

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ УЛИЧНЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

В настоящей статье мы хотим поднять вопрос, мало обсуждаемый в открытой печати. А именно: особенности проектирования и прокладки кабельных трасс для уличного видеонаблюдения. Не претендуя на создание полноценного учебного пособия по данному вопросу, обсудим основные принципы выбора оборудования, материалов и правила их монтажа. Стоит отметить, что при любом строительстве срок службы кабельной инфраструктуры, относящейся к жизнеобеспечению объекта, включая и безопасность, должен быть соизмерим со сроком службы самого объекта. Кроме того, нужно учесть, что кабельные трассы являются необслуживаемым объектом. Следовательно, вопросы прокладки и эксплуатации кабельных сетей объекта не менее важны, чем правильный выбор оборудования и проектирование системы.

Начнем с основных видов кабельной продукции, используемых для создания сетей систем уличного видеонаблюдения. На настоящий момент этот список состоит из коаксиального кабеля, витой пары, оптоволокна.

Коаксиальный кабель в технической документации рекомендуется применять при длине трасс не более 500 м. Но это в идеале. Природа коаксиального кабеля такова, что при достаточно большой длине у него появляется эффект антенны, что для условий города или довольно крупного населенного пункта означает несанкционированную передачу по нему не только, а зачастую и не столько, видеосигнала, но и вплоть до передач радиостанции «Маяк». Поэтому при достаточной загрузке эфира применение коаксиального кабеля для систем уличного видеонаблюдения возможно на трассах до 200 м, а если говорить о передаче гарантированно устойчивого видеосигнала, то не более 100 м. Наибольшую помехозащищенность дает использование отечественного кабеля РК 75-4-37 в медной оплетке. В импортном кабеле часто встречается оплетка из алюминиевой фольги, что совершенно неприемлемо по уровню создаваемых помех. Медь – это материал, создающий максимальную помехоустойчивость для передачи сигнала в охранном телевидении, т.е. для сигнала низких частот.

Область применения аппаратуры передачи видеосигнала по витой паре лежит в пределах 2000 м. Встречаются изделия, обеспечивающие и большую длину трассы, но их практическое применение достаточно ограничено.

Это связано с тем, что затухание в кабеле даже при очень хорошей АЧХ для витой пары при длине свыше 2000 м настолько большое, что «вытащить» их в принципе можно, но невыгодно – передавать по оптоволокну будет просто дешевле.

Принципиальное понижение цены на оборудование и кабельную продукцию для передачи видеосигнала по волоконно-оптической среде, наметившееся в последние годы на рынке, позволяет считать выбор данных видов сетей наиболее оптимальным и с точки зрения практической реализации, и с точки зрения финансовой для создания протяженных трасс более 2 км. Тем более, оптоволоконный кабель обеспечивает требования по максимальному сроку эксплуатации.

Существует два вида оптоволоконного кабеля: многомодовый и одномодовый. Многомодовый применяется для построения трасс менее 5000 м, одномодовый – большей протяженности. В случае необходимости использования многомодового кабеля для трасс более 5000 м вопрос решается установкой дополнительных ретрансляторов и повторителей, но это, конечно же, удорожит проект. Некоторые производители готовы продемонстрировать положительные примеры использования многомодового кабеля и на трассах до 7000 м.

Что касается топологии сетей, построенных на базе оптоволоконного кабеля, то их две – «звезда» и «шина». Применяемая с недавнего времени технология CWDM для топологии «шина» позволяет значительно уменьшить стоимость проекта на трассах более 10 км. Не углубляясь в технические подробности, отметим, что CWDM разрешает строить сложную, разветвленную сеть на базе одной жилы оптоволоконного кабеля, что значительно уменьшает расходы на кабельную продукцию. Однако в этом случае возрастает количество устанавливаемых модулей, но при трассах от 10 км эти расходы полностью компенсируются экономией на кабеле.

Следует также отметить, что оптоволоконные кабели по своему строению делятся на два типа: кабель в плотном буфере и кабель в пустотелом буфере. У кабеля в плотном буфере буферное покрытие находится в непосредственном контакте с первичной защитной оболочкой. А следовательно, такой кабель может применяться только для внутренних работ – разная степень деформации защитного буфера и оптоволоконных жил при перепаде температур может привести к возникновению трещин в «стекле» и к значительному увеличению потерь при распространении сигнала. Пустотелый буфер – полимерная трубка, в которой свободно размещаются световоды в первичном защитном покрытии, – и различие в коэффициенте термического расширения у буферного покрытия и волокна не вызывает деформации, приводящей к нарушению целостности световода. Кабель в пустотелом буфере применяется для построения наружных сетей.

Перейдем от общих вопросов непосредственно к теме нашей статьи – особенности проектирования и прокладки кабельных трасс для целей охранного телевидения.

Прежде всего, рассмотрим особенности монтажных работ и то, что необходимо учесть в проекте в зависимости от способа прокладки уличных трасс. Этих способа три – люковое хозяйство, в землю, по воздуху.

Прокладки кабелей в городе оптимально проводить через люки в рамках коммуникаций связистов. Это требует получения специальных разрешений и подтверждения квалификации проектно-монтажной организации, впрочем, как и на практически любые работы в пределах городского хозяйства. Технология данных работ отработана операторами связи и не требует особых затрат. Иногда проще привлечь работников самих операторов, которые не только имеют необходимый опыт, но и специальное (достаточно дорогое) оборудование для «протяжки» и соединения частей кабеля. Это особенно актуально при использовании оптоволоконного кабеля.

При проектировании сетей через люковое хозяйство необходимо учесть главную опасность – гастрономическое пристрастие крыс, которых достаточно в подземном пространстве, ко всем видам кабеля. Избежать таких повреждений можно только использованием бронированной кабельной продукции. И, конечно же, нельзя забывать про организацию заземления брони кабеля в соответствии с требованиями электробезопасности. Для устранения проблемы организации заземления брони кабеля можно использовать оптоволоконный кабель с броней из диэлектрических прутков. Диэлектрические прутки выполняются из стекловолокна, которое не потребляется крысами. Оно немного дороже, но в некоторых

условиях его применение экономически оправдано.

В случае построения сетей на базе витой пары в бронированном корпусе, помимо организации заземления брони, необходимо предусмотреть грозозащиту (защиту от опасных наведений напряжений, в том числе и от грозовых разрядов) каждой пары кабеля, устанавливаемую на обоих концах трассы. Многие производители устанавливают данный вид защиты штатно.

Переходим к следующему способу прокладки кабельных трасс – в землю. Эти работы наиболее близки большинству читателей журнала. Но не боимся повторений и обратим внимание на специфику эксплуатации сетей для целей видеонаблюдения.

По нашему опыту прокладка трасс на глубине от 60 до 100 см вполне достаточна для надежной эксплуатации сетей. Необходимо учесть, что естественные (или искусственные) деформации и колебания в почве могут вызвать деформацию кабеля, а следовательно, и искажение сигнала. Для гарантированной работы системы рекомендовано укладывать сети в бронированном исполнении. О заземлении и грозозащите мы упомянули выше.

Если речь идет о проектировании объекта на территории вечной мерзлоты, то глубина залегания трасс должна быть ниже верхнего уровня вечной мерзлоты. Деформация в верхних слоях почвы такова, что выдавливает даже опоры зданий.

Можно прокладывать кабель в заранее проложенных кабельных каналах в виде стальных труб. Если использовать такой способ, то и кабель, и способ, и аппарата передачи должны допускать «соседство» кабеля для передачи видеосигнала с другими кабелями, в первую очередь, с силовыми. Коаксиальный кабель положить в одну трубу даже с кабелем 220 В – это загубить сигнал. Витая пара позволяет это сделать, но с предварительной оценкой аппаратуры (если сигнал на выходе передатчика слабый, то с 10 кВ класть нельзя. И защита от опасных наведенных напряжений тут не просто актуальна, а обязательна). Физический принцип прохождения сигнала по оптоволоконному кабелю исключает любое влияние от соседства с электросиловыми кабелями. Вместо трубы может быть использована металлическая гофр-труба.

Особо стоит отметить размещение сетей в воде. Оптоволоконный кабель изменяет свой коэффициент преломления (мутнеет) при длительном нахождении в воде. Если речь идет о краткосрочном подтоплении почвы (в пределах нескольких дней), то это не влияет на его свойства. Если же сеть необходимо прокладывать под водой или в заболоченных почвах, то в этом случае рекомендуется использовать специальный водостойкий кабель.

Следующий вид построения кабельных трасс – воздушный. Обратите внима-

ние, что недопустимы нагрузки на растяжение ни на один кабель. Не просто разрыв, а растяжение уже вызовет изменение физических параметров. Если у коаксиального кабеля слегка изменится диаметр центральной жилы, то это сразу вызовет изменение волнового сопротивления, экран растянется и изменятся его экранирующие свойства. Для витой пары это менее актуально, но тоже может вызвать проблемы. Обязательно использование кабеля с несущим тросом. Если использовать штатный кабель с несущим тросом, то в документации будет определено, какова максимальная длина пролета. Если кабель привешивается на трос, он предварительно рассчитывается, исходя из веса кабеля, троса вместе с ним и стрелы прогиба.

Кроме того, при организации линий связи подвешиваемых на опоры линий электропередач, можно использовать специальный грозотрос, совмещенный с оптическим кабелем. В этом случае металлические части оптоволоконного грозотроса заземляются для использования в качестве молниеотвода, а оптоволоконная составляющая грозотроса используется для организации каналов связи. Естественно, все эти работы требуют разрешения в соответствующих инстанциях, но при этом открываются большие возможности и для оборудования целого ряда протяженных объектов с существенной экономической выгодой. К ним относятся системы видеонаблюдения на железнодорожных перегонах, контроль обстановки на автомобильных трассах, передача сигнала между городами и поселками, прокладка трасс над реками по мостам и многие др. Со времен «лампочки Ильича» наша страна далеко продвинулась по плотности на единицу площади несущих конструкций для линий электропередач, и использование их для прокладки сетей передачи данных на базе оптоволоконного кабеля становится массовым.

На этом заканчиваем описание основных видов прокладки кабельных трасс для передачи видеосигнала и переходим к специфике проектирования и работ, связанных с климатическими условиями.

Коаксиальный кабель наименее подвержен изменениям от перепадов температур. Витая пара по паспортным данным выдерживает условия от -60 до $+60^{\circ}$ С. Однако в зависимости от температуры окружающей среды изменяется импеданс витых пар, что приводит к необходимости сезонной подстройки аппаратуры преобразования сигнала. Возможно, производитель, выбранный вами, уже решил данную проблему, но это требует специального уточнения.

В оптоволоконном кабеле при температурах ниже -50° С наблюдается изменение коэффициента преломления световода, так называемое замутнение стекла. После повышения температуры характеристики световода восстанавливаются. Этот момент необходимо учитывать на эта-

пе проектирования системы при расчете оптического бюджета ВОЛС, путем введения резервного запаса величиной в 3 дБ. Этот резерв достаточен и для компенсации изменения коэффициента преломления за счет старения оптоволокна.

Для всех типов кабеля проведение наружных работ по прокладке кабеля оптимально осуществлять при температуре окружающего воздуха не менее -10... -15° С. Это важно и с практической точки зрения – кабель поставляется в бухтах и на морозе увеличивается его жесткость. Распрямление и раскладка сетей на холоде потребуют серьезных трудозатрат. Кроме того, при распрямлении затвердевшего на холоде кабеля возможно нарушение проводящего сигнала материала. Данная рекомендация действительна и для коаксиального кабеля, и для витой пары, и особенно для оптоволокна – ввиду особенностей материала световодов.

Категорически нельзя при прокладке кабеля нарушать рекомендации производителя по допустимому растягивающему усилию кабеля. И опять по причине возможного нарушения целостности или проводящих характеристик собственно передающей части кабеля. Кроме того, при необходимости поворота кабельной трассы нужно соблюдать рекомендуемые радиусы изгиба, и не только для оптоволоконных, но и для медных кабелей.

И последний, очень важный момент, касающийся прокладки трасс, – соединение частей кабеля. На протяженных объектах этой работе отводится значительная часть времени и средств. Количество соединений невозможно принципиально сократить, оно определяется длиной кабеля в бухтах, а бухты должны быть разумного размера, исходя из физических возможностей прокладчиков на ее транспортировку, перенос и размотку.

Первое, что нужно отметить для уличной прокладки любого вида кабеля, места соединения должны быть защищены специальными муфтами. После завершения работ по соединению жил и закрытия муфты она герметизируется с помощью термоусадочной трубки.

Отдельно остановимся на соединении оптоволоконного кабеля, поскольку это требует особой профессиональной подготовки и специального оборудования. При соединении кабеля все световоды (волокна), независимо от того, сколько их задействовано, должны быть соединены. Соединение волокон осуществляется либо путем сварки, либо с применением механических соединителей (сплайсов). Для сварки потребуются специальный сварочный аппарат и специалист, умеющий им пользоваться. Сварку необходимо проводить в теплое время или в помещении (могут быть использованы и транспортные средства), должно быть исключено попадание влаги на открытые жилы. Место сварки каждого волокна защищается при помощи муфты КДЗС. Работы требуются

проводить крайне аккуратно – любые самые незначительные повреждения оптоволоконного кабеля отразятся на качестве видеосигнала.

Современные технологии предлагают монтажным организациям альтернативу классической сварки, значительно упрощающую данный процесс, – механические сплайсы. Они представляют собой готовые соединительные элементы, заполненные гелем, коэффициент преломления которого соответствует коэффициенту преломления световода. Для соединения достаточно аккуратно вставить зачищенные и сколотые при помощи специального инструмента соединяемые волокна в предназначенные для этого отверстия сплайса и закрыть его при помощи прилагаемого ключа. Каждое место соединения вносит дополнительные потери до 0,5 дБ, которые также необходимо учитывать при оценке оптического бюджета ВОЛС.

И еще раз о бронированном кабеле. В местах соединения также необходимо произвести соединения брони обоих кабелей.

Сети передачи видеоизображения состоят не только из кабельных трасс. Система включает в себя и преобразователи, и ретрансляторы, и модули. Все это также устанавливается на улице. При этом рабочая температура оборудования, рекомендуемая производителем, обычно не опускается ниже -10° С. Именно поэтому нельзя обойтись без термощаффов. Кроме климатической защиты, термощафы выполняют функции антивандальной и антикриминальной защиты. Представленные на рынке модификации отечественных термощаффов прекрасно отвечают большому числу вариантов построения сетей. При проектировании системы необходимо заранее предусмотреть место их установки и, исходя из этого, прокладывать трассы. Кроме подвода электропитания, рекомендуется установка охранной сигнализации на вскрытие шкафов. Это особенно важно на необслуживаемых, малопосещаемых местах прокладки трасс, например, железнодорожные перегоны, трубопроводы, автомобильные трассы, ну и, конечно, при установке их в населенных пунктах. Идеально – совместить установку шкафа с камерой видеонаблюдения в одной точке.

В заключение приведем некоторые нормативные документы, применяемые для проектирования и монтажа систем передачи сигнала. Все они относятся к отраслевым документам Минсвязи России.

ГОСТ Р МЭК 793-1-93 «Волокна оптические. Общие технические требования».

ГОСТ Р 52266-2004 «Кабельные изделия. Кабели оптические. Общие технические условия».

РД 153-34.0-48.518-98 «Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше». Правила обязательны для организаций и пред-

приятий любой формы собственности, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией волоконно-оптических линий связи по воздушным линиям электропередачи напряжением 110 кВ и выше.

РД 45.064-99 «Оборудование кабельное оконечное. Общие технические требования к содержащему пассивные электрические и/или оптические компоненты оконечного кабельного оборудования, используемого для концевой заделки, соединений и коммутации кабелей с металлическими жилами и/или оптическими волокнами».

РД 45.047-99 «Линии передачи волоконно-оптические на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС России. Техническая эксплуатация». Настоящий документ предназначен для технического персонала предприятий связи для руководства при проектировании, приемке, вводе в эксплуатацию, техническом обслуживании в процессе эксплуатации и восстановлении работоспособности волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП) плездохронной и синхронной цифровых иерархий при их применении на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС РФ.

РД 45.195-2001 «Применение транспортных технологий связи, использующих в качестве среды передачи оптическое волокно». Определяет перечень технологий передачи, перечень протоколов и интерфейсов, принципы технического взаимодействия операторов различных сетей.

РД 45.190-2001 «Участок кабельный элементарный волоконно-оптической линии передач». Документ регламентирует состав типовой программы приемочных испытаний элементарного кабельного участка магистральных и внутризоновых волоконно-оптических линий передач.

РД 45.155-2000 «Заземление и выравнивание аппаратуры волоконно-оптических линий передач на объектах проводной связи».

РД 45.286-2002 «Аппаратура волоконно-оптической системы передачи со спектральным разделением». Руководящий документ предназначен для предприятий-изготовителей аппаратуры, центров сертификации и эксплуатационных предприятий.

Основным документом по проектированию и монтажу служат рекомендации производителя. А если речь идет о импортной продукции, рекомендуется изучить и зарубежную нормативную базу.

Редакция благодарит за помощь в написании статьи Владимира Капустина, Группу компаний «Магистраль-СКН», и Александра Попова, ООО «Тахион».