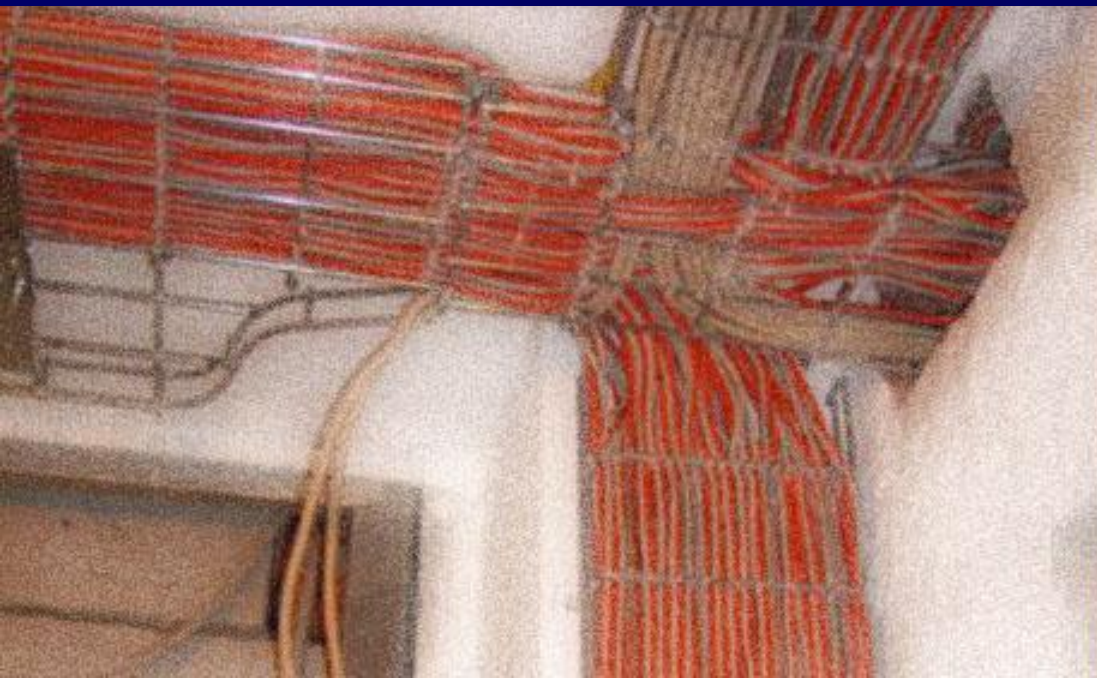


**д.т.н. Семёнов А.Б.,
Кандзюба Е.В.**



**ПЕРСПЕКТИВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОТЯЖЕННОСТИ
СИММЕТРИЧНОГО ТРАКТА СИСТЕМ
ЦИФРОВОГО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**



Рост количества внедряемых систем цифрового видеонаблюдения



По оценкам МГТС (2013 год), в среднесрочной перспективе среднегодовой потенциал роста российского рынка видеонаблюдения составляет примерно 20%

Функции транспортного уровня возложены на технические средства ЛВС

Ограничение симметричного тракта в 100 метров:

- 1. Переход на оптические системы передачи данных**
- 2. Усложнение системы энергоснабжения IP-камер без PoE**
- 3. Сложность обслуживания силами работников предприятия**

При этом:

Транспортный уровень системы цифрового IP-видеонаблюдения реализуется на основе сетевых интерфейсов 100Base-TX (Fast Ethernet)

Возможно ли увеличить протяжённость симметричного кабельного тракта сверх стандартизованных в ЛВС 100 м?

Основные предпосылки:

- сетевые интерфейсы Fast Ethernet, используемые в составе оборудования ip-видеонаблюдения, изначально рассчитывались на работу по кабельным трактам категории 5, тогда как типовой на сегодняшний день стала более совершенная и качественная техника категории не ниже 5e;
- структура тракта является заметно менее сложной;
- из-за однонаправленного характера передачи по отдельным витым парам и двупарной схемы организации связи существенно снижается уровень шумов на входе приемника.

В процессе выполнения дальнейших расчетов принимается:

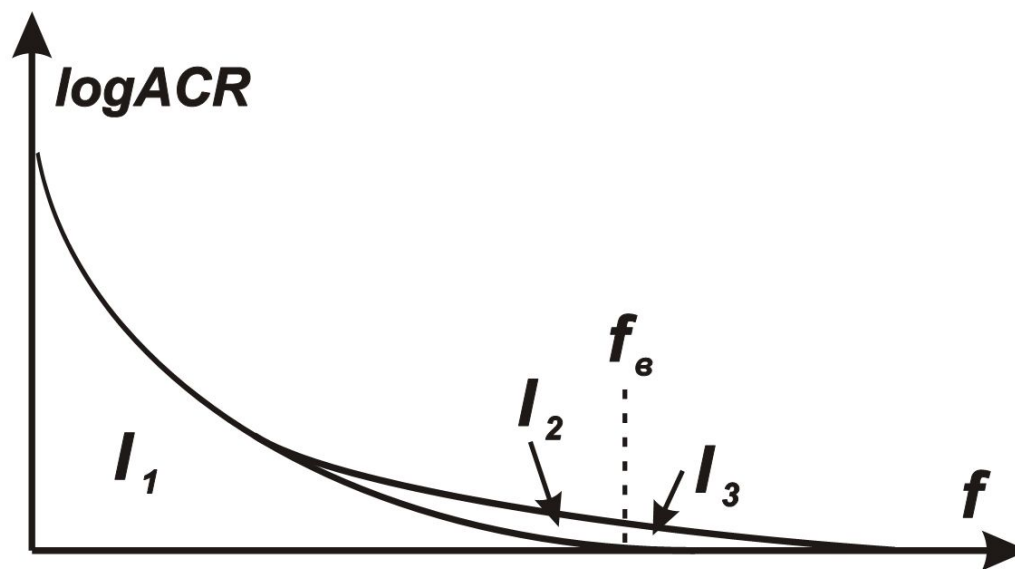
- интерфейс телекамеры соответствует спецификации IEEE 802.3u и функционирует в полнодуплексном режиме;
- информационная скорость передачи данных составляет 100 Мбит/с (из-за блочного кодирования 4B5B скорость линейного сигнала увеличивается до 125 Мбит/с по причине применения стандартного для рассматриваемой техники блочного кодирования 4B5B);
- коммутационное поле построено по схеме интерконнекта;
- тракт передачи имеет структуру direct connection;
- параметры влияния линейного и шнурового кабеля являются одинаковыми.

- ищем предельную протяженность тракта как решение следующего уравнения:

$$W(l, f_B) = \int_0^{\infty} \log_2 [1 + ACR(f, l)] df. \quad (1)$$

- где: ACR – защищенность сигнала от переходной помехи на ближнем конце.
- W при конкретных расчетах фиксирована и зависит от выбранного критерия.
- Нижний предел интегрирования установлен равным 0, что мало влияет на конечный результат, но позволяет упростить расчеты.

Для удобства вычислений выражение целесообразно представить в трехчленной форме с разбиением интервала интегрирования на две части $[0; f_B]$ и $[f_B; \infty]$



$$W = I_1 + I_2 + I_3$$

где верхняя граничная частота тракта $f_{\text{в}}$ представляет собой корень уравнения:

$$NEXT - 15 \lg(f) - \alpha l \sqrt{f} = 0 \quad (2)$$

где:

$NEXT$ – переходное затухание тракта;

α – коэффициент затухания горизонтального кабеля;

l – “электрическая” протяженность тракта.

$$NEXT - 15 \lg(f) - \alpha l \sqrt{f} = 0 \quad (2)$$

Решение данного уравнения имеет вид:

$$f_B = \left(\frac{NEXT}{\alpha} - \frac{13}{\alpha} \cdot \ln \frac{NEXT}{\alpha} / \left(1 - \frac{13}{\alpha} \right) \right)^2 \quad (3)$$

выполнено методом малого параметра с использованием одной итерации

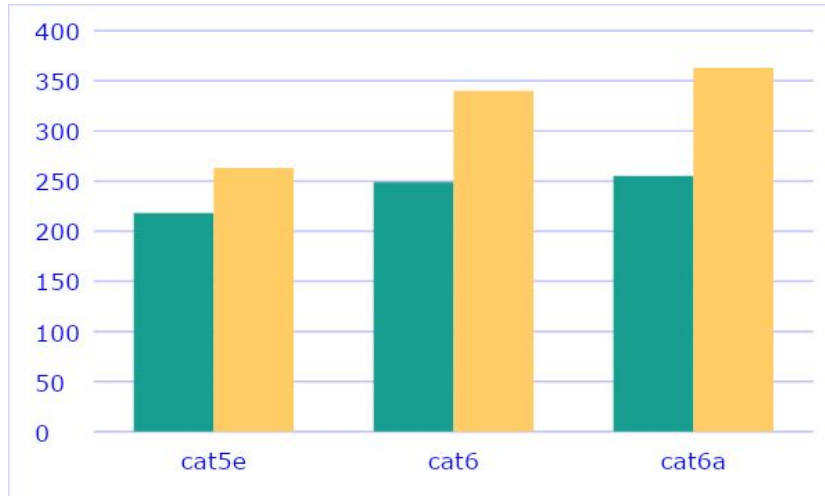
Влияние шнура и разъёма учитывалось соответствующей коррекцией NEXT

$$NEXT = NEXT_0 - 15 \lg f - 20 \lg [1 + 0,13 f_B^{0,25}] \quad (4)$$

Расчетные соотношения для вычисления W

Слагаемое	Расчетное соотношение	Примечание
I_1		Оценка снизу
I_2		Оценка сверху
I_3		Оценка сверху

Предельные расчетные протяженности трактов:



Зелёный столбец –
критерий 70 МГц;
Жёлтый – 185 Мбит/с

При их выполнении использовалось два критерия:

- равенство шенноновской пропускной способности 185 Мбит/с, рекомендуемое IEEE для получения необходимых эксплуатационных запасов;
- достижение верхней граничной частотой тракта величины 70 МГц (принятый в технике ЛВС 15-процентный запас по частоте Найквиста для линейного сигнала интерфейса Fast Ethernet).

При типовых для техники категории **5е** величинах α и **NEXT** в практически интересном диапазоне изменений длин l для отдельных

составляющих **W** имеем
$$\frac{I_1}{I_1 + I_2 + I_3} \approx 0,6 \quad (5)$$

Дополнительно можем констатировать, что выражение для расчета I_1 представляет собой главную часть **W** и оно может использоваться в качестве эффективной оценки реальной пропускной способности симметричного тракта.

Из выражения для определения I_1 имеем

$$\frac{dI_1/d\alpha}{dI_1/dNEXT} = 0,66 \cdot \sqrt{f_B} \cdot l \quad (6)$$

Кроме того, роль затухания при обеспечении качественных показателей тракта передачи системы видеонаблюдения увеличивается по мере увеличения “электрической” протяженности тракта.

1. Протяженность симметричного тракта систем ip-видеонаблюдения даже при использовании для его построения стандартной техники категории 5е может быть увеличена по меньшей мере вдвое и **уверенно превышает 200 м.**
2. Протяженность тракта может быть дополнительно **увеличена на 15-20 %** за счет перехода на более качественную элементную базу категорий 6 и 6а.
3. В отличие от классической офисных ЛВС функции основного средства достижения заданных качественных показателей функционирования системы.
IP-видеонаблюдения переходит **от NEXT к коэффициенту погонного затухания α** симметричного горизонтального кабеля.
4. За счет сохранения полнодуплексного режима работы на трактах максимальной длины **сохраняются типовые функциональные возможности и сервис сетевого оборудования.**
5. **Результаты работы подтверждены экспериментально на длинах до 250 метров.**

д.т.н. Семёнов А.Б.,
Кандзюба Е.В.



Спасибо за внимание!

