

ПЕРЕДАЧА ВИДЕОСИГНАЛА ПО МЕДИ: КАКОЙ КАБЕЛЬ ВЫБРАТЬ?

Киселева Наталья Петровна
ком. директор ООО «ЭЛЕТЭК системс»
Гедзберг Юрий Михелевич
технический консультант

Передача видеосигналов в системах безопасности всегда была непростой задачей — ведь на качество изображения влияет большое количество различных факторов. Не последнюю роль в решении этой задачи играет правильный выбор кабеля, по которому передаются аналоговые видеосигналы.

В последнее время решение этой задачи осложнилось. Если раньше в охранном видеонаблюдении главенствовал композитный видеосигнал CVBS (Color, Video, Blanking and Sync) — стандарт PAL, то сейчас к нему добавились аналоговые видеосигналы высокой четкости. И теперь список выглядит следующим образом:

- CVBS (Color, Video, Blanking and Sync);
- AHD (Analog High Definition);
- HD-TVI (High Definition Transport Video Interface);
- HD-CVI (High Definition Composite Video Interface).
- для передачи видеосигналов используются 2 вида кабелей:
- коаксиальные кабели (традиционное решение);
- кабели витой пары (сравнительно новое решение — благодаря симметрии витых проводников электромагнитные помехи в равной степени наводятся на каждый из них; на приемной стороне полезные сигналы складываются, а помехи оказываются в противофазе и взаимно компенсируются).

Рассмотрим основные вопросы оптимального выбора кабелей для систем видеонаблюдения. А также — как общие, так и отдельные требования к этим кабелям для передачи по ним аналоговых видеосигналов.

КОАКСИАЛ ИЛИ ВИТАЯ ПАРА?

Повышение разрешающей способности создает дополнительные трудности при транспортировке видеосигналов. Вопрос «коаксиал или витая пара?» при выборе среды передачи видеосигнала становится скорее схоластическим. Канонические решения мало кого интересуют — проектировщикам и монтажникам нужны эффективные и доступные решения практических задач.

Действительно, если бы в прошлом веке студент на экзамене сказал, что видеосигнал можно передавать по кабелю витой пары, то он наверняка полу-

чил бы жирную двойку. А между тем, сейчас передача видео по витой паре никого не удивляет, это стало обыденностью. Но!.. Видеосигнал действительно нельзя непосредственно передать по витой паре. Нужны преобразователи несимметричного (относительно «земли») видеосигнала в симметричный (на передающей стороне) и обратно (на приемной стороне).

Заметим, что и для коаксиального кабеля можно получить значительно большее расстояние передачи видеосигнала при использовании видеоусилителя, нежели без него.

В обоих случаях на передающей стороне в аналоговый сигнал вводятся предусаживания, компенсирующие «завал» АЧХ кабеля на верхних частотах. Точность ввода предусаживаний и удобство их регулировки — это одна из характеристик указанных приборов. От качества преобразователей/видеоусилителей зависит допустимая длина передачи сигналов — а это значит, что о возможностях использования того или иного кабеля значительной длины можно говорить только в связке с конкретным типом преобразователя/усилителя.

Что касается непосредственного ответа на вопрос, «что лучше коаксиальный кабель или кабель витой пары?», то здесь выбор определяется скорее субъективными факторами:

- цена (с учетом преобразователей/видеоусилителей);
- удобство монтажа;
- качество экранировки;
- традиционные предпочтения.

Кто-то, например, утверждает, что витая пара обеспечивает намного лучшую степень подавления помех, нежели коаксиальный кабель. Возможно, в некоторых случаях это действительно так. Но не следует забывать о плотности оплетки коаксиала — ведь если взять кабель с дополнительными слоями фольги (а то и с внешним проводником в виде трубки — есть и такие кабели, только готовы деньги), то экранировка будет что надо. Хотя не следует забывать, что

все это относится только к электрической составляющей электромагнитных помех — если рядом с сигнальным кабелем проложен провод, по которому протекают большие токи, то от магнитной составляющей помех сигнальный кабель можно экранировать лишь с помощью стальной трубы.

ПИТАНИЕ

Допустимая длина кабеля ограничивается не только разрешающей способностью передаваемого видеосигнала — например, для работы абсолютного большинства камер необходимо, кроме сигналов, передавать и питающее напряжение. И желательно на всем объекте от одного источника.

Стремление упростить монтаж кабелей к видеокамерам существовало всегда. Так, еще в прошлом веке (до появления PoE) на рынке существовали видеосистемы с передачей питающего напряжения от монитора до видеокамеры по коаксиальному кабелю. Сейчас для решения этой задачи существуют комбинированные кабели, содержащие не только коаксиал или витую пару, но и питающие провода. В некоторых случаях оказывается возможным использовать для питания свободные пары кабелей витой пары.

Но в любом случае, и для передачи видеосигналов, и для передачи питающего напряжения, и для передачи служебных сигналов, следует помнить о погонном сопротивлении проводов, а оно определяется материалом, из которого эти провода изготовлены.

Приведем удельные сопротивления материалов, из которых изготавливают кабели (табл. 1).

Очевидно, что падение напряжения на 2 стальных проводниках оказывается в 18 раз больше по сравнению с медными проводниками того же сечения. Отсюда необходимо сделать выводы: о приемлемости использования проводов из каких-то сплавов и необходимости соответствующего увеличения диаметра провода для достижения той же длины, что и при использовании медных проводов и пр.

Что касается омедненных проводов, то их положительное свойство проявляется лишь на достаточно высоких частотах. На низких частотах будет работать лишь омическое сопротивление, которое можно измерить.

Для непосредственной передачи напряжения питания по проводам комбинированного кабеля следует выбирать такой диаметр проводов, чтобы падение напряжения на них не было чрезмерным: на видеокамеру должно поступать указанное в паспорте питающее напряжение. При расчете падения напряжения на проводах в качестве тока потребления видеокамеры надо брать суммарный ток, то есть учитывать и ток диодов ИК подсветки.

В качестве сопротивления кабеля надо брать удвоенное значение сопротивления одного провода в кабеле. Это значение можно получить экспериментально (с помощью омметра), либо расчетным путем — умножив значение погонного сопротивления (если оно известно) на длину кабеля.

В тех случаях, когда по одной из пар кабеля должно передаваться управляющее напряжение RS-485, длина кабеля не должна превышать 1200 м.

В ЧЕМ ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА КАБЕЛЯ?

Чем больше информации в единицу времени надо передать, тем более широкой должна быть полоса пропускания канала. Применительно к видеонаблюдению, количество информации видеосигнала определяется его разрешающей способностью (верхней частотой в спектре сигнала) и частотой кадров.

Ширина полосы пропускания высокочастотного кабеля (в первую очередь — его верхняя граничная частота) должна быть достаточной для передачи основной части спектра видеосигнала; в противном случае на экране монитора возможно появление искажений изображения:

- «тянучки» (тянущиеся продолжения вправо за ярким элементом);
- «ломка» изображения на вертикальных переходах;
- «мигание» цвета или даже полное его пропадание и т.п.

Следует подчеркнуть, что проблемой является не только само затухание видеосигнала, но и неравномерность этого затухания для различных компонент спектра передаваемого сигнала, иначе говоря, значительное влияние оказывают частотные искажения, вносимые в сигнал кабелем.

Итак, заданная разрешающая способность видеосистемы диктует требо-

КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ

ELETEC SYSTEMS

Для систем видеонаблюдения, охраны и противопожарной автоматики

LAN-КАБЕЛЬ 5,6,7-ой категории от 3,95 руб./метр



КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ 50 Ом: RG-58, RG-213, 5D-FB от 10,85 руб./метр
КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ 75 Ом: PK-75, RG-6U, RG-59, SAT-703 от 3,50 руб./метр



КАБЕЛЬ ДЛЯ ОПС КСПВ, ЕС, КСВВ, КСВЭВ от 2,5 руб./метр



ОГНЕСТОЙКИЙ КАБЕЛЬ КПС-нг (A) FRLS от 6,50 руб./метр



ВАШ НАДЕЖНЫЙ ПОСТАВЩИК с 2002 года

Компания ООО «ЭЛЕТЭК системс»
 8 (812) 740-75-10, 8 (800) 100-75-04

www.eletecsystems.ru

МАТЕРИАЛ	УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, Ом × мм ² / м
медь	0,017
алюминий	0,028
сталь	0,15

Таблица 1. Удельные сопротивления материалов кабелей

СТАНДАРТ	РАССТОЯНИЕ, м			
	720p	1080p	4Mp	8Mp
AHD	1500	1500	800	-
HD-TVI	1000	1000	400	-
HD-CVI	800	800	800	400
CVBS	1500			

Таблица 2. Предельные длины кабелей с использованием усилителей

вания к ширине полосы пропускания кабеля. Поэтому рост разрешающей способности систем видеонаблюдения влечет за собой и рост требований к высокочастотности используемых кабелей:

- для CVBS с разрешением 720x576 кабель должен обеспечивать передачу видеосигнала в полосе частот от 0 Гц до 6 МГц (реально до 15 МГц);
- для передачи видеосигналов высокой четкости с разрешением 5 Мп верхняя граничная частота должна быть порядка 60 МГц;
- для разрешения 8 Мп она возрастает до 100 МГц.

С другой стороны, существуют физические ограничения на предельное значение длины кабеля определенного типа при передаче аналогового сигнала того или иного стандарта, с требуемым разрешением и с требуемой частотой кадров. Иначе говоря, при проектировании видеосистемы на протяженном объекте следует помнить, что, к примеру, длина отрезка кабеля от видеокамеры до видеорегистратора (до монитора и т.д.) не должна превышать предельно допустимого значения.

Особенностью современных стандартов видеонаблюдения является также и то, что одновременно с передачей аналоговых видеосигналов они допускают передачу звука, служебных сигналов (например, управления поворотной видеокамерой), сигналов тревоги; комбинированные кабели обеспечивают еще и передачу напряжения питания для видеокамер. Для каждой из перечисленных функций существует своя максимально допустимая длина кабеля.

Задача проектировщика состоит в том, чтобы найти такие технические решения, которые позволяют обойти каждое из указанных выше физических ограничений по длине кабеля.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

Медные коаксиальные кабели (типа RG59, RG6, SAT703) без применения усилителей позволяют передавать аналоговые видеосигналы приблизительно на следующие расстояния:

- AHD — 500 м;
- HD-TVI — 350 м;
- HD-CVI — 500 м;
- CVBS — 400 м.

Если этих расстояний оказывается недостаточно, то можно использовать видеоусилители. Однако следует помнить, что усиление видеосигнала, особенно чрезмерное, может вносить в передаваемый сигнал фазовые искажения.

Использование различного типа видеоусилителей позволяет существенно увеличить предельные длины кабелей. Приведенные в таблице 2 значения соответствуют использованию коаксиальных кабелей, у которых центральный проводник и оплетка целиком выполнены из меди (для уменьшения потерь центральный провод может быть луженым или посеребренным).

МЕДЬ ИЛИ НЕ МЕДЬ?

Органолептическим признаком центрального проводника, выполненного из меди, является его пластичность: он легко гнется.

Однако существуют и бюджетные решения, в которых для проводников используется не 100% медь, а сплавы с существенно меньшим содержанием меди. Кроме того, в некоторых проектах

применяют стальные (ССС) или алюминиевые проводники (ССА) с медным покрытием (омедненные проводники). Это легко обнаруживается, если поскрести поверхность такого проводника чем-нибудь острым (наличие стального проводника удастся обнаружить с помощью магнита). Бюджетные решения также имеют право на жизнь, однако следует помнить, что в этом случае значения допустимых длин коаксиальных кабелей окажутся существенно меньше тех, которые указаны для чисто медного кабеля, поскольку активное сопротивление не медных проводников, приводящее к потерям видеосигнала, оказывается существенно большим, и это можно проверить омметром.

К сожалению, не существует возможности аналитически рассчитать значение предельно-допустимой длины коаксиального кабеля с омедненными или сплавными проводниками. Дело в том, что в высокочастотной части спектра видеосигнала начинает проявляться так называемый поверхностный эффект — скин-эффект — когда ток в основном течет лишь в узком, поверхностном слое проводника, поэтому лишь пропорцией из омических сопротивлений кабелей предельно допустимую длину вычислить невозможно. При использовании омедненных проводов единственно правильный результат может дать предварительный эксперимент: передача видеосигнала от камеры по кабелю требуемой длины (с преобра-

ПАССИВНЫЙ ПЕРЕДАТЧИК — ПАССИВНЫЙ ПРИЕМНИК						
Стандарт	Расстояние, м					
	720p	1080p	5Mp/4Mp			
AHD	450	300	250			
HD-TVI	450	300	250			
HD-CVI	450	300	250			
CVBS	300					
ПАССИВНЫЙ ПЕРЕДАТЧИК — АКТИВНЫЙ ПРИЕМНИК						
Стандарт	Расстояние, м					
	720p	1080p	5Mp/4Mp			
AHD	1150	750	200			
HD-TVI	400	400	150			
HD-CVI	750	400	300			
CVBS	1500					
АКТИВНЫЙ ПЕРЕДАТЧИК — АКТИВНЫЙ ПРИЕМНИК						
Стандарт	Расстояние, м					
	720p	1080p	5Mp/4Mp			8Mp
			12 к/с	15 к/с	20 к/с	15 к/с
AHD, HD-TVI, HD-CVI	1000	550	550	500	450	350
CVBS	2000					

Таблица 3. Достижимые расстояния передачи видеосигналов по медному кабелю

зователем, усилителем или без него) до монитора с оценкой качества полученного изображения. При этом нужно помнить, что условия передачи видеосигнала в бухте и в кабеле, развернутом по объекту, различаются, поэтому необходимо закладывать хотя бы 10% запас по длине.

ОСОБЕННОСТИ

КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

При выборе коаксиального кабеля, в первую очередь, следует обратить внимание на его рабочий диапазон частот (МГц), на вносимое кабелем затухание на конкретных частотах. Коаксиальные кабели выпускаются с разным типом волнового сопротивления: 50 Ом и 75 Ом. Это сопротивление нельзя измерить омметром — оно определяется геометрией кабеля. В видеонаблюдении, как правило, используются 75-омные коаксиальные кабели — при выборе кабеля на это следует обращать внимание. Любая неоднородность кабеля (например, при его сращивании), а также отсутствие согласованной 75-омной нагрузки приводит к нарушению режима бегущей волны — в кабеле появляются отражения, что на изображении проявляется в виде повторов, контуров.

Центральный проводник кабеля может быть:

- сплошным (чем больше его диаметр, тем кабель более высокочастотный);
- многожильным (этим достигаются меньшие потери от скин-эффекта).

Внешний проводник коаксиального кабеля обычно выполняется в виде медной или алюминиевой оплетки. Плотность оплетки влияет на сопротивление внешнего проводника кабеля, а значит, и на достижимую дальность передачи видеосигнала. Кроме того, она определяет качество экранирования кабеля от внешних электрических помех (особенно в сравнительно низкочастотной части спектра видеосигнала); для видеонаблюдения рекомендуется использовать кабели с плотностью оплетки не менее 80%. При наличии в кабеле дополнительного слоя медной или алюминиевой фольги удается получить коэффициент экранирования до 125 дБ.

Материал диэлектрика между центральным и внешним проводником (обычно это полиэтилен) определяет:

- погонную емкость кабеля (пФ/м);
- потери, особенно в высокочастотной части спектра видеосигнала (дБ/100 м);
- минимально допустимый радиус сгиба.

Оболочка кабеля (из поливинилхлорида или полиэтилена) определяет защиту кабеля от внешних воздействий. Для монтажа вне помещений кабель должен быть стойким к воздействиям

AWG	ДИАМЕТР, мм	СОПРОТИВЛЕНИЕ, Ом/100 м
26	0,41	13,4
25	0,46	10,6
24	0,51	8,4
23	0,57	6,7
22	0,64	5,3

Таблица 4. Погонное сопротивление медных проводов

внешней среды (температура, влажность, солнечный ультрафиолет).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАБЕЛЯ ВИТОЙ ПАРЫ

Непосредственное использование кабеля витой пары для передачи видеосигналов, без их преобразования, невозможно. Поэтому на входе кабеля устанавливается передатчик, а на его выходе — приемник сигналов витой пары, причем они могут быть как активными (с подачей напряжения от источника питания), так и пассивными (содержащими внутри себя лишь высокочастотные трансформаторы). При этом возможны следующие комбинации приборов:

- пассивный передатчик — пассивный приемник;
- пассивный передатчик — активный приемник;
- активный передатчик — активный приемник.

Для передачи аналогового сигнала рекомендуется использовать одножильный кабель витой пары UTP Cat.5 (до 100 Мбит/с), Cat.5e (до 1000 Мбит/с) или Cat.6 (до 10 Гбит/с на расстоянии до 55 м).

В таблице 3 представлены достижимые расстояния передачи видеосигналов по медному кабелю витой пары.

ОСОБЕННОСТИ КАБЕЛЯ ВИТОЙ ПАРЫ

Физика работы кабеля витой пары обеспечивает высокую помехозащищенность передаваемого по нему сигнала, поэтому с целью получения широкой полосы пропускания допустимо использовать неэкранированный кабель. Эта рекомендация основывается на том, что без экрана погонная емкость кабеля оказывается меньше, а значит, его широкополосность больше.

В случае повышенных требований к помехоустойчивости можно использовать многопарный кабель с общим экраном, который необходимо заземлять (кабель с поврежденным экраном может иметь меньшую защиту от наводок, чем кабель вообще без экрана). Одно из преимуществ использования многопарного кабеля витой пары заключается в экономическом выигрыше и удобстве одновременной передачи нескольких видеосигналов от разных видеокамер

по одному кабелю. При этом важным является вопрос взаимного влияния различных видеосигналов — для борьбы с этим шаг скрутки у разных пар кабелей делают различным.

Уровень пролезания сигналов из канала в канал оценивается такими показателями, как NEXT (Near End Crosstalk), PS NEXT (Power Sum Crosstalk), FEXT (Far End Crosstalk). Общей рекомендацией является передача видеосигналов по кабелю витой пары в одном направлении. Следует избегать встречной передачи сигналов по одному кабелю.

Волновое сопротивление кабеля витой пары составляет 100 Ом. С целью сохранения симметрии скрученных пар радиус сгиба при монтаже кабеля витой пары должен составлять не менее 8 диаметров кабеля.

Провода кабеля витой пары могут быть изготовлены как из чистой меди, так и из ее сплавов. Погонное сопротивление медных проводов зависит от их диаметра, обычно указываемое в условных единицах AWG (American Wire Gauge) (табл. 4).

Для выполнения монтажа вне помещений выбирают кабель в полиэтиленовой оболочке, который может эксплуатироваться под действием прямых солнечных лучей, в диапазоне температур от -55 до +85° С. Если кабель должен не поддерживать горение и не выделять при этом большого количества вредных веществ, то следует выбирать кабель с обозначением «FRHF», например, «нг (А)».

ВЫВОДЫ

1. При выборе кабеля для передачи на объекте видеосигналов определенного стандарта следует в первую очередь исходить из предельно достижимой длины данного кабеля с данным преобразователем или видеоусилителем.

2. При отсутствии паспортных данных (для омедненных или сплавных проводников) предельную длину кабеля можно получить путем натурных испытаний.

3. Предельную длину проводников питающего напряжения для видеокамер можно получить расчетным путем, предварительно измерив омическое сопротивление проводников в бухте (если оно не указано в паспорте на кабель).