабельных модемов; сигналы местных студий	Районная КРС в составе: – местная ГС; – гибридная или коаксиальная магистральная сеть; – домовые сети	Двунаправленная передача радиосигналов. Предоставляемые услуги определяются оборудованием системы
СКТ-3	Город (округ города)	Оптические сигналы волоконно-оптической транспортной сети; радиосигналы наземного телевидения и радиовещания; сигналы спутникового телевидения и радиовещания; радиосигналы системы MMDS; радиосигналы кабельных модемов; сигналы местных студий	Городская КРС в составе: – узловая ГС; – гибридная магистральная сеть; – домовые сети	Двунаправленная передача радиосигналов. Предоставляемые услуги определяются оборудованием системы

1.2. Определение и классификация кабельных систем

Класс	Область применения	Виды сигналов на входе КРС	Состав оборудования КРС	Условия работы
СКТ-4	Регион (город)	Сигналы городских (центральных) студий; оптические сигналы волоконно-оптических соединительных линий; радиосигналы наземного телевидения и радиовещания; сигналы спутникового телевидения и радиовещания; радиосигналы системы MMDS; радиосигналы кабельных модемов	Региональная КРС в составе: – центральная ГС; – волоконно-оптическая транспортная сеть; – узловые ГС; – гибридные магистральные сети; – домовые сети	Передача радиосигналов по транспортной сети на узловые головные станции системы СКТ-3 и на оптические узлы систем. Предоставление широкого набора услуг
Примечание: Классификация систем кабельного телевидения условна, состав оборудования может быть изменен в процессе эксплуатации.				

Во-первых, особенностями эфирной передачи сигнала в крупных городах с плотной застройкой является появление эффекта стоячих волн между стенами зданий вследствие интерференции прямых и отраженных волн, а также образование зон радиотени или “колодцев” за высотными зданиями. В результате появляются зоны неуверенного эфирного приема или приема с искажениями в виде размытых контуров и повторных изображений, сдвинутых друг относительно друга по горизонтали.

Системы КТВ лишены этого недостатка. Во-вторых, кабель, являющийся закрытой средой передачи, более подходит для создания частных систем коммерческой эксплуатации или систем передачи информации ограниченному кругу потребителей, имеющих права доступа. Следовательно, системы КТВ в сравнении с эфирными системами имеют два очевидных преимущества – надежность и безопасность передачи.

Ниже дано несколько более точных определений в соответствии с новым ГОСТ тех понятий, которые уже были введены выше. Затем они будут рассмотрены более подробно.

Кабельная распределительная сеть (КРС) или просто распределительная сеть – совокупность технических средств и устройств, обеспечивающих передачу радиосигналов в системе кабельного телевидения. Входом распределительной сети является вход головной станции, а выходом – выход абонентской розетки. Основными элементами КРС являются головная станция и линейный тракт.

Линейный тракт (линейная сеть) – звено кабельной распределительной сети между выходом головной станции и абонентской розеткой. Линейный тракт может включать систему транспортных линий передачи (транспортную сеть), магистральную часть (магистральные распределительные сети), домовую часть (домовые распределительные сети) и абонентские сети.

Транспортная сеть – совокупность технических средств, устройств и кабельных линий линейной сети между выходом центральной головной станции и входами узловых головных станций.

Магистральная сеть – совокупность технических средств, устройств и кабельных линий линейной сети между выходом узловой головной станции (местной головной станции) и домовыми вводами.

Домовая сеть – совокупность технических средств, устройств и кабельных линий линейной сети между домовым вводом и выходом абонентской розетки.

Абонентская сеть – совокупность технических средств, устройств и кабельных линий, обслуживающих одного абонента в пределах занимаемой им площади жилого или общественного здания.

Головная станция распределительной сети – совокупность технических средств, обеспечивающих прием, преобразование, усиление, формирование, сложение радиосигналов телевизионного вещания, а также других сигналов электросвязи.

Центральная головная станция – головная станция региональной кабельной распределительной сети, включенная между выходами источников сигналов и входом волоконно-оптической транспортной сети.

Узловая головная станция – головная станция городской кабельной распределительной сети, включенная между выходом транспортной сети (выходами источников сигналов) и входом волоконно-оптической или коаксиальной магистральной сети.

Местная головная станция – головная станция местной (районной) кабельной распределительной сети, включенная между фидерами снижения приемных антенн (выходами источников сигналов) и входом магистральной (домовой) сети.

Оптический узел – совокупность технических средств и устройств, обеспечивающих сопряжение волоконно-оптического и коаксиального участков линейной сети.

Домовой ввод (вход домовой сети) – узел подключения домовой сети к магистральной сети или к местной головной станции. В некоторых случаях эта сервисная точка непосредственно является выходом местной головной станции (СКТ-1).

Магистральное ответвление – элемент магистральной сети между отводом магистрального ответвителя и домовым вводом. Выходом магистрального ответвления является, как правило, домовый ввод.

Абонентская линия (абонентское ответвление) – элемент домовой сети между отводом абонентского ответвителя (выходом абонентского распределителя) и входом абонентской сети (абонентской розетки).

Абонентская розетка – элемент домовой сети, обеспечивающий подключение терминального абонентского оборудования к абонентской сети или абонентской линии.

Кабельный модем – элемент системы кабельного телевидения, обеспечивающий цифровую модуляцию и демодуляцию радиосигнала.

Однонаправленная передача – распределение радиосигналов телевидения и других радиосигналов в кабельной распределительной сети в прямом направлении, т.е. от головной станции к абонентским устройствам.

Двунаправленная передача – распределение радиосигналов телевидения в кабельной распределительной сети в прямом направлении и одновременная

1.2. Определение и классификация кабельных систем

независимая передача других радиосигналов в прямом и обратном направлениях, т.е. от головной станции к абонентским устройствам и от абонентских устройств к головной станции.

Канал приема – радиоканал, в котором осуществляется прием радиосигнала программ телевизионного вещания на головной станции.

Канал распределения – радиоканал, в котором осуществляется односторонняя передача радиосигнала в распределительной сети после конвертирования. Преобразование по частоте радиосигнала основного канала приема в радиосигнал канала распределения обеспечивает канальный конвертор на головной станции.

Пилотное регулирование – способ автоматической стабилизации коэффициента передачи и наклона амплитудно-частотной характеристики в кабельной распределительной сети путем передачи специальных “пилот-сигналов” управления.

Система кабельного телевидения, таким образом, состоит из источника сигнала (головной станции), линейной сети и приемного абонентского оборудования. Главная задача системы КТВ заключается в доставке и распределении сигнала множества телевизионных каналов, поступающих от центральной головной станции по транспортной или(и) магистральной сети, путем подведения кабеля (в основном коаксиального) к абонентским телевизионным розеткам, т.е. непосредственно в дом абонента. Сейчас уже очевидно, что система КТВ, кроме этого, должна выполнять и другие задачи по обслуживанию абонентов. Поэтому вместо того, чтобы говорить о доставке телевизионных сигналов, скажем более широко – сеть КТВ должна предоставлять абонентам информационные услуги. Пространство, охваченное распределительными структурами сети КТВ, называется областью обслуживания. Размер области обслуживания и структура системы внутри области различаются и зависят от конкретных технических и географических условий.

По размеру области обслуживания системы КТВ весьма условно можно разделить на системы небольшого масштаба (небольшой город, поселок, район, что соответствует СКТ-1 и СКТ-2) и крупные системы (большой город или регион, что соответствует СКТ-3 и СКТ-4). Существенно, что при их проектировании используются разные подходы. Основным конечным обслуживаемым прибором в системе КТВ является телевизионный приемник. Модели телевизионных приемников могут значительно различаться по своим техническим характеристикам, поэтому система КТВ должна обеспечить качественный прием телепрограмм любым телевизором.

Распределение радиосигналов в прямом направлении и передача радиосигналов в обратном направлении осуществляется по гибридным или коаксиальным кабельным линиям. Под гибридными линиями понимается сочетание волоконно-оптических линий с коаксиальным кабелем. Источниками сигналов для самой головной станции системы КТВ могут быть спутники телевизионного вещания, вещательные центры эфирного телевидения, собственные источники телесигнала на головной станции (видеомагнитофоны, телекамеры) и другие кабельные или эфирные сети связи. Для СКТ-1 предусматривается передача телевизионных и других радиосигналов электросвязи в прямом или обратном направлении, а для СКТ классов 2,3 и 4 – только двунаправленная передача.

Сформулируем и коротко поясним основные требования к современной системе КТВ. Система КТВ должна удовлетворять следующим требованиям: