

## Настройка системы диафрагмирования ТВ камер

Начальник учебного центра  
ЗАО «Компания Безопасность»  
К.Т.Н. **Н.Е. УВАРОВ**

Известно, что в вещательном телевидении профессиональные видеокамеры обслуживаются оператором, его действия, в свою очередь, корректируются видеорежиссером, да и вокруг много помощников: осветители, помрежи, такелажники и т.д., к тому же передачи с видеокамеры достаточно редко идут в прямой эфир. Так что любые ошибки оператора всегда могут быть вовремя поправлены. В телевизионных же системах наблюдения и контроля работает принцип – «видеокамеру установили и забыли», и ошибаться здесь нельзя: дорого стоит. Выставил неправильно фокусировку объектива или уровень диафрагмирования, а вечером обнаружил расфокусировку. Или по прошествии зимы, весной, при больших освещенностях – заплывание изображения в «белое». В подобных случаях неприятности обеспечены. Помимо того, что клиент недоволен, необходимо еще для устранения дефектов подъемник вызывать, потому что видеокамера высоко установлена. Да мало ли какие задачи еще придется решать. И все это, скорее всего, придется оплачивать из своего кармана. Из вышесказанного следует, что квалификация регулировщика должна быть достаточной для реализации принципа «установил и забыл». О технических особенностях настройки заднего фокуса автор статьи писал ранее [1]; в данной статье сделана попытка поговорить о тонкостях настройки автоматических систем диафрагмирования и электронного экспонирования.

Прежде всего, чтобы достаточно четко понять динамику работы этих систем, рассмотрим физику процесса преобразования «свет – сигнал» на ПЗС (прибор с зарядовой связью) сенсоре. ПЗС сенсор, преимущественно используемый в качестве фотоэлектрического преобразователя телевизионных камер (ТК) систем телевизионного наблюдения, имеет линейную световую характеристику чувствительности до освещенности насыщения. Насыщение наступает вследствие заполнения потенциальной ямы светочувствительного элемента не основными носителями полупроводниковой подложки. Упрощенная структура элемента (пикселя) ПЗС сенсора представлена на **рис. 1**.

Очевидно, что с заполнением потенциальной ямы, при дальнейшем увеличении

освещенности напряжение на выходе ПЗС больше не растёт, и наступает резкий излом световой характеристики, а увеличивающийся заряд растекается по подложке, то есть в соседние элементы. Этот физический процесс на воспроизводимом изображении проявляется в виде ограничения по «белому» и при дальнейшем увеличении освещенности картинка полностью заплывает в «белое». Значение величины освещенности насыщения, при стандартном времени накопления зависит от размера светочувствительного элемента и потенциала подложки, то есть, фактически, – от размеров ПЗС сенсора. Типичное значение для сенсоров  $1/3"$ ,  $1/4"$  составляет 0,7–1,0 люкс.

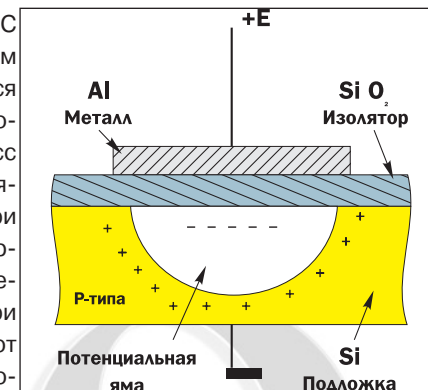


Рис. 1. Структура пикселя ПЗС сенсора

Для линейного преобразования «свет-сигнал» рабочую точку на световой характеристике выбирают таким образом, чтобы максимальная освещенность в кадре была бы на 20–30% ниже освещенности насыщения для конкретного экземпляра ПЗС сенсора. При этом усиление в видеотракте ТК обеспечивало бы получение полного видеосигнала 1 В (0,7 В собственно видеосигнал) на выходе ТВ камеры при нагрузке 75 Ом. На **рис. 2** представлена типичная сквозная характеристика чувствительности ТВ камеры без работы средств адаптации видеокамеры к изменениям освещенности.

При таком выборе местоположения рабочей точки реализуются, во-первых, линейная реакция на приращение освещенности в системе автоматического управления чувствительностью, во-вторых, наиболее высокая величина параметра отношение сигнал/шум (С/Ш). Действительно, если рабочую точку выбрать выше, ближе к насыщению (например, 0,8 лк, см. **рис. 2**), то на приращение освещенности реакция на выходе ПЗС сенсора будет «вялая», и система автоматического управления, допустим диафрагмой, этого не почувствует, и при дальнейшем росте освещенности изображение с видеокамеры «заплывет» в белое. С другой стороны, если мы выберем рабочую точку существенно ниже, например 0,4 лк, то выходной сигнал упадет в два раза, и формально отношение сигнал/шум уменьшится на 6 дБ, хотя при этом система автоматического диафрагмирования будет работать прекрасно.

Итак, как следует из световой характеристики, собственно ПЗС сенсор обеспечивает линейное преобразование свет-сигнал в весьма ограниченном диапазоне освещенностей. Естественные же освещенности изменяются в

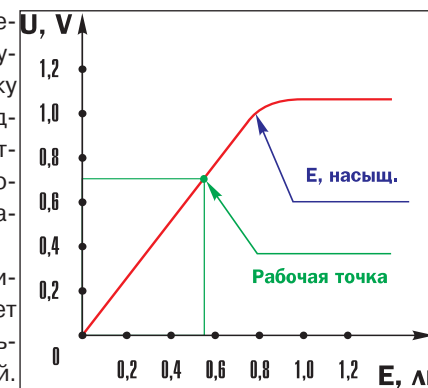


Рис. 2. Световая характеристика ПЗС

очень широких пределах, от 0,005 до 100 000 люкс [2], и для обеспечения работоспособности видеокамеры в таких условиях в ТК предусмотрены технические средства изменения чувствительности. Работа этих средств направлена на нормирование уровня видеосигнала на выходе телевизионной камеры, в целях обеспечения, при воспроизведении на мониторе, изображения нормированной яркости, позволяющего оператору качественно выполнять поставленные перед ним задачи.

Изменение освещённости в сторону уменьшения от рабочей точки приводит к снижению величины выходного сигнала и в видеотракте ТК, это снижение парируется схемой автоматической регулировки усиления (APY). В связи с тем, что собственный уровень шума ТК практически не зависит от освещённости, то, при уменьшении последней, на выходе схемы APY происходит снижение С/Ш приблизительно на столько же дБ, на сколько повышается коэффициент усиления в видеотракте усилителем APY. В связи с этим, глубину усиления APY закладывают невысокой, порядка 14–17 дБ: это величина зависит от запасов предоставляемых ПЗС сенсором. Как правило, этот запас определяется размером светочувствительного элемента, то есть у ПЗС сенсоров размером 1" он самый высокий. Если глубину усиления APY выбрать значительно больше (такая возможность представляется обычно на дешевых камерах, для придания им «большого веса»), то, при закрытом объективе ТК, на экране монитора будет наблюдаться неприятная для глаза шумовая картинка.

В целях стабилизации величины видеосигнала на выходе ТК, при изменении освещённости в сторону увеличения от рабочей точки, в ТК предусматривают средства управления чувствительностью (в сторону ее ослабления) или же средства ослабления светового потока. Способ управления чувствительностью ПЗС сенсора связан с изменением времени экспонирования AES (Automatic Electronic Shutter control), а точнее – времени накопления зарядов в сенсоре посредством управления задержкой момента начала интервала накопления. Ослабление же светового потока возможно с помощью различных оптических средств, лучшим из которых, по-видимому, является обычная диафрагма. Свидетельством тому служит её повсеместное использование.

Механизмы управления чувствительностью APY и AES реализованы непосредственно в видеокамере и настроены и отрегулированы в заводских условиях. На практике допускается только их включение или выключение. Кроме того, во включенном состоянии в дорогих ТК предоставляется возможность переключения номинала глубины усиления APY, а в AES установка одного из номиналов постоянного времени электронной выдержки.

Совершенно по-особому обстоит дело с настройкой системы автоматического диафрагмирования. Формально настройка заключается в выставлении размаха композитного видеосигнала (pick to pick) на выходе ТК величиной в 1 В. Для этого в ТК имеется потенциометр «LVL», который управляет диафрагмой объектива с прямым приводом (Direct Drive). Если же в ТК используется объектив с управлением от видеосигнала (Auto Iris), то потенциометр «LVL» располагается непосредственно на объективе. Операция выставления уровня довольно просто выполняется на видеокамере с цифровой обработкой видеосигнала, имеющих, как правило, в своём составе индикатор уровня видеосигнала. Так, в видеокамере LTC 0355 фирмы «Philips» в режиме

настройки (default mode) на мониторе отображается линейная шкала «SET LVL» (рис. 3).

Вращением потенциометра «LVL» метку (на рисунке обозначена красным цветом) необходимо поместить в середину линейной шкалы (на рисунке обозначена жёлтым цветом). В дорогих цифровых видеокамерах, например LTC 0500 той же фирмы, показания индикатора уровня видеосигнала на экране монитора отображаются в цифре (рис. 4), при этом номиналу соответствует «0», недостаток уровня отображается цифрой со знаком (-), а избыток – положительной цифрой.

В аналоговых ТК измеритель уровня видеосигнала отсутствует, и настройку уровня видеосигнала на выходе телевизионной камеры обычно производят по осциллограмме на экране осциллоскопа. Обеспечить достаточную точность измерения в этом случае не всегда удаётся, и существует большой риск попасть в оговоренные выше ситуации, связанные с неправильным выбором рабочей точки на световой характеристике ПЗС сенсора. В связи с этим, удобно воспользоваться заводскими установками в видеокамере, а осциллоскоп при этом использовать как средство сравнения уровней видеосигнала. Имеется в виду следующее. Учитывая, что уровень видеосигнала выставлен на заводе для системы электронного экспонирования (Auto Shutter) правильно, необходимо при принудительно открытой диафрагме (например, с помощью батарейки «Крона» [1]) и работе «Auto Shutter» измерить осциллоскопом уровень сигнала. Затем (на том же сюжете, не меняя положения камеры) точно такой же уровень выставить потенциометром «LVL» при включённом приводе диафрагмы объектива.

Достаточно опытные регулировщики вообще не пользуются осциллоскопом, а выставляют уровень видеосигнала по изображению на мониторе. Делается это так. Потенциометр «LVL», вращая против часовой стрелки, устанавливают в положение минимального уровня, при этом диафрагма полностью закрывается, а на мониторе воспроизводится зашумленное малоконтрастное изображение. Это происходит потому, что APY видеокамеры при закрытой диафрагме, как правило, активизируется, обеспечивая максимальный коэффициент усиления видеотракта. Медленно вращая потенциометр «LVL» по часовой стрелке, увеличивают контраст изображения на мониторе, при этом наблюдается значительное уменьшение шумов. И в положении,

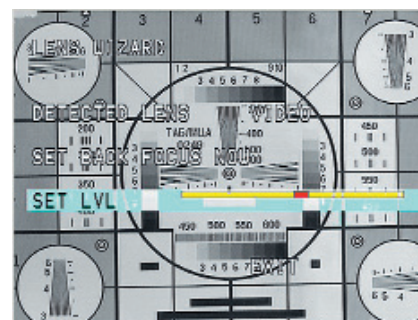


Рис. 3. Настройка уровня (LVL) по шкале

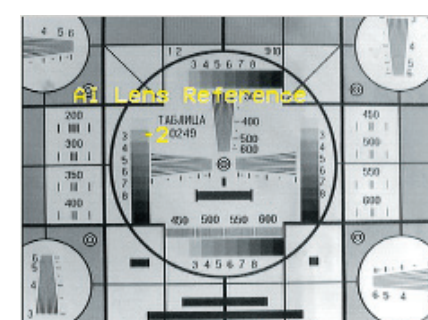


Рис. 4. Настройка по цифровой индикации

когда начнётся «расплывание» изображения на самых освещённых участках, следует остановиться. Момент «расплывания» достаточно уверенно надо почувствовать, а затем, слегка вращая потенциометр «LVL», против часовой стрелки, убрать «расплывание». Это и будет та искомая рабочая точка на световой характеристике ПЗС сенсора, которая обеспечит оптимальную настройку.

Вообще-то настройка диафрагмы ТВ камер непосредственно на объекте – задача хлопотная. На это можно решиться, если камер немного и они легко доступны для настройки. В любом другом случае задачу можно значительно облегчить, если настройку видеокамеры провести в лабораторных условиях. Предлагаем вниманию читателя некоторые рекомендации и ориентировочный перечень действий регулировщика.

**1** При настройке в качестве тестового объекта наблюдения используйте телевизионные испытательные таблицы или равномерно освещенные сцены с высоким контрастом. Не допускайте попадания в поле зрения ТВ камеры прямых источников света, их зеркальных отражений, ярких бликов.

**2** Начальную регулировку уровня производите при максимальной пиковой оценке уровня видеосигнала, для чего поставьте потенциометр «ALC» (Automatic Light Level Control) в крайнее положение «РК».

**3** Уровень 1 В в «белом», относительно уровня вершин синхроимпульсов, контролируйте на осциллооскопе при развертке одного, двух, но не более полей видеосигнала. Регулировку уровня производите потенциометром «LVL», не допуская по осциллограмме ограничения «сверху» пиковых значений видеосигнала.

**4** Введите в поле зрения ТВ камеры светящийся объект (лампочку, фонарик, светодиод и пр.) и, перемещая его вдоль оси поля зрения камеры, добейтесь размеров объекта на мониторе 3–5% от высоты раstra (не играет роли тот факт, что объект при этом окажется не в фокусе). Медленно поворачивая потенциометр «ALC» в направлении «AV», остановитесь на моменте начала ограничения по «белому» видеосигнала от светящегося объекта. При такой регулировке преднамеренное направление света от точечного источника в ТВ камеру не приведет ее к ослеплению, а на объектах, больших по размерам, будут просматриваться детали, что важно в процессах обнаружения и опознавания.

**5** Уберите светящийся объект из поля зрения камеры и при выбранном положении потенциометра «ALC» окончательно выставьте уровень видеосигнала 1 В, не забывая, что выход видеосигнала ТВ камеры должен иметь нагрузку 75 Ом.

Оптимальное положение регулировки потенциометра «ALC» окончательно нужно установить непосредственно на объекте после установки видеокамеры, добиваясь наиболее контрастной картинки на мониторе. Это желательно сделать, но только для стационарных ТВ камер. Для купольных видеокамер и видеокамер на поворотных

устройствах лучше оставить регулировку, выполненную в лабораторных условиях. Практика показывает, что никогда не следует оставлять потенциометр «ALC» в крайнем положении «РК». Дело в том, что при незначительных по площади, но значительных по уровню ярких изменений на объекте (бликах, световых вспышках), происходит изменение величины уровня регистрируемого видеосигнала, и это обстоятельство приводит к неустойчивости в системе автоматического диафрагмирования. Это особенно опасно для подвижных видеокамер, в которых вероятность захвата световых бликов при движении весьма высока. Неустойчивость системы проявляется в виде мелькания средней яркости изображения на мониторе после захвата камерой яркого блика (иногда мелькание может быть довольно продолжительным).

Итак, правильно настроенная система автоматического диафрагмирования на стадии сдачи объекта в эксплуатацию – залог спокойной жизни инсталлятора в будущем.