

# НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ВИДЕОКАМЕР, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

**А. Михайлов**

начальник сектора ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России,

**Ю. Дронов**

старший научный сотрудник ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России,

**Д. Топорков**

инженер ФКУ НИЦ «Охрана» МВД России

**В** последнее время мы наблюдаем огромное количество письменных, рекламных материалов и коммерческих предложений, посвященных IP-камерам стандарта Ethernet 100. Кажется, что столбовой путь развития охранного телевидения определен. Так ли это?

Не хочется в сотый раз досконально перечислять достоинства и недостатки IP-камер. Материалов по данной тематике предостаточно. С нашей точки зрения, самым существенным достоинством IP-камеры интерфейса Ethernet 100 является то, что она есть функционально-законченное IP-устройство, работающее по самому распространенному интерфейсу. Нельзя не упомянуть финансовую доступность данных устройств, причем с устойчивой тенденцией к снижению стоимости.

Однако в технике практически ничто не бывает однозначным, поскольку за одни технические характеристики приходится расплачиваться другими возможностями. Вот об этом почему-то стараются не упоминать.

Итак, что, как минимум, должна делать IP-камера интерфейса Ethernet 100:

- иметь меню ручного управления параметрами камеры;
- вырабатывать синхронизирующие импульсы для корректного считывания информации с матрицы камеры;
- оцифровывать видеосигнал;
- формировать выходной сигнал стандарта TCP/IP;
- на основе полученной информации управлять электронным затвором и, при наличии, автоматической регулировкой диафрагмы (АРД);
- осуществлять компрессию (обычно H.264, MJPEG), причем считается необходимым иметь возможность формировать сигнал как с межкадровой компрессией, так и без нее;
- осуществлять наложение текстовой информации на видео;
- работать по сети Ethernet с несколькими пользователями;
- передавать метаданные;
- записывать видеoinформацию в буфер.

Есть еще список характеристик, которые реализованы скорее для повышения коммерческой привлекательности, и обычно они осуществляют следующие функции:

- 1) **Цифровое шумоподавление** (2D, 3D, DNR – Digital Noise Reduction).
- 2) **Увеличение динамического диапазона**. *Примечание: Режим HDRi (High Dynamic Range image) – чаще всего применяется в фотографии, а режим WDR (Wide Dynamic Range) – содержит, как минимум, три технологии. Первая представляет собой программную реализацию режима WDR и основана на использовании процессора цифровой обработки изображения. Упрощенно говоря, при оцифровке видеопроцессор предоставляет больше бит для градаций серого, и тем самым обеспечивает больше возможностей по глубине динамического диапазона. Вторая – аппаратная реализация WDR – применяется в телекамерах, использующих матрицы Sony с двойным сканированием, как Double Scan, Double Speed. При этом матрица формирует два предвыображения – с нормальной экспозицией и недо- или переэкспонированное, путем суммирования которых получается сбалансированное по контрасту изображение. Есть еще и технология PIXIM: за счет попиксельной регулировки времени накопления и оцифровки информации с сенсора обеспечивается возможность работы даже в условиях особо контрастного освещения.*
- 3) **Цифровую стабилизацию изображения** (DIS – Digital Image Stabilization).
- 4) **Формирование несколько потоков**.
- 5) **Автофокусировку**.
- 6) **Переход из дневного режима работы в ночной и обратно**.
- 7) **Простейшую видеоаналитику** (типа пересечения линии, детекции движения, сопровождения движущегося объекта, выделения области интересов и т.д.).
- 8) **Управление яркостью ИК подсветки** во избежание пересвечивания объекта наблюдения.

## 9) Запись видеoinформации на SD-карту памяти.

Возможно, вы без труда этот список многократно увеличите.

Первая мысль, которая приходит в голову после прочтения далеко не полного списка задач IP-камеры, – а не слишком ли много функций возложено на одно устройство, чтобы оно могло их хорошо выполнять, да еще с учетом бюджетных ограничений?

Думаю, что ответ очевиден. Если взять, для примера, типовые характеристики достаточно качественных мегапиксельных IP-камер и отразить некоторые закономерности в графиках, то можно сделать соответствующие выводы. С ростом количества выдаваемых потребителю пикселей в матрице почти пропорционально падает fps (рис. 1 – 2). Производство количества пикселей на fps для матриц 1,3 Мп, 2,07 Мп, 3 Мп, 5 Мп, 10 Мп – почти постоянная зависимость (рис. 3). При этом можно отметить, что размерность матрицы увеличилась в 7,7 раза, а производство количества пикселей на fps по максимальному значению увеличилось только в 1,28 раза. У матриц больше 2 Мп для некоторых форматов вывода информации, например 1280x1024 пикселей, этот график с ростом размерности матрицы может и снижаться. С уменьшением размера пикселей в матрице пропорционально уменьшается чувствительность (зависимость приведена для CMOS-матрицы (рис. 4).

### ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ

Матрица IP-камеры размером в 10 Мп по своей информативности ненамного превосходит 2 Мп матрицу IP-камеры. Данный факт объясняется тем, что **увеличение размерности (Мп) матрицы автоматически приводит к снижению количества кадр/с**, поскольку в настоящее время специализированные процессоры или ПЛИС не успевают в реальном времени обрабатывать такие объемы информации. Особенно это становится критичным при использовании режимов WDR.

По чувствительности 10 Мп матрица проигрывает 2 Мп матрице в 4 раза. В данный момент речь идет о матрицах одной структуры (CMOS-матрицы). Проигрыш по чувствительности CMOS-матрицы матрицам структуры CCD будет еще большим. Дело в том, что чем меньше размер пикселя, тем меньше света на него попадает и соответственно меньше отклик по напряжению на данное воздействие. Многие разработчики это понимают и не идут на поводу у маркетологов в погоне за количеством Мп. Так фирма HTC в одноименном смартфоне «HTC One X» вернулась к матрице с шагом пикселей в 2,0 мк с целью улучшения качества изображения.

Еще одним побочным эффектом малого размера пикселя является низкое значение соотношения сигнал/шум. Ред-

ко где можно встретить это соотношение для широкоформатных мегапиксельных матриц структуры CMOS более 48 дБ, а иногда оно не превышает 44 дБ. У высококачественных видеокамер соотношение сигнал/шум должно находиться в пределах 50-52 дБ. Так нужно ли нам разрешение в 10 Мп, если соотношение сигнал/шум при этом будет 44 дБ?

*В данной статье мы не обсуждаем методики замеров чувствительности в люксах (измерять чувствительность в люксах неправильно даже с точки зрения методо-*

*логии) и соотношения сигнал/шум. Здесь мы оперируем данными производителя. Однако можно с уверенностью сказать, что если производитель написал соотношение сигнал/шум 44 дБ – то лучшего значения этого параметра получить не удастся.*

Стандартные IP-камеры используют стек протоколов TCP/IP. Обычно работают или с протоколами TCP, или UDP.

С протоколом UDP компьютерные приложения могут посылать сообщения (в данном случае называемые датаграммами) другим хостам по IP-сети без необ-

Рис. 1

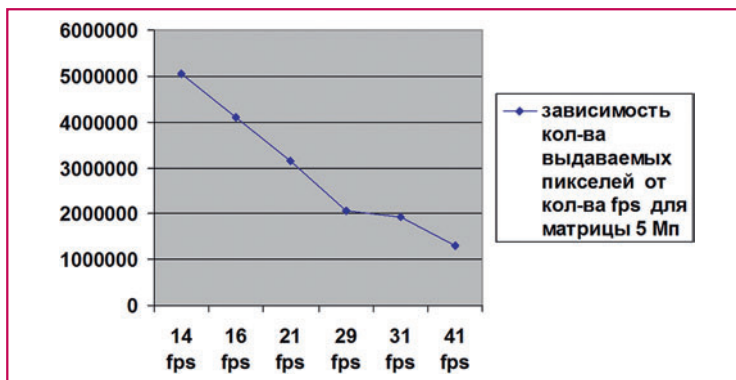


Рис. 2

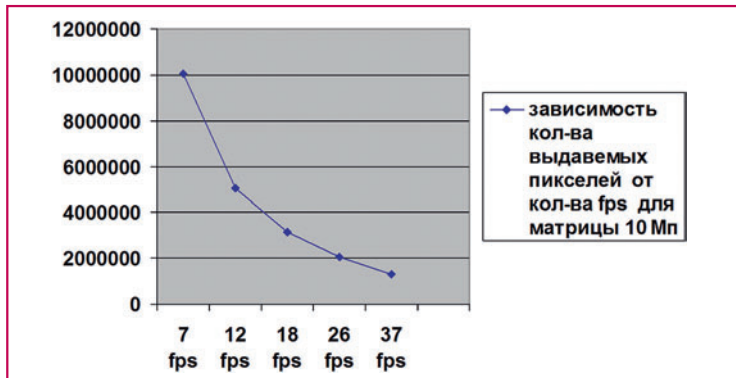


Рис. 3

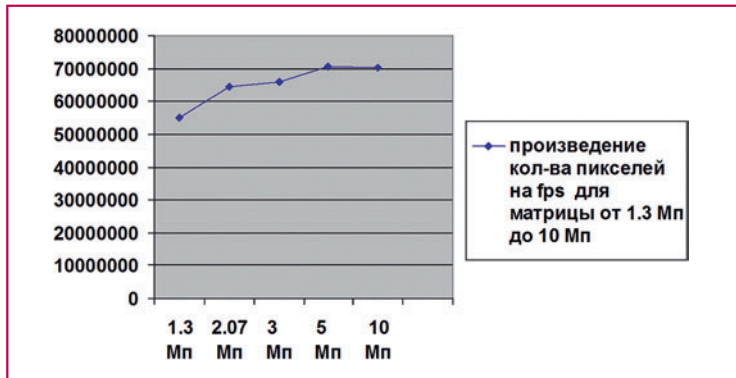
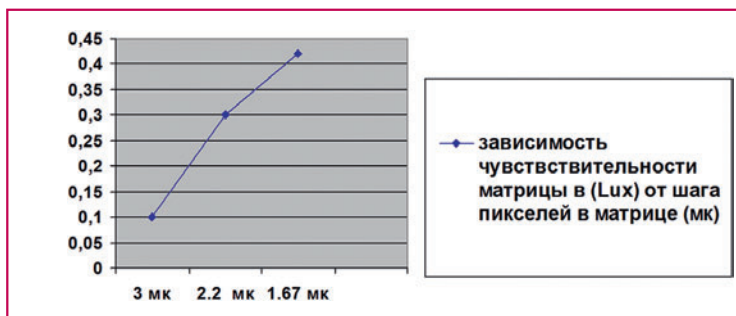


Рис. 4





ходимости предварительного сообщения для установки специальных каналов передачи данных. UDP подразумевает, что проверка ошибок и исправление либо не нужны, либо должны исполняться в приложении.

TCP – это транспортный механизм, предоставляющий поток данных с предварительной установкой соединения, что дает уверенность в достоверности передачи информации. В отличие от UDP, TCP гарантирует целостность передаваемых данных и уведомление отправителя о результатах передачи.

Работа по протоколу UDP подразумевает возможность потери информации, что для серьезных охранных приложений недопустимо, а использование протокола TCP приводит к временным задержкам при передаче информации и, при больших нагрузках на сеть, – к «подвисанию» системы. Дело в том, что при создании протоколов TCP/IP не ставилась задача оптимизировать их для передачи видеосигнала.

Обращение нескольких пользователей по сети (количество у разных изделий находится в диапазоне 3 – 10 пользователей) гарантировано «подвешивает» процессор IP-камеры. Поэтому для многопользовательских приложений IP-камеры должны подключаться через IP-видеорегистраторы (NVR) или иные коммутирующие IP-устройства, что сильно искажает идеологию IP-видеокамеры как самостоятельного функционально законченного устройства.

Не забудьте через каждые 100 м поставить свитчер, роутер или иное IP-устройство, выполняющее роль усилителя/повторителя. Сделать это на периметре охраняемого объекта – задача непростая, поскольку данные типовые устройства обычно рассчитаны на работу в плюсовых температурах. А стоимость термобокса в несколько раз превышает стоимость изделий, в них устанавливаемых, да еще учесть надо энергопотребление на обогрев.

Рис. 5



Ну и последнее.

Сложность настройки сетевых IP-устройств, несовместимость (или неполная совместимость) протоколов и программного обеспечения приводит к тому, что у пользователя теряется понимание работы конкретной системы.

А как решать вопрос «вирусного» заражения в системе? Стандартные «антивирусники» непредсказуемо «тормозят» работу сетевых устройств, а если их не ставить, то очень скоро можно ожидать полного краха ваших надежд. Единственным реальным решением проблемы вирусного заражения, которое встречалось автору, являлась реализация операционной системы на базе максимально урезанной ОС Linux с размещением этой ОС на специализированной флеш-карте.

В итоге IP-видеокамеры уверенно занимают свое место на рынке видеонаблюдения, и об их достоинствах и успехах вы прочтете на «каждом углу». Вот о недостатках почему-то предпочитают умолчать. А ведь пользователь должен ясно представлять, что ему предлагают, и делать свой выбор осознанно.

В настоящее время существует несколько альтернативных вариантов развития охранного телевидения:

- аналоговые видеокамеры с матрицей повышенного разрешения;
- видеокамеры стандарта HD-SDI;
- видеокамеры «машинного зрения».

### АНАЛОГОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Давайте рассмотрим альтернативу и вспомним, что у нас существуют прекрасные CCD-матрицы класса EXview HAD CCD II (например, на основе ICX673AKA) с эффективным разрешением 976x582 пикселя и великолепной чувствительностью. Преимущество в чувствительности CCD-матрицы перед CMOS становится еще более выраженным, с учетом того, что CCD имеют более низкий уровень шума и однородности изображений при более высоких рабочих температурах.

Разрешение по вертикали для этой матрицы определяется стандартом PAL, а вот по горизонту можно получить порядка 650-700 ТВЛ.

Лучшие результаты дает использование матрицы с процессором Effio-P (Enhanced Features and Fine Image – процессор с расширенными возможностями и прекрасным изображением). Видеокамеры, реализованные на данных технических решениях, могут быть достаточно доступны по цене.

Вторым альтернативным вариантом является использование матрицы CMOS Exmor IMX138 с процессором FH8520. Матрица IMX138 благодаря технологии Exmor обладает хорошей чувствительностью и низким уровнем шума.

### СТАНДАРТ HD-SDI

Другим важнейшим путем развития охранного телевидения является развитие стандарта HD-SDI (High Definition Serial Digital Interface) – это название стандарта SMPTE292M, который представляет собой цифровой последовательный интерфейс для передачи сигнала высокого разрешения, обеспечивает передачу видеоданных со скоростью 1,485 Гбит/с. При указанном битрейте HD-SDI может поддерживать разрешения 720p, 1080i и 1080p (рис. 5).

Кроме того, существуют Dual Link HD-SDI – для ТВЧ с прогрессивной разверткой, позволяет передавать до 2,970 Гбит/с посредством двух физических соединений HD-SDI;

3G-SDI – для передачи ТВЧ с прогрессивной разверткой потоком до 2,970 Гбит/с посредством одного коаксиального кабеля и т.д.

Наглядное представление возможностей по разрешению 1080i/p по сравнению с 720p и стандартом PAL. Здесь показано, что если зафиксировать угол зрения (угол зрения на рисунке примерно одинаков), то разрешение по горизонту у HDTV больше по сравнению с PAL, у Full HD – разрешение еще больше.

576i/p – 576x720 пикселей принимаем за точку отсчета: 576i/p – 576x720 пикселей = 1

720p – 720x1280 пикселей тогда имеет лучшее разрешение в соотношении 1,25x1,78

1080i/p – 1080x1920 пикселей тогда имеет лучшее разрешение в соотношении 1,88x2,67, что мы и наблюдаем на рисунке 5.

В стандарте HD-SDI камера не осуществляет компрессирование видеосигнала. Наконец-то камера занимается своим прямым назначением – трансляцией максимально возможной информации от сенсора к видеорегистратору, поэтому в сигнале отсутствует задержка и искажение, свойственные различным алгоритмам компрессии.

Передача информации осуществляется в цифровом виде по коаксиальному кабелю, поскольку «витая пара» не позволяет передавать такой объем информации. При передаче используется канальное кодирование с модифицированным кодом без возвращения к нулю (БВНМ) в сочетании со скремблированием. Интерфейс является самосинхронизируемым. Кадровая синхронизация осуществляется специальным синхронизирующим пакетом данных, состоящим из последовательности подряд идущих 10 единиц и 20 нулей (20 единиц и 40 нулей для HD). Помимо видео, в поток SDI могут быть включены вложенный звук, субтитры, тайм-код и другие виды метаданных.

Поскольку без компрессии и записи не обойтись, то запись и сжатие осуществляется на видеорегистраторе. Возможности видеорегистратора по реализации более качественных профилей алгоритмов компрессии позволяют производить хранение и передачу далее в сеть более качественной видеоинформации (не говоря уже о прямом выводе информации на монитор оператора).

Еще одним достоинством стандарта HD-SDI является то, что различные алгоритмы видеоаналитики имеют возможность работать с некомпрессированным видеосигналом. Подкупает и простота развертывания и подключения камер HD-SDI к видеорегистратору. Не обходится и без недостатков. Пока видеорегистраторы данного стандарта достаточно дороги и обладают меньшей емкостью по количеству подключаемых камер по сравнению с сетевым видеорегистратором (NVR).

Однако, если качество сигнала является приоритетным, то пока стандарт HD-SDI является лучшим решением.

## ВИДЕОКАМЕРЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Видеокамеры машинного зрения являются специализированными камерами, отличающимися повышенными параметрами (это может быть разрешение, количество кадр/с, чувствительность и т.д.) от традиционных видеокамер. Видеокамеры машинного зрения требуют обстоятельного обсуждения и анализа, поскольку именно в этом классе видеокамер встречаются наиболее интересные технические решения.

Различные производители камер машинного зрения предлагают на отечественном рынке свою продукцию. В настоящее время зарегистрировано около 200 групп и научных лабораторий, работающих над данной проблематикой.

Основные интерфейсы камер машинного зрения приведены в таблице 1.

Табл. 1. Интерфейсы видеокамер машинного зрения

ИНТЕРФЕЙС	ДЛИНА ЛИНИИ, м	МАКСИМАЛЬНАЯ ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, Мбайт/с	ПРИМЕЧАНИЕ
Gigabit Ethernet/ GigE Vision	100	100	Вместо традиционных для IP-камер 100 Мбит/с используется скорость 1 Гбит/с
Camera Link	10	850	Интерфейс Camera Link имеет три варианта конфигурации: Base — 255 Мбайт/с; Medium — 510 Мбайт/с; Full — 850 Мбайт/с Скорость — до нескольких сотен кадр/с
USB 3.0/ USB3 Vision	8	350	Экономичный вариант, позволяет передавать данные и питание по одному кабелю
USB 2.0	5	40	Характеризуется нестабильной передачей видео (устаревший стандарт)
FireWire	4,5	64*	Стандарт FireWire постепенно уходит с потребительского рынка (устаревший стандарт) *Для стандарта IEEE 1394b

## ВЫВОДЫ

1. IP-камерам стандарта Ethernet 100 присущи как достоинства, так и недостатки.
2. У большинства IP-камер стандарта Ethernet 100 производство количества пикселей на fps для матриц 1,3 Мп, 2,07 Мп, 3 Мп, 5 Мп, 10 Мп практически не изменяется.
3. В настоящее время сдерживающим фактором повышения информативности видеокамер является не количество пикселей в матрице, а возможности по обработке «на борту» камеры данной информации.
4. В последнее время аналоговые видеокамеры значительно улучшили свои технические характеристики. Наблюдается переход Мп-матриц IP-видеокамер в аналоговые приложения.
5. Бурно развивается и имеет большие перспективы стандарт видеонаблюдения HD-SDI.
6. Использование камер машинного зрения может резко улучшить технические характеристики охранного телевидения.
7. Сдерживающим факторам широкого внедрения видеокамер стандартов HD-SDI и камер машинного зрения является их более высокая цена по сравнению со стандартными IP-камерами. Однако для специальных приложений охранного телевидения и при охране особо важных объектов использование данных камер выглядит достаточно обоснованно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- <http://ru.wikipedia.org/> (определение протоколов TCP/UDP);
- Журнал «Системы безопасности», № 5, 2013 (Чура Николай «Парадоксы и недопонимание использования ИК-подсветки с цветными видеокамерами». Дан детальный анализ чувствительности CCD-матриц);
- <http://www.baslerweb.com/>;
- <http://www.arecontvision.ru/asp/catalog/>;
- <http://www.cta.ru/> (Медведев Алексей «Промышленные видеокамеры для систем машинного зрения»);
- [http://www.security-bridge.com/biblioteka/electronnye\\_knigi/](http://www.security-bridge.com/biblioteka/electronnye_knigi/) (Форум по видеонаблюдению);
- <http://daily.sec.ru/>;  
<http://www.rikas-varta.com.ua/index.php?inx=knw.cam.effio>. (раздел «Новые технологии в производстве камер видеонаблюдения»).