

# ИК-подсветка для мегапиксельных камер

*Николай Чура, независимый эксперт*

**ИК-подсветка в мегапиксельном мире – это так же не просто, как и в традиционном аналоговом видеонаблюдении. Но для телевидения всегда нужен свет, пусть даже и "невидимый"**

Видеонаблюдение постепенно становится мегапиксельным. Это обусловлено широким распространением IP-видеонаблюдения, при котором формат изображения может быть практически любым, не ограниченным жесткими стандартами телевидения. Появление и развитие стандарта HDcctv (HD-SDI), основанного на цифровых вещательных форматах HD и FullHD, только усилило мегапиксельную тенденцию. Что естественно, поскольку качество изображения, основным критерием которого является разрешение, в традиционном видеонаблюдении всегда было весьма скромным.

С другой стороны, в системах видеонаблюдения уже довольно давно используется инфракрасная подсветка. Ее применение обусловлено наличием в видеосенсорах области ИК-чувствительности. Более того, практически все технологии увеличения чувствительности сенсоров – как CCD, так и CMOS – основаны на расширении области чувствительности в ИК-диапазон.

## **Спектральная чувствительность сенсоров**

Обычно область спектральной чувствительности сенсоров без дополнительных срезающих фильтров простирается до 1000 нм. Кстати, естественная чувствительность самого материала сенсоров – кремния – простирается значительно шире используемого видимого диапазона (400–700 нм) и имеет максимум на длине волны около 900 нм.

Форма спектральной чувствительности специально формируется близкой к кривой видности глаза для адекватной передачи яркости цветных объектов: желтых и зеленых – как относительно светлых, а красных и синих – как относительно темных. При расширении спектрального диапазона в область ИК, естественно, эти соотношения несколько изменяются, но при этом камеры работают либо в черно-белом ночном режиме, либо в цветном ночном режиме без серьезных претензий к качеству цветопередачи.

Другими словами, ИК-подсветка для мегапиксельных камер не имеет серьезных особенностей за исключением несколько меньшей чувствительности CMOS-сенсоров по сравнению с CCD-сенсорами, используемыми в аналоговых камерах. Причем в общем случае не имеет никакого значения, применяется IP- или HD-SDI-камера.

## **Интегральная чувствительность сенсоров**

Различия в интегральной чувствительности сенсоров обусловлены прежде всего различной эффективной площадью пикселя. К этому приводит их большее количество в мегапиксельном сенсоре и худшее использование площади из-за большого количества различных элементов на матрице.

Дополнительные потери световой энергии возникают от традиционного использования цветных фильтров RGB-структуры вместо CMYK в CCD. Однако технологии не стоят на месте, и интегральная чувствительность CMOS-сенсоров сегодня вплотную приблизилась к чувствительности CCD. Во всяком случае, она уже не отличается от CCD на порядок и более, как в первых образцах.

## Технологии повышения чувствительности сенсоров

В 2008 г. специально для CMOS-матриц компания Sony разработала новую технологию CMOS-сенсоров – Exmor. Изменение архитектуры сенсора и переход на медные соединительные элементы позволили уменьшить потери света при прохождении в глубину матрицы, сократить рассеивание на элементах. Уменьшился шум и увеличилась скорость считывания за счет параллельного аналого-цифрового преобразования и сокращения аналоговых связей. При считывании с использованием двойной выборки происходит, можно сказать, вычитание шума пикселей и элементов схемы.

На рис. 1 приведен разрез пикселей в традиционной и Exmor CMOS-матрицах. Видно, что толщина электронной структуры уменьшилась на 40%.

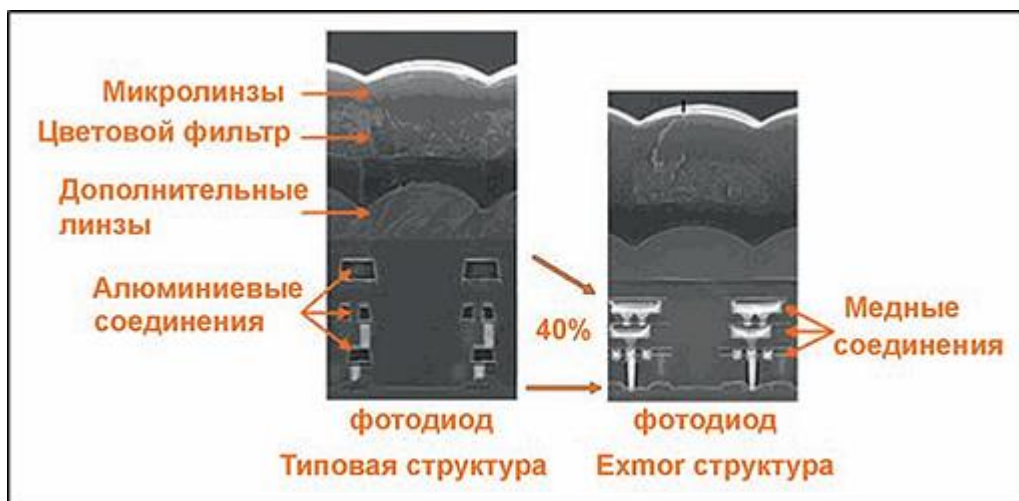


Рис. 1. Структура матриц CMOS и CMOS Exmor

Еще более совершенной стала технология Sony Exmor R, основанная на обратной засветке сенсора BSI (Back-Illuminated Sensor). В данном решении удалось до минимума сократить потери света при прохождении вглубь матрицы. Разработчик заявляет увеличение чувствительности еще на 8 дБ (почти в 2,5 раза) относительно предыдущих моделей CMOS-сенсоров.

К сожалению, на сегодня технология Exmor R неприменяется в CMOS-сенсорах для видеонаблюдения, а используется лишь в цифровых фотоаппаратах, портативных цифровых видеокамерах (камкордерах) и мобильных устройствах (смартфоны и коммуникаторы). Видимо, это обусловлено несоразмерностью рынков потребительского и профессионального оборудования.

В основном CMOS Exmor R – это миниатюрные сенсоры, имеющие разрешение 8–13 Мпкс с размерами пикселя до 1,78 мкм. Поскольку развитие технологий основано на единых физических законах, другие производители CMOS-сенсоров также используют схожие методики.

В таблице приведены сравнительные характеристики матриц CCD и CMOS Sony формата 1/3" (1/2,8"), наиболее распространенного для камер охранного видеонаблюдения.

Характеристики матриц CCD и CMOS Sony формата 1/3" (1/2,8")

Тип	ICX259AK	ICX639AKA	ICX673AKA	IMX139LQJ	IMX140LQJ
Технология	EX-view HAD	Super HAD II	EX-view HAD II	Exmor	Exmor
Число эффективных пикселей	752x582	752x582	976x582	1305x1049	1944x1224
Площадь пикселя, мкм	6,5x6,25	6,5x6,25	5x6,25	3,75x3,75	2,8x2,8
Чувствительность, мВ	1100	2250	2400	960	425

Из табличных значений видно, что чувствительность CMOS Exmor формата HD (1,3 Мпкс) уже практически сравнялась с популярной в свое время высокочувствительной матрицей EX-view

NAD (ICX259AK). Вместе с тем CMOS наиболее популярного в настоящее время формата FullHD уступает ей почти в 3 раза, а современной матрице ICX673AKA, применяемой в камерах с технологией Effio-E, – почти в 6 раз.

### Чувствительность сенсора с ИК-диапазоном

При ИК-подсветке телекамера взаимодействует с ИК-излучением в узкой спектральной полосе излучателя. Для современных светодиодов это около 50–70 нм. Поэтому распространенное мнение о высокой эффективности ИК-подсветки следует признать несколько оптимистичным. Однако при использовании современных сенсоров с увеличенным ИК-диапазоном чувствительности подсветка становится более эффективной. На рис. 2 приведена спектральная характеристика чувствительности матрицы CMOS Exmor с дневным (красная кривая) и ночным (синяя кривая) ИК-фильтром. Видно, что в области ИК чувствительность даже выше, чем в видимом диапазоне. Сиреневым цветом выделены области засветки ИК-осветителей с длиной волны 850 и 940 нм. Кривые спектральной чувствительности получены интегрированием RGB-характеристик матриц CMOS Exmor.

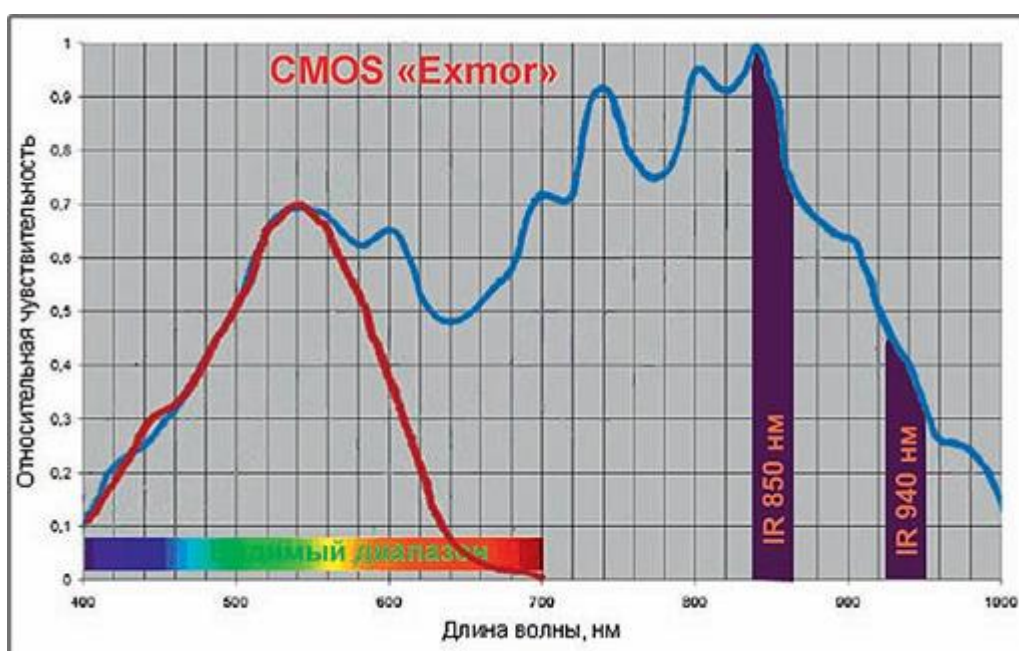


Рис. 2. Спектральные характеристики чувствительности CMOS Exmor

Данные характеристики показывают, что интегральная чувствительность при переходе в ночной режим с ИК-чувствительностью растет на 240%, или почти в 3,5 раза. Разумеется, это существенно увеличивает эффективность ночного наблюдения при освещении естественными или искусственными широкополосными источниками. При подсветке светодиодными ИК-осветителями эффективность составляет около 10% для 850 нм и 4% для 940 нм.

### Нормирование чувствительности и реальная минимальная освещенность

Чувствительность является внутренней характеристикой телекамеры и определяется чувствительностью сенсора, причем нормируется при отключенных системах APY, Sens-Up (DSS), DNR и т.д. Однако для мегапиксельных камер производитель часто нормирует чувствительность (минимальную освещенность) с включенной APY, DSS, а иногда и DNR. Причем для пользователя во многих случаях остаются загадкой глубина APY, кратность накопления или вообще факт использования этих функций при измерении. Зачастую потребитель не в курсе, имеется ли ИК-чувствительность ночного режима в данной конкретной камере и какова она.

Конечно, повышенная чувствительность ночного режима одновременно может означать наличие ИК-чувствительности, поскольку откуда же еще она возьмется. Правда, многократное увеличение

необъяснимо даже для современных матриц и противоречит приведенным характеристикам (рис. 2). Причем эти данные по порядку величины эквивалентны характеристикам и увеличению чувствительности для CCD-сенсоров.

Для иллюстрации этих соображений на фото 1 приведены видеок cadры с двух аналоговых камер на CCD без ИК-чувствительности (color) и с подвижным ИК-фильтром (ICR) в дневном режиме (Effio), а также двух мегапиксельных камер на CMOS Exmor – 3 Мпкс IP и FullHD HD-SDI. Все камеры работают в дневном режиме при освещенности 200– 300 лк. Поскольку освещение производится лампами накаливания с большой ИК-составляющей, на изображениях трех камер видны сильные цветовые искажения черного цвета (валенки куклы).

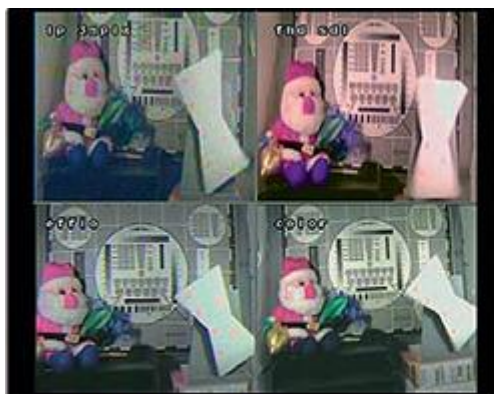


Фото 1. Изображения с камер на CCD и CMOS в дневном режиме

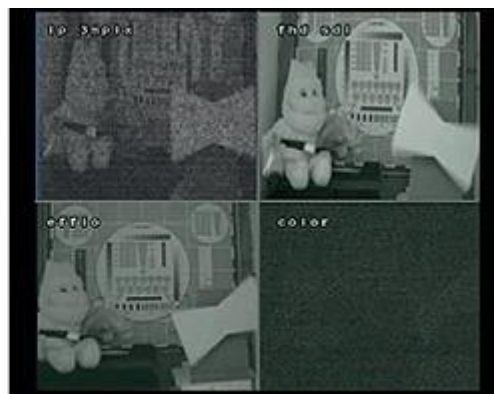


Фото 2. Изображения с камер на CCD и CMOS в ночном режиме с ИК-подсветкой

На фото 2 приведены видеок cadры с этих же видеокамер в ночном режиме с ИК-подсветкой 940 нм. Видно, что изображения камер Effio и HD-SDI вполне удовлетворительны, а IP-камера, практически аналогичная по матрице камере HD-SDI, выдает сильно зашумленное изображение. Очевидно, в ночном режиме ИК-чувствительность у нее незначительная.

**Тип камеры – IP или HD-SDI – в данном случае совершенно не имеет значения. Не надо думать, что все IP-камеры работают так. Различия этих камер заключаются только в способе передачи сигнала**

### Оптимальное применение ИК-подсветки

В заключение можно сделать вывод, что ИК-подсветка с мегапиксельными IP-камерами применима точно так же, как и с аналоговыми. Причем нет ни какого различия – это IP-камеры или HD-SDI.

Если подсветка встроенная, то можно в какой-то мере довериться производителю и считать заявленную дальность реальной. По крайней мере на половинной дальности, где освещенность увеличится в 4 раза, можно рассчитывать на получение какого-то изображения.

При использовании отдельного ИК-осветителя, что является, безусловно, более предпочтительным вариантом, надо предварительно убедиться, что в ночном режиме камера обладает достаточно высокой ИК-чувствительностью. Хотя бы получить такой ответ от продавца, поскольку, как мы выяснили, наличие режима "день/ночь" еще не гарантирует чувствительности в ИК-области подсветки.

*Опубликовано: Журнал "Системы безопасности" №6, 2013*