

ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛА В СОВРЕМЕННЫХ ЦВЕТНЫХ ТЕЛЕКАМЕРАХ

В современном телевидении на камеры накладываются помимо основной функции (преобразование свет-сигнал) также осуществление необходимых коррекций изображения.

Хотя управление всеми основными функциями доступно и на самой камере, основные операции производятся не операторами, а инженерами посредством ОСП (operation control panel) удаленно. Камерный тракт в таком случае выглядит так: камера – базовая станция, ОСП (рисунок 1).



Рисунок 1. Камерный тракт.

Объектив камеры представляет собой систему линз, основная задача которых – спроецировать изображение на плоскость, а конкретнее на ПЗС-матрицу. В объективах регулируется плоскость фокусировки, трансфокация и диафрагма. Диафрагма регулирует поток света, падающий на ПЗС-матрицу. Чем меньше отверстие, тем меньше попадает на ПЗС-матрицу света. И, соответственно, наоборот. Степень закрытия/открытия диафрагмы на ОСП характеризуется диафрагменным числом. Это отношение заднего фокусного расстояния к диаметру входного зрачка объектива. То есть, максимально открытому объективу соответствует минимальное значение диафрагменного числа. В таких случаях контраст изображения, проецированного на ПЗС-матрицу, будет превышать допустимый диапазон, то есть уровень сигнала белого превысит стандартные 0.7 Вольт. Чем больше диафрагменное число, тем выше качество изображения. Это видно из формулы (1) и поясняющего её рисунка 2 ($K_1 < K_2$). Большее значение диафрагменного числа соответствует большей глубине резкости и большей четкости ТВ изображения. [1]

$$K = f/D \quad (1)$$

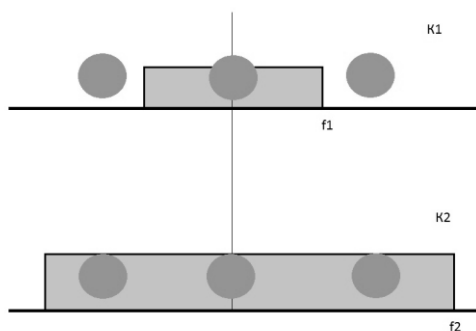


Рисунок 2. Зависимость резкости изображения от диафрагменного числа.

Обычно в студиях значение диафрагменного числа находится в диапазоне 3.0 – 5.5. Объективы обычно снабжаются набором светофильтров. Разные источники света обладают разной цветовой температурой. Несоответствие светофильтра источнику освещения будет приводить к неправильной передаче цветов. Особенно это будет заметно на белых участках изображения. Происходит это по следующей причине: для передачи белого цвета «белым» необходимо чтобы уровень трех сигналов (R,G,B) был одинаковым. Но при различных температурах уровень трех составляющих в белом цвете неодинаков.

И, например, если выбрать светофильтр на 5000К при температуре источника света в 1200К, белые участки в структуре ТВ изображения покраснеют. [2]

Камерная головка.

С выхода объектива сигнал изображения поступает на ПЗС-матрицу. В современных камерах преобразователь «свет-сигнал» состоит из трех небольших матриц – по одной на каждый из основных цветов. Исходный световой поток разделяется на отдельные составляющие с помощью специальной призмы. Также на ПЗС-матрицы поступают сигналы синхронизации. Сигнал изображения с выхода каждой

из ПЗС-матриц поступает на входы предварительных усилителей. Эти усилители регулируются с ОСР по отдельности. Так же, здесь находится электронный obtюратор. Он имитирует затвор камеры (периодически, с достаточно высокой частотой, перекрывает световой поток). Obtюратор используется в тех случаях, когда в студии или в помещении, в котором проводится съемка, находятся какие-либо мониторы (например, плазма, компьютер или видеостена). Если частота мерцаний экрана будет выше частоты obtюратора камеры, то на её выходе будут заметны раздражающие мерцания. После платы предварительных усилителей, сигнал поступает в пре-процессор, где подвергается шейдинг- и флир-коррекции. Шейдинг-коррекция черного устраняет неравномерность уровня черного сигналов RGB. Флир-коррекция уравнивает все три уровня черного между собой. Полученные сигналы подвергают АЦП. Дальнейшую обработку сигналов основных цветов осуществляется уже в цифровой форме.

Возможности современных телекамер.

Баланс белого.

При съемке белого объекта отношение зеленого, красного и синего на выходе видеокамеры для получения белого цвета должно быть 1:1:1. Такое отношение должно быть одинаковым для любого источника света. Спектральное распределение света различно у разных источников света. Это означает, что спектральное распределение света, который отражается от белого объекта и входит в призму камеры, будет меняться в зависимости от источника света. В результате, сигнал на выходе красного, синего и зеленого ПЗС будет меняться в зависимости от того, при каком источнике света идет съемка. Например, при съемке белого объекта с температурой 3200 К (рисунок 3), сигнал на выходе синего ПЗС будет очень маленький, а на выходе красного и зеленого ПЗС наоборот, очень большим. При температуре объекта 5600 К отношение сигналов будет другое. Как было сказано выше, белый цвет можно получить только при определенном отношении красного, синего и зеленого (1:1:1), и поэтому на выходе ПЗС должна быть произведена коррекция. Во втором примере (температура объекта 5600 К), коэффициент усиления синего сигнала должен быть меньше единицы, чтобы все три цветовых сигнала были одинаковы по амплитуде. Такая коррекция и называется балансом белого. Баланс белого достигается регулировкой коэффициентов усиления составляющих сигнала, в зависимости от цвета источника света, для получения соотношения красного, синего и зеленого сигналов 1:1:1. Важно также то, что если уже произведена такая настройка, то другие цвета, как правило, тоже оказываются скорректированными. Если камера используется на природе, то баланс белого следует производить часто, так как цветовая температура меняется довольно быстро.

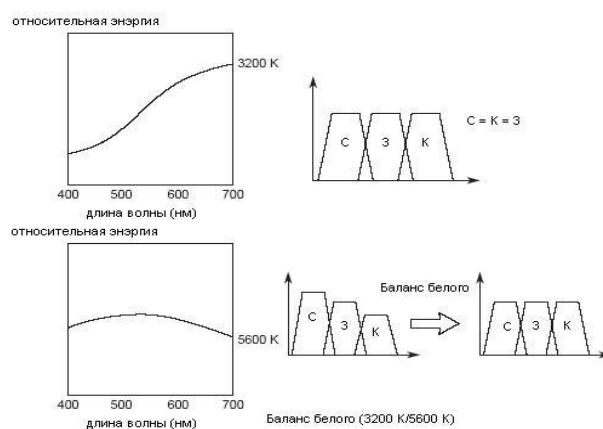


Рисунок 3. Баланс белого при различных цветовых температурах.

Баланс черного.

Для того чтобы камера точно воспроизводила цвета, так же важно, чтобы при закрытом объективе передавался чистый черный цвет без каких-либо оттенков. Это требует точного соответствия уровня черного для сигналов R, G, B. Многие камеры имеют функцию Автоматического Баланса Черного, которая при активации автоматически закрывает диафрагму объектива и проводит коррекцию уровня черного сигналов R, G, B.

Опорный уровень черного. (Master Black).

Опорный уровень, который так же называется Master Black, это абсолютный уровень черного или самый темный черный цвет, который может воспроизвести камера. На большинстве камер опорный уровень устанавливается путем смещения настройки уровня. Опорный уровень отражает самый низкий доступный уровень сигнала, который служит отправной точкой для всех других. Если опорный уровень выбран слишком низким из-за неправильной настройки, изображение получится темнее, чем оно должно быть на самом деле (картинка будет очень черной и «тяжелой»). Если же опорный уровень выбран слишком высоким, изображение получится светлее, чем есть нужно (картинка будет выглядеть туманной и недостаточно контрастной). Большим плюсом является то, что можно увеличить ясность изображения, если проводилась съемка при туманной погоде или через окно, понизив опорный уровень. [3]

Функция деталей телесного тона (Skin Tone Detail).

Функция деталей телесного тона - это функция, которая позволяет производить коррекцию цвета кожи человека, не трогая настройки на других участках. Изначально она была создана для уменьшения нежелательного повышения качества сигнала при передаче изображения человеческой кожи (например, для устранения морщин). Остается только информация о цвете кожи, а все мелкие детали убираются. Последние версии профессиональных видеокамер Sony обладают функцией Triple Skin Tone Detail (3-канальная система коррекции деталей по цвету лица), которая позволяет осуществлять независимую коррекцию в трех отдельных областях. Это повышает возможности функции деталей телесного тона – можно выбрать одну цветовую область для снижения уровня детализации (кожа человека), а так же ещё два каких-либо объекта для снижения или увеличения уровня детализации.[3]

Коленная коррекция и растягивание черного (Knee correction and black stretch).

При съемке против света, например, портрет человека перед залитым светом окном, все ещё можно разобрать детали лица, комнаты и пейзажа за окном. Это происходит потому, что человеческий глаз может обрабатывать широкий динамический диапазон. Однако, с камерами дело обстоит иначе, так как диапазон сигнала на выходе ограничен. Поэтому если диафрагма объектива была настроена на правильное воспроизведение оттенков кожи, яркие области изображения не попадут в динамический диапазон камеры и будут искажены. И наоборот, если диафрагма была настроена на яркие объекты, уровень видеоизображения человеческой кожи будет очень низким и казаться излишне темным. Для того чтобы изображение воспроизводилось как можно более натурально (так, как видит человеческий глаз), была введена функция «коленная коррекция», которая сегодня используется во многих видеокамерах. «Коленная коррекция» сжимает широкий динамический диапазон видеосигналов так, чтобы он попал в выделенные стандартом рамки. Уровень видеосигнала, до которого происходит сжатия, называется точкой перегиба. Как видно на рисунке 4, сигнал выше точки перегиба компрессируется для более плавного перехода. Таким образом, некоторые подробности в областях выше точки перегиба все ещё различимы – динамический диапазон камеры расширился.[3]



Рисунок 4. Коленная коррекция.

Растягивание черного.

По аналогии с коленной коррекцией, существует и «растягивание» черного, black stretch. Она используется, когда диапазон черного цвета очень мал и надо его расширить. Передаточная характеристика снова изгибается, но в отличие от коленной коррекции не в верхней, а в нижней части.

Библиографический список

1. Эффект глубины резкости. FotoZoom.ru. 24.02.2004.
2. <http://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials/white-balance.htm>
3. Toshitaks Ikumo. The Basics of Camera Technologies. Sony. 2003.

D. P. LUCKYANOV

LINEAR AND NONLINEAR TRANSFORMATIONS OF SIGNAL IN MODERN COLOR TV-CAMERAS

One of the main elements, forming TV-signal, is a TV-camera. Modern color TV-cameras are high technologic device. Besides the main function (light-signal transformation), many important corrections are spent also in the cameras. For example, knee-correction, shading correction etc.