

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ВИДЕОКАМЕР

Видеокамера представляет собой объединенные в одном корпусе малогабаритную телевизионную камеру и малогабаритный видеомаягнитофон. Общепринятое в мире наименование - камкордер (camcorder - camera-recorder). Видеокамеры обычно компактны по конструкции, легки и рассчитаны на ручную переноску и съемку с рук или с плеча. Объединение в одном устройстве телекамеры и ВМ повышает мобильность и значительно расширяет возможности съемки в автономном режиме, что весьма существенно, например, для видеожурналистики или любительских съемок. ВМ, входящие в состав любительских видеокамер, способны работать как в режиме записи, так и воспроизведения, обеспечивая просмотр и прослушивание снятого материала на обычном телевизоре или на специальных аудиовизуальных устройствах. Развитие и совершенствование видеокамер проходило по двум линиям: по линии телекамер и по линии видеомаягнитофонов.

Телекамеры по назначению можно подразделить на профессиональные (студийные, для внестудийного производства и для телевизионной журналистики), полупрофессиональные и бытовые (любительские). Главные различия здесь заключаются в качестве получаемого изображения (у студийных камер оно должно быть самым высоким) и, кроме того, в функциональных возможностях, степени автоматизации, удобстве в работе, массогабаритных показателях, потреблении электроэнергии и др.

К оптической части видеокамер предъявляются те же основные требования, что и к фото-, кино- и телекамерам: высокая светосила объектива; высокая разрешающая способность (для матриц ПЗС - приборов с зарядовой связью - это связано с количеством элементов); большой диапазон изменения фокусного расстояния (для объектива с переменным фокусным расстоянием ОПФ).

Очень распространены в видеокамерах система автоматической фокусировки и система автоматического управления диафрагмой. Достигнутые в настоящее время в видеокамерах высокая светосила объектива и высокая чувствительность преобразователя свет/сигнал на ПЗС позволяют производить видеосъемку в условиях очень низкой освещенности объекта съемки - порядка нескольких (2...7) люкс. Разрешающая способность лучших видеокамер достигает 700 твл и более, отношение сигнал/шум по изображению - 60.. 62 дБ.

Многие камеры оснащены так называемой системой «электронный затвор» с возможностью изменения «выдержки». Выбор коротких (1/2000...1/1000 с) выдержек позволяет уменьшить смазывание изображения при видеосъемках быстродвижущихся объектов. При движении видеокамеры качество изображения по устойчивости может быть улучшено за счет применения встроенной электронной системы стабилизации изображения.

Функциональные возможности видеокамер в настоящее время расширяются благодаря успехам микроэлектроники. Появились встроенные системы синтеза титров, электронного монтажа, дополнительного озвучивания и др. Улучшились сервисные возможности видеокамеры, вплоть до встроенных систем диагностики

неисправностей.

Бытовые видеокамеры относительно просты по конструкции и несложны в эксплуатации, отличаются повышенной надежностью и стабильностью параметров. Встроенная портативная аккумуляторная батарея обеспечивает непрерывную запись на одной кассете продолжительностью до 4 ч. Стоимость бытовых видеокамер невелика и обычно доступна широкому кругу покупателей в развитых странах. Но качество изображения, как правило, уступает качеству, требуемому для TV-вещания. Однако в последнее время все большее распространение получают бытовые видеокамеры более высокого класса (и соответственно более дорогие), качество изображения которых уже вполне сопоставимо с профессиональным. Их поэтому иногда называют полупрофессиональными и используют, например, для оперативных телерепортажей.

Структурная схема видеокамеры

На рис. 1 представлены основные функциональные блоки видеокамеры.

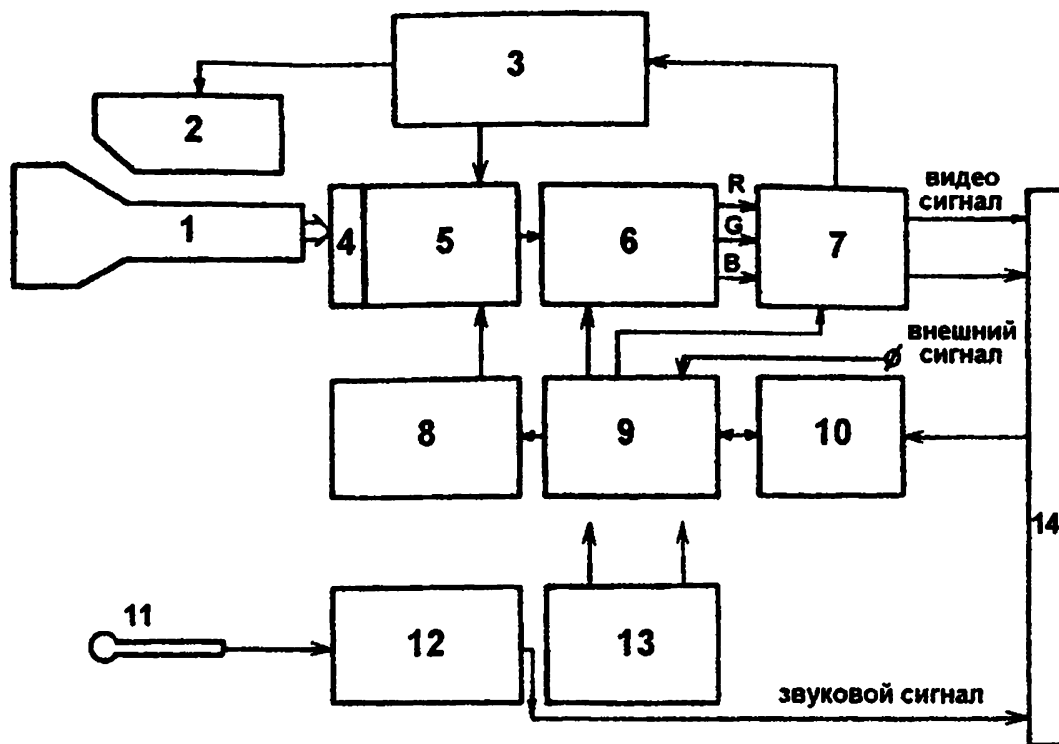


Рис. 1. Основные функциональные блоки видеокамеры:

1 - объектив; 2 - автоматическая фокусировка и установка диафрагмы; 3 - система управления; 4 - светофильтр; 5 - преобразователь свет/сигнал; 6 - декодер; 7 - блок коррекции; 8 - генераторы отклонения и питания электродов преобразователя; 9 - система синхронизации; 10- система контроля и индикации; 11 - микрофон; 12 - система звукового сопровождения; 13 - система питания; 14 - видеомэгафон.

В конструкции видеокамеры можно выделить следующие основные функциональные системы.

Система синхронизации обеспечивает временное согласование работы всех систем и блоков камеры в различных режимах работы.

Система управления осуществляет формирование (в автоматическом режиме) или преобразование (в ручном режиме) команд и управляющих сигналов для регулировки параметров камеры и ее отдельных систем. Регулировка производится по инициативе оператора либо при изменении условий съемки, например уровня освещенности.

Система контроля и индикации предназначена для обеспечения визуального контроля состояния камеры и параметров формируемых видеосигналов, а также настройки камеры и диагностики неисправностей. Она состоит из видоискателя и ряда световых индикаторов. По экрану видоискателя контролируется содержание снимаемого изображения. На нем также может быть просмотрено изображение, записанное на встроенный ВМ.

Система звукового сопровождения формирует звуковой сигнал с помощью встроенного или внешнего микрофона, обрабатывает его и записывает на ленту видеокассеты.

Система питания обеспечивает формирование различных номиналов напряжения, необходимых для работы всех систем камеры. Первичным источником питания может быть как встроенная аккумуляторная батарея, так и электрическая сеть переменного тока.

Оптическое изображение, представляющее собой световой поток, отраженный от объекта съемки, фокусируется с помощью объектива на светочувствительной поверхности преобразователя свет/сигнал, перед которым установлены растровые кодирующие светофильтры. Электрический сигнал с выхода преобразователя, содержащий информацию как о яркостной составляющей снимаемой сцены, так и о ее цветовом содержании, подается на декодер, где происходит декодирование видеосигнала и разделение его компонентов, в результате чего на блок последующей обработки подаются три видеосигнала (**R, G, B**), соответствующие изображению трех первичных цветов: красного, зеленого и синего. Затем в блоке коррекции производится исправление искажений, вносимых оптической системой и преобразователем свет/сигнал. После сложения с импульсами синхронизации и гашения видеосигналы преобразуются в формат, удобный для видеозаписи, и поступают в тракты внутреннего ВМ. Полный цветной ТВ сигнал снимаемого изображения, кодированный в соответствии с определенным стандартом (PAL, SECAM, NTSC), контролируется на экране электронного видоискателя и поступает на выходное гнездо, что позволяет, в случае необходимости, записывать его на внешнем ВМ.

В блоке встроенного малогабаритного видеоманитфона осуществляется оптимизация и преобразование сигналов яркости и цветности к виду, удобному для записи их на магнитную ленту. Так же, как и в блоке малогабаритной телевизионной камеры, в блоке ВМ обработка сигналов изображения осуществляется отдельно. После преобразования оба сигнала в бытовых аппаратах суммируются и подаются на вращающиеся видеоголовки, которыми и

осуществляется запись сигналов изображения на магнитную ленту. На ленту также записываются сигналы звукового сопровождения от встроенного в видеокамеру микрофона либо от внешнего микрофона, установленного у объекта съемки.

В режиме воспроизведения считанный с ленты сигнал восстанавливается в полный цветовой телевизионный сигнал, контролировать который можно по экрану электронного видоискателя с целью оценки качества записи, для демонстрации или последующего монтажа. Особенно важна возможность оперативного просмотра отснятого материала при монтаже во время съемки.

Рассмотрим вкратце особенности некоторых основных устройств и режимов видеокамер.

Объективы бытовых видеокамер обычно имеют переменное фокусное расстояние (такой объектив называется «вариообъективом»). Оно позволяет осуществить плавное изменение масштаба изображения (совершать «наезд»). Масштаб изменяется вручную. Фокусировка при этом сохраняется.

Часто в видеокамерах используют два объектива - вариообъективом и объектив с фиксированным фокусным расстоянием. Последний может быть как широкоугольным, позволяющим уместить в одном кадре большую сцену, так и узкоугольным, дающим возможность снимать отдельные предметы, в том числе и удаленные, крупным планом. Как правило, качество изображения, полученного с помощью объективов с фиксированным фокусным расстоянием, выше, чем качество изображения, снятого вариообъективом, но вариообъективы значительно удобней в работе.

Видоискатели могут быть как оптическими, так и электронными. Оптические обеспечивают изображение снимаемого объекта в естественных цветах, которое точно соответствует тому, что попадает в поле зрения объектива. Это обстоятельство позволяет точно сфокусировать объектив на объекте съемки. Примером видоискателя такого типа является система TTL (through the lens—сквозь объектив). В ней свет попадает на видоискатель непосредственно через объектив. Кроме всего прочего, оптические видоискатели позволяют наблюдать снимаемую сцену даже тогда, когда камера выключена.

Основной недостаток оптических видоискателей - невозможность наблюдать реальное изображение, формируемое камерой, так как исключена возможность просмотра уже отснятого материала.

Большинство современных видеокамер снабжено электронным видоискателем. Его экран представляет собой обычно черно-белый дисплей на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ). Наиболее распространенный ее размер - 38 мм по диагонали. С помощью такого видоискателя можно не только оценить фокусировку и общую композицию снимаемых сцен, но и правильно выбрать экспозицию, определить и установить баланс цветов и их насыщенность в формируемом изображении.

На экран электронного видоискателя может быть выведена также вся необходимая индикация, в том числе и информация о состоянии и работе камеры. Эта информация выводится с помощью микропроцессора по определенной программе или при нажатии соответствующих кнопок управления режимами.

Кроме того, во многих видеокамерах может вырабатываться дополнительная информация, которую можно ввести в записываемое изображение. Типичный пример - дата и время съемки. Они формируются с помощью встроенных электронных часов. В некоторых моделях имеются генераторы символов, позволяющие формировать и записывать титры. Число цветов раскраски титров - до восьми. Вся эта информация отображается на экране электронного видеодискателя. Конструкция видеодискателя позволяет легко поворачивать его вверх-вниз и сдвигать в сторону для обеспечения большей гибкости при съемке.

Многие видеодискатели снабжены устройствами подчеркивания контуров, что позволяет более точно выставить фокусировку. На работу самой камеры эти схемы не влияют.

Цветной видеодискатель обеспечивает наиболее естественное восприятие сцены и упрощает выделение объектов по цветовому признаку (например, красный автомобиль на стоянке среди однотипных машин). При достоверной цветопередаче такой видеодискатель обеспечивает и удобную ручную настройку баланса белого. В то же время большинство цветных видеодискателей имеет меньшую четкость, чем у черно-белых, и не обеспечивают высокую точность при ручной фокусировке. Однозначное преимущество перед черно-белым имеет только «прецизионный» цветной видеодискатель с количеством элементов 160...180 тыс., совмещающий достоинства обоих типов, но встречается он только у дорогих моделей.

Нужно отметить одну существенную возможность, предоставляемую оператору благодаря электронному видеодискателю. При использовании для создания специальных видеоэффектов двух синхронно работающих камер на экранах видеодискателей удобно контролировать эту совместную работу. Например, одна камера снимает географическую карту, а вторая формирует названия отдельных стран или городов. Благодаря такой возможности можно безошибочно монтировать эти два изображения, масштабировать их относительно друг друга и перемещать в пределах ТВ-экрана. При этом не требуется специальных ТВ-мониторов и отпадает необходимость операторам работать в интерактивном режиме, что значительно усложнило бы весь процесс съемки.

К недостаткам электронного видеодискателя можно отнести то, что он потребляет энергию от батарей питания в течение всего времени работы камеры, т. е. находится постоянно во включенном состоянии. Если изображение на экране видеодискателя черно-белое, то у оператора нет уверенности в том, что цвета снимаемого изображения не подверглись искажению. Кроме того, из-за малых размеров экрана можно не заметить некоторых ненужных деталей в снимаемой сцене, которые затем могут явственно обнаружиться при просмотре на большом экране монитора или телевизора.

Поэтому главное назначение жидкокристаллического экрана - более удобное визирование при съемке. ЖК-экран позволяет оператору держать камеру на некотором расстоянии от себя под произвольным углом (вплоть до «самосъемки» - с разворотом на 180°) и обеспечивает съемку в ситуациях, когда визирование в видеодискатель невозможно. Перечислим основные характеристики экрана, на которые следует обратить внимание при выборе. Размер: чем больше, тем лучше,

но каждый дюйм связан с дополнительным расходом энергии (разумная величина - 3 дюйма по диагонали). Допустимый поворот: экран должен разворачиваться (как минимум) вбок - на 90°, вокруг горизонтальной оси - на 180...270° с сохранением правильной ориентации картинка. Хорошая четкость «картинки» на экране с диагональю 3 дюйма обеспечивается при 120 тыс. активных элементов, отличная - при 180... 190 тыс. Для съемки в солнечный день экран должен иметь запас регулировки по яркости.

Звуковое сопровождение. Большинство видеокамер имеет встроенный микрофон или гнездо для подключения внешнего микрофона. Встроенный микрофон обычно либо устанавливается в рукоятку камеры, либо размещается на конце телескопического стержня, который может выдвигаться вперед, перемещая микрофон на некоторое расстояние перед камерой. Пористый защитный чехол, надеваемый на микрофон, не только предохраняет его от пыли и механических повреждений, но и предотвращает запись от нежелательных внешних шумов, например шума ветра.

Подключив к гнезду «контроль звука» головной телефон, можно прослушивать качество записываемого звука во время съемки. Так же может быть прослушан и звук, записанный на встроенный ВМ.

Встроенный в камеру ВМ обладает всеми обычными функциями: запись, воспроизведение, пауза, стоп-кадр, поиск нужного фрагмента, перемотка вперед и назад, стоп, выброс кассеты, трекинг (точное слежение за видеодорожкой).

Схемы электронной памяти. Все большее число современных видеокамер снабжается схемами электронной памяти. Обычно эти схемы имеют собственный автономный источник питания, например небольшую литиевую батарею. Они обеспечивают постоянную работу часов и календаря, запоминают ряд регулировок и параметров камеры, контролируют их и поддерживают в оптимальном режиме, даже если сама камера выключена или находится в дежурном режиме.

Дежурный режим. Переключатель отключает большую часть схем и блоков видеокамеры, кроме преобразователя свет/сигнал и устройства управления объективом. Это делается для того, чтобы не расходовать энергию батарей питания в то время, когда съемка не проводится. После отключения дежурного режима видеокамера в течение нескольких секунд переходит в рабочий режим.

Индикация в видеокамерах. Большинство индикаторов обычно совмещено с экраном электронного видискателя, поскольку в основном на нем концентрируется внимание оператора во время съемок. Индикаторы могут иметь вид как простых световых сигналов, предупреждающих об ошибках или аварийных ситуациях, так и букв, слов, цифр, графиков и таблиц. Обычно в видеокамерах индицируются:

- **экспозиция.** При недостаточной или избыточной освещенности загорается сигнальная лампа-индикатор;
- **уровень видеосигнала.** На экран видискателя выдается информация об уровне;

- *усиление видеосигнала.* Индикатор светится при слишком большом усилении;
- *состояние батареи питания.* Индикатор работает, когда батарея разряжается до уровня, требующего ее подзарядки или замены;
- *баланс белого.* Показывает правильность установки баланса белого или сообщает о необходимости корректировки;
- *состояние видеомэгнитофона.* Высвечивается режим, в котором находится видеомэгнитофон, а именно: запись, воспроизведение и т. д. При подходе ленты в кассете к концу включается специальный предупреждающий индикатор.

Встроенные тесты и настроечные таблицы. Как известно, видеокамера формирует изображение из сигналов красного, зеленого и синего цветов. Если эти сигналы рассогласованы или неточно совмещены в необходимых пропорциях, то в итоговом изображении будут присутствовать различные дефекты, например цветные окантовки контуров, плохая резкость по полю изображения, искажения цвета и т. д. Для корректировки этого используют:

- *Тест-карты* — испытательные таблицы различных цветных градаций и полос. Применяются для проверки возможности воспроизведения цветовых полутонов и разрешения мелких деталей.

- *Цветные полосы* - специальная тест-таблица из вертикальных полос для проверки и регулировки канала цветности видеокамеры; присутствуют полосы белого, желтого, цианового (сине-зеленого), зеленого, пурпурного, красного, синего и черного цветов.

- *Сетчатое поле* - специальная тест-таблица с пересекающимися линиями для проверки и регулировки линейности и геометрических искажений, а также цветных окантовок в изображении.

Электропитание. Для нормальной работы видеокамеры требуется источник питания постоянного тока напряжением 12 В. Обычно в качестве него используются быстро подвешиваемые батареи гальванических элементов или аккумулятор. Если съемка производится неподалеку от сети переменного тока, то можно использовать специальный адаптер, преобразующий переменное напряжение сети 100...240 В в постоянное напряжение 12 В. При пользовании батареей питания следует иметь в виду, что все схемы и устройства камеры являются потребителями энергии. Поэтому необходимо либо выключать камеру в то время, когда не происходит съемка, либо переводить ее в дежурный режим. Иначе в самый неподходящий момент батарея может оказаться полностью разряженной.

Энергообеспеченность определяется тремя параметрами: энергопотреблением камеры, емкостью аккумулятора и напряжением питания. Реальная величина времени непрерывной съемки всегда меньше максимальной, так как напряжение аккумулятора при разряде падает, холодный или старый аккумулятор может иметь емкость меньше паспортной, а потребление камеры оказывается выше (оператор включает-выключает камеру, пользуется трансфокактором и др. устройствами). Большое значение имеет тип используемого аккумулятора. В продаже можно

встретить 3 основных типа: никель-кадмиевые (Ni-Cd), никель-металлгидридные (NiMH), литий-ионные (Li-Ion). **Никель-кадмиевые аккумуляторы** наиболее дешевы, при правильной эксплуатации допускают большое количество циклов перезарядки и высокий ток разряда, относительно устойчивы к холоду и ударам. Главные минусы: невысокая плотность заряда (наибольшие габариты) и возможное снижение емкости в процессе эксплуатации. Старые Ni-Cd-батареи необходимо было полностью разряжать перед зарядкой, в противном случае батарея отдавала только заряд, полученный в ходе последней подзарядки («эффект памяти»). В современных батареях явно этот эффект не проявляется, однако снижение емкости произойти может (при многократной подзарядке недоразряженной батареи, длительном хранении заряженной батареи и перезаряде).

Ni-MH немного дороже, но реже теряют емкость, имеют повышенную плотность заряда. В то же время они более капризны и требуют тщательного автоматического контроля при заряде, допускают меньшее количество перезарядок. **Li-Ion** - наиболее дорогие, но допускают подзарядку в любой момент времени, имеют очень высокую плотность заряда (малые габариты). **Li-Ion** аккумуляторы Sony InfoLITHIUM имеют встроенный процессор, передающий камере сравнительно точную информацию об оставшемся заряде. При выборе моделей рекомендуем в первую очередь обратить внимание именно на камеры с **Li-Ion** аккумуляторами.

К видеокамерам выпускается большое число дополнительных устройств, обычно приобретаемых отдельно. К ним относятся зарядные устройства, преобразователи радиочастоты для подключения видеокамеры к телевизору, миниатюрные цветные видеомониторы, носимые на руке, как браслеты, а также различные кабели, разъемы, адаптеры и пульты дистанционного управления.

Регулировки в видеокамерах

В видеокамерах имеется ряд органов предварительной настройки, которые используются для облегчения подготовки видеокамер к различным конкретным условиям съемки. Эти регулировки - автоматические с возможностью отключения автоматического режима и перехода к ручной регулировке.

Чувствительность. Любой телевизионной камере и видеокамере необходимо некоторое минимальное количество падающего на объект съемки света (уровень минимальной освещенности) для получения качественного изображения. Обычно это значение освещенности составляет около 2150 лк при относительном отверстии 1:4, однако для разных типов видеокамер и условий эксплуатации оно может существенно отличаться от этого значения. Если освещенность недостаточна, то для получения приемлемого качества изображения можно либо шире открыть отверстие диафрагмы, либо подключить схему усиления видеосигнала, поступающего от преобразователя свет/сигнал. Эта операция приводит к дополнительному повышению контрастности изображения и уменьшению отношения сигнал/шум. В большинстве видеокамер предусмотрены два добавочных регулятора, которые усиливают сигнал на 6 или 12 дБ. С помощью регулятора, усиливающего сигнал на 12дБ, можно осуществить съемку при освещенности в 80 лк.

Автоматическая установка баланса черного. После снятия заглушки с объектива соответствующая схема автоматически устанавливает эталонный уровень черного.

Автоматическая фокусировка устанавливает объектив на максимальную резкость ближайшего объекта, расположенного в пределах кадра. При этом схема, естественно, «не понимает», тот ли это объект, который необходимо заснять, или нет. Поэтому когда снимают динамичные объекты, находящиеся на разных расстояниях от видеокамеры, или когда надо сфокусироваться на объекте, размещенном в глубине сцены, то лучше переключиться на режим ручной регулировки.

Для автоматической фокусировки обычно используется источник инфракрасного (ИК) излучения. Направленный поток ИК-излучения отражается от ближайшего объекта и воспринимается датчиком. На основе разницы во времени прохождения луча от видеокамеры до объекта и обратно система вырабатывает информацию о расстоянии до объекта и соответствующее управляющее напряжение, под действием которого кольцо фокусировки поворачивается на необходимый угол. Система автоматической фокусировки приводится в действие нажатием специальной кнопки.

В некоторых случаях автоматическая фокусировка может не сработать, тогда изображение можно сфокусировать вручную.

Автоматическая установка диафрагмы. Автоматически устанавливает размер отверстия диафрагмы, обеспечивающего оптимальную интенсивность светового потока, проходящего через объектив и попадающего на мишень преобразователя свет/сигнал. Но она плохо реагирует на внезапные резкие изменения яркости или контрастности изображения, например при трансфокации («наезде») вариообъективом или резком включении источника света. Предвидя возможность подобных моментов, следует заранее установить регулятор в положение ручной настройки диафрагмы.

Автоматическая установка баланса белого. Баланс белого заключается в подборе усиления в каналах красного и синего цветов по отношению к усилению зеленого. Эти регулировки осуществляются изначально при изготовлении видеокамеры. Однако в некоторых условиях может возникнуть необходимость их изменения, что, как правило, происходит автоматически. Для этого достаточно направить видеокамеру на белый объект, отрегулировать масштаб изображения так, чтобы этот объект занимал не менее 80% его площади, после чего нажатием кнопки включить схему регулировки. В некоторых моделях эту регулировку можно выполнить и вручную. Установленный баланс белого сохраняется и при выключении видеокамеры благодаря специальной батарее подпитки памяти.

Если при данном освещении качество цветопередачи оказывается неудовлетворительным, то включается индикатор, указывающий на необходимость другого цветокорректирующего светофильтра.

Растягивание видеосигнала в области черного, или гамма-коррекция. В некоторых моделях видеокамер имеется схема, позволяющая увеличить число

градаций в передаче полутонов черного и серого цветов. Действие ее фактически обратное действию схемы сжатия контрастности, которая повышает и углубляет контрастность полутонов в изображении. При максимальном значении коэффициента гамма-коррекции (1,0) полутона получают наиболее контрастными, «грубыми» и «глубокими», а при минимальном (0,4) - обеспечивается воспроизведение наиболее «нежных» и «мягких» полутонов.

Функция «введения» и «выведения» изображения позволяет при необходимости сделать во время съемки изображение светлее или темнее. Одновременно с этим можно автоматически регулировать и уровень звука.

Инвертирование сигнала дает возможность изменить полутона и цвета изображения для создания специальных эффектов (например, негативного изображения).

Неравномерность фона по полю изображения. Выполняется электронная коррекция любых изменений яркости в изображении.

Коррекция бликов и засветки. Происходит электронная компенсация избыточной засветки за счет «осветления» слишком темных участков.

Далее рассмотрим вопросы, связанные с разработкой и созданием бытовых малогабаритных систем видеозаписи, хотя видеокамера может быть построена и по блочному принципу, когда малогабаритная телевизионная камера является отдельным блоком, соединенным простейшим кабелем с малогабаритным видеомагнитофоном. Подобная система обладает целым рядом преимуществ как с позиций раздельного функционального использования (просто видеомагнитофон и просто телевизионная камера, транслирующая изображение и звук на домашний телевизор), так и с позиций последовательного, постепенного создания всего комплекса, части которого функционально могут использоваться по мере приобретения. Такие комплексы в свое время использовались довольно широко.

ЦВЕТНАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ КАМЕРА

Далее для информации приведены вкратце основные сведения об устройстве, принципах работы и параметрах узлов и систем телевизионных камер, входящих в состав всех камкордеров, независимо от систем записи. Более подробно об этом можно прочитать в [11,12].

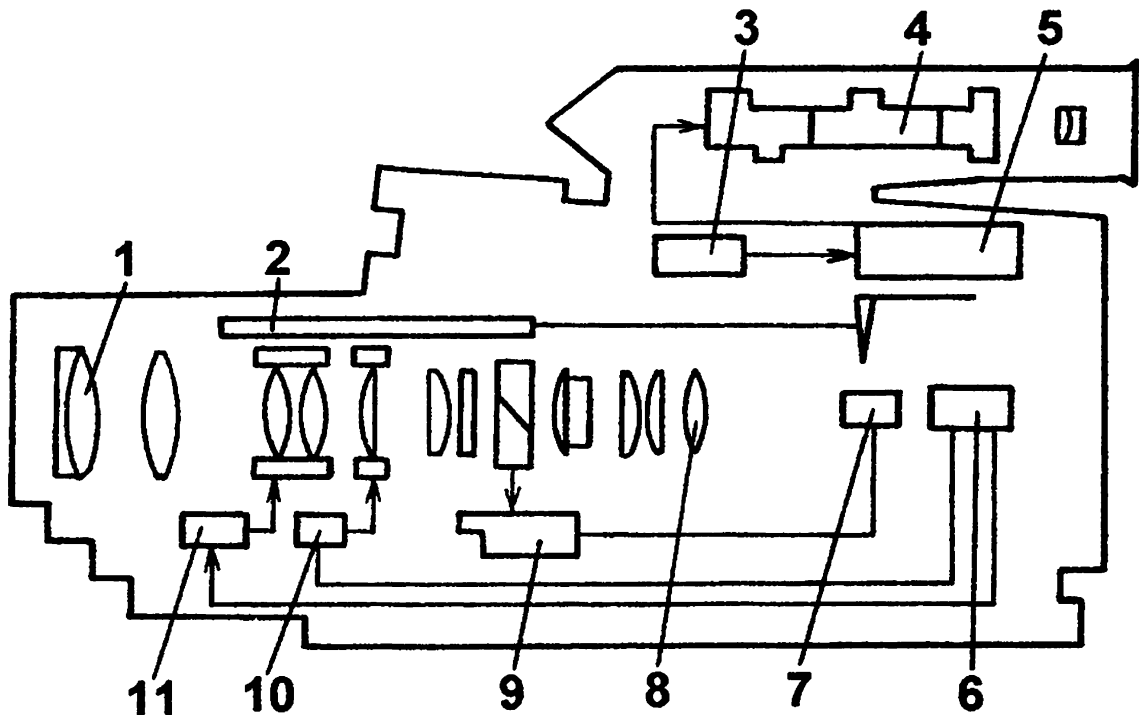


Рис. 2. Структурная схема камкордера:

1 - объектив; 2 - шифратор (кодировщик) объектива; 3 - управляющая клавиша фокусировки; 4 - электронный видоискатель; 5 - микропроцессор; 6 - блок управления автоматической фокусировкой и объективом; 7 — интерфейс; 8 - ФПЗС-датчик; 9 - модуль автоматической фокусировки; 10, 11 - электродвигатели соответственно автоматической фокусировки и объектива.

На рис. 2 показана схема камкордера с развернутой частью телевизионной камеры. Рассмотрим ее элементы.

Характеристики используемого объектива определяют как технические параметры, так и эксплуатационные возможности видеокамер. Увеличение чувствительности достигается применением светосильных систем. При съемке цветного изображения на чувствительность оказывают влияние спектральные характеристики коэффициента светопропускания объектива, а его частотно-контрастные характеристики во многом определяют четкость воспроизводимого изображения. Качество изображения также зависит от равномерности распределения освещенности на фоточувствительной поверхности преобразователя свет/сигнал, сохранения постоянного положения плоскости изображения при изменении фокусных расстояний, коррекции хроматической аберрации и т.д.

Относительным отверстием называется отношение диаметра входного

зрачка объектива к фокусному расстоянию. *Светосилой объектива* называется его способность давать ту или иную яркость изображения. Чем выше светосила объектива, тем меньшая продолжительность освещения преобразователя свет/сигнал требуется при съемке и понижается уровень минимальной освещенности. Светосила объектива зависит от двух величин: от размера входного зрачка и от фокусного расстояния. Объектив тем светосильнее, чем больше его входное отверстие и чем короче его фокусное расстояние.

При эксплуатации большое значение имеет широкоугольность объектива, возможность работы на близком расстоянии от объекта и осуществления макросъемки, возможность плавного автоматического изменения фокусного расстояния, а также уменьшение габаритов и массы. Объективы видеокамер в результате выполнения вышеуказанных требований представляют из себя сложное оптико-механическое устройство. В большинстве случаев это вариообъективы с ручным и автоматическим управлением фокусным расстоянием, диафрагмой и временем экспозиции.

У *нормальных объективов* угол поля изображения по горизонтали примерно равен углу зрения человеческого глаза, и они передают перспективные сокращения в изображении так же, как глаз человека. У *широкоугольных объективов* больший охват пространства и перспективные сокращения передаются в большей степени, что создает иллюзию большей пространственной глубины в изображении. У *длиннофокусных объективов* меньшие углы изображения, меньшие перспективные сокращения, и они уменьшают в изображении пространственную глубину, как бы приближая фон к основному объекту съемки.

При использовании вариообъективов перемещение вдоль оптической оси различных компонентов служит для наводки на резкость при съемке с различных расстояний, для изменения фокусного расстояния, обеспечения постоянного положения плоскости изображения в пространстве при различных фокусных расстояниях и совмещения плоскости изображения с плоскостью фоточувствительной площадки преобразователя свет/сигнал.

После объектива стоит один из основных элементов телекамеры - датчик изображения, т.е. устройство преобразования спроецированного объективом оптического изображения снимаемого объекта в электрический сигнал. В качестве этого датчика изображения используются передающие телевизионные трубки и твердотельные преобразователи свет/сигнал.

Передающая телевизионная трубка

Передающая телевизионная трубка - это электроннолучевой прибор. Существует большое количество различных типов передающих телевизионных трубок, основными из которых являются видиконы, глетиконы (плюмбиконы), ньювиконны и др. Всех их объединяет наличие фотопроводящей мишени, малые габариты и масса, небольшое число регулировок, достаточно высокая чувствительность и разрешающая способность.

Основными элементами видикона, например, являются мишень и электронный прожектор, состоящий из подогревного катода, модулятора, анодов,

фокусирующего и ускоряющего электродов. Прожектор предназначен для формирования электронного пучка. Мишень, состоящая из сигнальной пластины и полупроводникового фотопроводящего слоя, нанесена на внутреннюю поверхность передней стенки баллона трубки. На мишени создается и хранится потенциальный рельеф, соответствующий входному оптическому сигналу. Сигнальная пластина представляет собой довольно тонкий слой двуокиси олова или индия и имеет кольцеобразный вывод для подачи на фотослой напряжения 10...80 В и снятия электрического сигнала во время работы трубки. Сигнальная пластина имеет прозрачность для света около 80%.

Электронный пучок отклоняется системой строчных и кадровых катушек. Две пары магнитов коррекции луча, расположенных в области модулятора, создают поперечное магнитное поле, центрирующее электронный пучок на начальном участке траектории. Временные параметры развертки электронного пучка в видиконе должны строго соответствовать временным характеристикам стандартного телевизионного сигнала.

На мишени в соответствии с проецируемым изображением образуется распределение электрического потенциала - потенциальный рельеф, глубина которого определяется разностью напряжений. При развертке происходит считывание этого потенциального рельефа, стирание его и модуляция тока луча потенциальным рельефом.

Временные параметры развертки электронного пучка в видиконе должны строго соответствовать временным характеристикам стандартного телевизионного сигнала, иначе при воспроизведении полученного сигнала могут возникнуть геометрические искажения и нарушение синхронизации изображения в телевизионном приемнике.

В основу построения камер цветного телевидения положена теория трехкомпонентного цветового зрения. Поэтому в цветной видеокамере формируется цветной телевизионный сигнал, состоящий из сигнала яркости и сигналов цветности основных цветов. Первые камеры системы цветного телевидения имели три передающие трубки для трех основных цветов. Такие камеры оказались много сложнее камер черно-белого телевидения. В современных цветных видеокамерах до недавнего времени использовалась одна передающая трубка. При этом автоматически обеспечивалось совмещение растров и идентичность характеристик преобразователя свет/сигнал отдельных каналов. Для получения сигналов трех основных цветов используются растровые светофильтры, которые наносятся полосами на фронтальную поверхность мишени. Сигнал, полученный на выходе трубки, будет содержать смесь сигналов всех трех основных цветов. С помощью электронных схем из этого сигнала выделяются сигнал яркости Y и сигналы красного (R) и синего (B) цветов. Далее сигналы R и B преобразуются в цветоразностные сигналы $R - Y$ и $B - Y$, из которых затем модулятором формируется сигнал цветности той или иной системы цветного телевидения, и при смешении с сигналом яркости образуется полный цветовой телевизионный сигнал.

Твердотельные преобразователи свет/сигнал

Твердотельные преобразователи свет/сигнал или, как их еще называют, фоточувствительные приборы с зарядовой связью относятся к классу приборов с переносом заряда.

Фоточувствительный прибор с переносом заряда (ФППЗ) - это изделие электронной техники, предназначенное для преобразования оптического изображения в электрический сигнал. Его действие основано на формировании и эффективном переносе дискретных фотогенерированных зарядовых пакетов по поверхности или внутри полупроводникового материала. ФППЗ подразделяются на линейные и матричные в зависимости от назначения. Линейный ФППЗ - фоточувствительный прибор с переносом заряда, в котором фоточувствительные элементы расположены в один ряд. За период интегрирования линейный ФППЗ преобразует в электрический сигнал одну строку (линию) оптического изображения. Матричный ФППЗ - фоточувствительный прибор с переносом заряда, в котором фоточувствительные элементы организованы в матрицу по строкам и столбцам. За один период интегрирования матричный ФППЗ преобразует в электрический сигнал один кадр оптического изображения.

ФППЗ подразделяются на фоточувствительные приборы с зарядовой связью (ПЗС) и фоточувствительные приборы с зарядовой инжекцией (ПЗИ) в зависимости от способа сканирования фотогенерированных пакетов. Фоточувствительный прибор с зарядовой связью - это прибор с переносом заряда, в котором зарядовые пакеты передаются к выходному устройству вследствие перемещения положения потенциальных ям. Положение потенциальных ям изменяется за счет периодического изменения амплитуды управляющих импульсов. Фоточувствительный прибор с зарядовой инжекцией - это прибор с переносом заряда, в котором перемещение зарядового пакета происходит внутри фоточувствительного элемента с последующей инжекцией в подложку или в область стока заряда.

Основными характеристиками ФППЗ являются минимальный уровень излучения, размеры фоточувствительного поля и фоточувствительного элемента, число фоточувствительных элементов, спектральная чувствительность и др. В современных малогабаритных видеокамерах применяются матричные ПЗС размером 0,5 см дюйма (на фоточувствительном поле размером 8x7,7 мм укладывается несколько сот тысяч фоточувствительных элементов, что обеспечивает формирование качественного телевизионного изображения с разрешением, достигающим 430 твл.) и ПЗИ размером 0,75 дюйма (получается TV-изображение разрешением 450 твл).

Малые габариты и масса, высокая стабильность, надежность, длительный срок службы, малые геометрические искажения и инерционность, отсутствие опасности прожига мишени и необходимости обеспечения высоковольтным питанием, малая чувствительность к ударам и вибрациям - вот основные преимущества использования в видеокамерах твердотельных преобразователей по сравнению с передающими трубками. Совмещение растров в твердотельных трехматричных цветных видеокамерах достигается легче, чем в трехтрубчатых из-за

геометрического подобия матриц. В последнее время и в видеокамерах высокого класса стали применять трехматричные преобразователи. Однако для них требуется высококачественная оптика с малыми аберрациями, так как возникающие в объективе искажения не могут быть скорректированы с помощью электроники, как это осуществляется в видеокамерах на передающих трубках.

Применение в качестве датчика изображения твердотельных преобразователей свет/сигнал позволяет использовать электронный затвор с переменной скоростью срабатывания от $1/50$ с до $1/4000$ с (достигающей даже $1/10000$ с) и без искажений осуществлять запись быстро перемещающихся объектов. Хотя надо учитывать, что качественное изображение при работе затвора на больших скоростях требует увеличения освещенности снимаемой сцены.

Матричные фоточувствительные приборы с зарядовой связью. Матрица содержит секцию накопления (или секцию изображения), секцию хранения (или секцию памяти), вертикальные сдвиговые регистры, закрытые непрозрачным экраном, и горизонтальный выходной сдвиговой регистр. Секция накопления - часть ПЗС, предназначенная для формирования зарядовых пакетов и их накопления, а секция хранения - для хранения зарядовых пакетов. При использовании в качестве преобразователя свет/сигнал изображение проецируется на секцию накопления. В течение времени прямого хода кадровой развертки в секции накопления происходит накопление фотогенерированных зарядов, пропорциональных освещенности проецируемого изображения. Во время обратного хода (интервал гашения) кадровой развертки осуществляется параллельный перенос картины зарядов в секцию хранения. При накоплении следующего кадра зарядовые пакеты, соответствующие предыдущему кадру, из секции хранения построчно передаются в выходной горизонтальный сдвиговой регистр, на выходе которого формируется видеосигнал.

Электронный затвор является неотъемлемой частью матричного ПЗС и, когда говорят о скорости электронного затвора, подразумевают соответствующий режим работы матрицы ПЗС. Скорость электронного затвора является одной из основных характеристик видеокамеры, объявляемой производителем при анонсировании своего нового продукта.

В режиме нормальной съемки электронный заряд накапливается в фоточувствительном элементе в течение $1/50$ с. В режиме съемки быстро перемещающихся объектов используется высокоскоростной затвор. В этом режиме через $1/1000$ с поступает импульс сдвига, осуществляющий перенос накопленного за $1/1000$ с заряда в вертикальный регистр матрицы. Далее цикл повторяется. Поскольку время накопления заряда при использовании высокоскоростного затвора ограничено, уровень видеосигнала на выходе матрицы будет зависеть от освещенности проецируемого изображения и чувствительности самой матрицы ПЗС.

Матричные фоточувствительные приборы с зарядовой инжекцией лишены основного недостатка ПЗС - требования к высокой эффективности переноса заряда. В них заряд, накопленный каждым пикселем, считывается непосредственно на выход устройства, что позволяет резко уменьшить

размазывание границ в изображении, улучшая его качество. У матричных ПЗИ практически полное отсутствие потерь передачи, так как: требуется только одна передача; возможно использование в качестве фоточувствительных элементов фотодиодов, которые имеют более высокую фоточувствительность; возможна организация произвольной выборки любого элемента или группы элементов, что позволяет реализовать в видеокамерах ряд специальных функций. В матрице ПЗИ имеется система горизонтальных и вертикальных шин, причем на горизонтальные шины подаются импульсы частоты строк, а на вертикальные - частоты опроса фоточувствительных элементов. Все элементы матрицы состоят из двух МОП-емкостей, одна из которых присоединена к горизонтальной шине, другая - к вертикальной, и изолированы друг от друга специальной областью, надежно предохраняющей накопленные заряды от растекания. Основным недостатком ПЗИ является сложность организации системы считывания зарядовых пакетов и, как следствие, меньший формат матриц.

Спектральное и пространственное разделение изображения

Поскольку в цветных видеокамерах твердотельные преобразователи с зарядовой связью должны обеспечивать раздельное формирование сигналов различного цвета, они могут строиться на одной, двух или трех матрицах ПЗС.

Цветное изображение в *трехматричной* системе поступает на цветоделительный блок (призму), который осуществляет спектральное и пространственное разделение изображения на зеленую (G), красную (R), синюю (B) составляющие. Они проецируются на три кристалла матричных ПЗС, формирующих выходные сигналы R , G , B . Достоинством трехматричной системы являются: максимальная четкость в каждом из цветовых каналов и возможность увеличения разрешающей способности при определенном пространственном сдвиге матриц друг относительно друга (достигающей 530 твл). Недостатки - сложность цветоделительного блока и трудности пространственного проецирования трех составляющих изображения. Несмотря на недостатки, трехматричная система нашла применение в современных видеокамерах стандартов S-VHS и Hi-8 фирм Panasonic и Sony, использующихся для полупрофессиональных и вещательных целей. Например, красный луч, не испытывая преломления, проходит на R-ПЗС, зеленый луч выделяется зеленой дихроичной пленкой и после полного отражения от стенки призмы попадает на G-ПЗС, а синий луч формируется синей дихроичной пленкой и преобразуется в электрический сигнал матрицей B-ПЗС. Такая конструкция беззачерной трехматричной системы позволяет повысить качество изображения при уменьшенных габаритах.

Изображение в *двухматричной* системе с помощью дихроического зеркала делится на две составляющие: зеленую G и пурпурную $R+B$, которые направляются на соответствующие матрицы, где с помощью специальных фильтров, аналогично разделению цветовых сигналов на передающей трубке, получают раздельные сигналы трех основных цветов.

Использование *одной* матрицы, совмещенной с цветокодирующим фильтром, предъявляет высокие требования к ПЗС в цветных видеокамерах: повышенная (по сравнению с обычными ПЗС) разрешающая способность; повышенная чувствительность в синей области спектра; малые потери переноса зарядов, уменьшающие смешивание сигналов различных цветов; предотвращение растекания накопленных в матрице ПЗС зарядов при высоких уровнях освещенности, что ведет к потере контраста и, соответственно, качества изображения. В качестве фильтров для матриц ПЗС в одноматричных видеокамерах применяются полосковые фильтры и растровые мозаичные фильтры, которые отличаются от растровых светофильтров однотрубочных камер дискретностью как по горизонтали, так и по вертикали. Число элементов в решетке фильтра должно соответствовать числу элементов матрицы.

Система автоматического баланса белого

Каждый окрашенный объект воспринимается по-разному в зависимости от того освещения, при котором его рассматривают. Глаз человека, в известных пределах, обладает способностью компенсировать различие спектрального состава цвета и правильно распознавать цветовой тон объекта независимо от того, освещен ли он солнечным светом или светом лампы накаливания, но видеокамеры не имеют такой способности. Если съемка объекта была произведена без регулировки цветности, освещение будет оказывать влияние на цветность воспроизводимого изображения, придавая ему голубоватую или красноватую окраску.

Поэтому для правильного воспроизведения цвета объекта съемки необходимо, чтобы основные цвета, формируемые на выходе преобразователя свет/сигнал, в зависимости от условий освещения смешивались в правильном соотношении, определяемом коэффициентами колориметрического уравнения. Видеокамеры оборудованы системой баланса белого (WB - *White Balance*), основным элементом которой является так называемый датчик цветовой температуры. В качестве датчика обычно используется инфракрасный фотодиод. На основании показаний датчика цветовой температуры происходит корректировка сигналов основных цветов, поступающих с матрицы ПЗС.

От восхода до захода солнца спектральный состав дневного света подвержен сильным колебаниям. В ранние утренние и особенно в предвечерние часы в составе солнечного света содержится значительно больше оранжевых и красных спектральных составляющих, чем в середине дня. Такие колебания находятся так же в зависимости от атмосферных условий, времени года и географической широты места съемки.

В зависимости от температуры накала нити искусственных источников света спектральный состав излучаемого света также изменяется, и разница не всегда уловима глазом, поскольку наш глаз обладает способностью компенсировать ее. Поскольку матрице ПЗС не присуща способность компенсации, то, если спектральный состав света одной лампы отличается от спектрального состава другой, это может проявиться при записи сигнала цветности на магнитную ленту.

Спектральный состав источника света принято характеризовать *цветовой*

температурой, которая определяет спектральный состав света, полученного путем температурного излучения. **Цветовая температура** - это температура, при которой абсолютно черное тело излучает свет такого же спектрального состава, как рассматриваемый. Она указывает только на спектральное распределение энергии излучения, а не на температуру источника света. Так, свет голубого неба соответствует цветовой температуре 12000...25000 К, т. е. гораздо выше температуры солнца. Свет от лампы имеет желтый оттенок, если, например, напряжение в сети значительно ниже номинального, а если намного выше, то вольфрамовая нить становится синевато-белой, т.е. повышение температуры накала нити влечет за собой изменение ее цвета в сторону приближения к белому цвету, цветовая температура повышается.

Метод измерения цветовой температуры основан на сравнении спектрального состава света данного источника со спектральным составом идеального температурного излучателя, температура накала которого выражается в градусах Кельвина (°К). Причем термин «цветовая температура» можно применить только в отношении источников, излучение которых образует непрерывный спектр: электрические лампы накаливания, дуговые лампы, а так же солнце. К лампам тлеющего разряда, так называемым газосветным (ртутным, неоновым, аргоновым, натровым и др.), имеющим характерный линейный спектр, термин «цветовая температура» неприменим.

При проведении видеосъемки цветовая температура имеет большое значение. Если видеокамера (с помощью ручной регулировки баланса белого) сбалансирована для дневного освещения, то при съемке при свете лампы накаливания в изображении будут преобладать оранжево-красные цветные тона. Лица людей будут неестественно красными, а синие и зеленые тона - приглушенными. Для получения изображения с правильным воспроизведением цветов необходимо использовать специальные фильтры, приводящие спектральный состав света, которым в данный момент освещается объект съемки, к тому распределению энергии в спектре, для которого сбалансирована видеокамера.

Если белый цвет воспроизводится правильно, то все остальные цвета тоже будут воспроизводиться точно. Поэтому при правильном воспроизведении цветного изображения говорят о балансе белого (**White Balance**). Регулировка баланса белого в телевизоре является основной для правильного отображения цветов на экране кинескопа. Для определения цветовой температуры освещения современные видеокамеры оборудованы специальным устройством - уже упоминаемой системой баланса белого, которая может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме. Соответственно, появляются функции автоматической и ручной регулировки баланса белого. Функции регулировки баланса белого осуществляют настройку камеры на чисто белый цвет при различных источниках освещения. После установки белого цвета система WB корректирует вклад каждого из основных цветов в общий спектр освещения. А так как белый цвет является основой всех цветов, в случае, если регулировка выполнена правильно, возможна съемка сцен с натуральной цветностью практически при любых условиях освещения.

Датчик цветовой температуры t_{WB} обычно представляет собой систему, состоящую из двух фоточувствительных элементов, перед которыми расположены красный и синий светофильтры. Таким образом, на выходе датчика формируются два сигнала, характеризующие уровень красной и синей спектральных составляющих освещения снимаемой сцены. Так как диапазоны длин волн этих составляющих находятся на краях видимой части спектра, то это позволяет оценить характер всего спектра освещения снимаемой сцены.

Иногда в качестве датчика цветовой температуры используется только один фоточувствительный элемент в красном или инфракрасном диапазоне длин волн, а уровень синей спектральной составляющей измеряется по сигналу синего (B), формируемому на выходе матрицы ПЗС.

Датчик цветовой температуры в простых и дешевых видеокамерах отсутствует вообще. Значение параметра t_{WB} получают из отношения сигналов R и B , формируемых на выходе матрицы ПЗС, но в этом случае система автоматического баланса белого корректно будет работать лишь в ограниченном диапазоне цветых температур.

Набор корректирующих коэффициентов для наиболее часто встречающихся условий освещения хранится в памяти процессора системы И/В видеокамеры. Параметр для каждого источника света, а также соответствующие ему значения корректирующих коэффициентов определяются опытным путем. Автоматический режим работы системы WB заключается в определении спектрального состава цвета освещения путем сравнения показаний датчика t_{WB} и выбора подходящих значений коэффициентов из памяти. Поскольку в памяти хранятся оптимальные установки только для некоторых типов источников света, в других условиях функция автоматического баланса белого может работать неточно и следует использовать режим ручной регулировки баланса белого. С помощью ручной регулировки баланса белого можно подрегулировать цветовую окраску изображения по специальному белому колпачку на объективе. Система WB определяет, на сколько белый цвет колпачка при данном освещении отличается от чисто белого, коэффициенты которого хранятся в памяти камеры. Режим ручного баланса белого необходим, если при освещении снимаемой сцены используется несколько источников света, если снимаемая сцена находится на улице, а съемка ведется изнутри помещения и при съемке в очень темном месте.

Иногда для начинающих видеолюбителей камеры позволяют выбрать один из трех режимов съемки: днем в облачный день; в солнечный день; при освещении вольфрамовой лампы.

Механизм автоматической фокусировки оптической системы чрезвычайно важен, поскольку фокусировка, или получение четкого изображения снимаемого объекта, при работе с видеокамерой является одной из самых трудных операций. Однако благодаря оборудованию современных камер различными системами автофокусировки (AF — *AutoFocus*), которые бывают активными и пассивными, процедура видеосъемки стала простой операцией даже для детей.

Системы AF первого типа основаны на принципе инфракрасной или

ультразвуковой локации снимаемого объекта и измерения расстояния до объекта по отраженным от него сигналам. Специальный сигнал управления механизмом автофокусировки вырабатывается системой АФ на основании этой информации.

На основе анализа временных переходов в получаемом видеосигнале вырабатывается сигнал управления в пассивных системах АФ. В видеокамерах применяются в основном три типа пассивных систем автофокусировки:

- система TCL (*Through the Camera Lens* - непосредственно через объектив) - определение расстояния между двумя изображениями, полученными в результате расщепления оптического луча;
- пьезоэлектрическая система - пьезоэлектрическая модуляция положения фокусирующего элемента объектива;
- цифровая интегральная система - цифровая интеграция высокочастотных составляющих сигнала изображения.

В системе TCL прошедший через объектив луч света полупрозрачным зеркалом направляется на датчик системы АФ - линейку ПЗС, специально установленную для измерения разницы фаз. Микропроцессор анализирует сигнал, считываемый с линейки ПЗС, и формирует сигнал управления, в соответствии с которым двигателем фокусировки осуществляется коррекция положения фокусирующих линз объектива. Обеспечивается острая фокусировка оптического изображения снимаемого объекта на мишени трубки или матрице ПЗС. Недостаток - уменьшение чувствительности к освещенности снимаемой сцены, поскольку для осуществления функции автофокусировки отбирается часть падающего от объекта на матрицу ПЗС света. В настоящее время появляется все большее количество моделей видеокамер, оборудованных системами АФ, имеющими свой, независимый от основного, оптический канал. Однако реализация этого конструктивного решения связана с некоторым усложнением схемы объектива и механизма автофокусировки.

Пьезоэлектрическая система автофокусировки (*Piezo AF*) разработана фирмой Matsushita Electric Corporation. В основу этой системы положен принцип, заключающийся в увеличении уровня высокочастотных составляющих формируемого видеосигнала в процессе улучшения степени фокусировки изображения снимаемого объекта. Матрица ПЗС устанавливается в центре пьезоэлектрической пластины, изгибающейся под воздействием низкочастотного электрического сигнала. Изгиб пластины эквивалентен смещению матрицы ПЗС относительно плоскости оптимальной фокусировки с соответствующим изменением уровня и фазы высокочастотных составляющих видеосигнала.

Характеристики трех переключаемых полосовых фильтров (частота и ширина полосы пропускания) выбраны так, чтобы разделить высокочастотную область спектра на три диапазона. С их помощью определяется степень расфокусировки. При отклонении плоскости матрицы ПЗС от плоскости острой фокусировки уровень выходного видеосигнала увеличивается, а фаза его в зависимости от направления отклонения изменяется на 180° . Если проецируемое объективом изображение находится за плоскостью оптимальной фокусировки, включается

фильтр ПФ1, а если перед - фильтр ПФ3. Выходные сигналы фильтров анализируются микропроцессором и в зависимости от уровня и фазы этих сигналов микропроцессором формируются сигналы управления двигателями, перемещающими фокусирующие линзы объектива до получения оптимальной резкости снимаемого объекта. Контроль работы системы автофокусировки осуществляется по экрану видеискателя, на который выводится соответствующая информация.

В цифровой интегральной системе автофокусировки из видеосигнала выделяются высокочастотные составляющие, которые преобразуются в цифровую форму, интегрируются и в соответствии с получаемым результатом производится управление положением оптической системы. Этот метод имеет более широкий динамический диапазон и обеспечивает более высокую точность фокусировки. Система определяет степень отклонения фокусировки. Результирующий цифровой сигнал поступает в процессор, где хранятся данные, соответствующие ранее определенной зоне хорошего фокуса. Часть данных за период одного поля интегрируется и полученное значение в конце поля характеризует эволюцию степени фокусировки.

Цифровая система автоматической регулировки диафрагмы фирмы Sanyo Electric практически завершила автоматизацию работы камеры в процессе съемки. Она предназначена для обеспечения постоянного уровня выходного видеосигнала. Путем сравнения уровней выходного сигнала канала яркости и эталонного вырабатывается сигнал управления диафрагмой. В случае использования вакуумного преобразователя свет/сигнал учитывается величина тока луча. В камерах последних лет выпусков стали применять цифровые системы, причем, если ранее обрабатывалась средняя освещенность снимаемой сцены, и сильное влияние оказывала освещенность заднего плана, то в современных камерах управление диафрагмой осуществляется на основе измерения освещенности различных зон мишени.

Многофункциональные оптические системы создаются ведущими фирмами при совершенствовании объективов. Например, система «MF Lens System» (*Multi-Functional Lens System*) фирмы JVC предназначена для использования в малогабаритных видеокамерах стандарта S-VHS-C и состоит из нескольких компонентов: системы из четырех передних линз; вариатора; компенсатора; системы диафрагмы; фокусирующих линз; оптического фильтра. Путем простых операций, в зависимости от поставленных задач, оператор может выбрать четыре режима съемки.

1. Стандартный вариобъектив в сочетании с цифровой системой обеспечивает 17-кратное увеличение.
2. Модифицированный вариобъектив с цифровой системой увеличения в 25 крат.
3. Ультраширокоугольный объектив с возможностью макросъемки. Для перехода к этому режиму следует изъять три передние линзы из передней системы.
4. Объектив для микроскопической съемки. При этом система из четырех

линз устанавливается в кольцо с микроподачей и перемещается вперед на 39 мм. Открывается возможность снимать очень мелкие объекты - частицы пыли, снежинки и т.п.

В последнее время стала практиковаться возможность ручной регулировки наводки на резкость, установки величины открытия диафрагмы и величины экспозиции, что ранее реализовалось в более сложных и дорогих камерах, открывая новые творческие пути для подготовленного оператора.

Отметим еще некоторые системы, связанные с оптикой.

При работе с видеокамерами постоянно используют трансфокаторы. Следует различать оптическое и цифровое приближение. Первый режим использует механическое перемещение линз объектива и практически не влияет на качество изображения, но применение мощных оптических трансфокаторов дорого и ограничено габаритами камеры (максимум для европейских любительских моделей - 22х). Цифровое приближение имеет очень высокие значения (до 200-250х), бесшумно, быстро и относительно дешево, но связано с потерей четкости. Принцип его прост: в центральной части матрицы выделяется определенное количество активных элементов, а полученное с них изображение «растягивается» на весь экран. Чем больше кратность, тем меньше элементов принимают участие в формировании изображения и тем хуже его детализация. Таким образом, величина оптической трансфокации имеет преимущественное значение при выборе камеры.

Стабилизатор изображения устраняет нежелательные колебания камеры (при больших увеличениях, внешних возмущениях и т.п.). Применяются два вида стабилизаторов: оптический и электронный. Первый вид использует для регистрации и устранения колебаний перемещение элементов оптики. Такой стабилизатор не влияет на качество изображения и эффективен в широком диапазоне увеличений, но относительно дорог, увеличивает энергопотребление камеры и ее габариты. Электронный стабилизатор основан на резервировании элементов матрицы под возможное смещение изображения («дублиеры» «подхватывают» участок изображения, переходящий с соседнего элемента, и обеспечивают неподвижность «картинки»). Такая схема относительно дешева и экономична, но эффективна в ограниченном диапазоне частот и при небольших смещениях. В дешевых камерах при включении стабилизатора часть активных элементов оказывается в резерве и четкость изображения ухудшается (в дорогих компактных моделях используется электронный «суперстабилизатор», в котором задействуются пассивные элементы, обычно не принимающие участие в формировании изображения, при этом четкость остается на первоначальном уровне). Электронный стабилизатор плохо работает совместно с цифровым увеличением (вплоть до возникновения характерных помех).

