

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

*КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ  
ИНФОРМАТИЗАЦИИ*

*КНИГА 25*

А. В. ТЕЛЬНЫЙ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА  
ИНФОРМАЦИИ

СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Учебное пособие

*Под редакцией профессора М. Ю. Монахова*



Владимир 2013

УДК 004.056/621.397

ББК 32.94+32.973

Т31

Редактор серии – доктор технических наук, профессор М. Ю. Монахов

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор  
и. о. начальника кафедры специальной техники и информационных  
технологий Владимирского юридического института ФСИН России  
*Б. Ю. Житников*

Кандидат технических наук, доцент  
Владимирского государственного университета  
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых  
*Д. А. Полянский*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Тельный, А. В.**

Т31 Инженерно-техническая защита информации. Системы  
охранного телевидения : учеб. пособие / А. В. Тельный ; под ред.  
проф. М. Ю. Монахова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Сто-  
летовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 144 с.  
ISBN 978-5-9984-0397-2

Представлен систематизированный материал по первой части учебного курса «Инженерно-техническая защита информации» – методам и средствам оборудования объектов системой охранного телевидения.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 090104 «Комплексная защита объектов информатизации».

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Табл. 19. Ил. 19. Библиогр.: 18 назв.

УДК 004.056/621.397  
ББК 32.94+32.973

ISBN 978-5-9984-0397-2

© ВлГУ, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
<b>Общепринятые сокращения .....</b>	<b>6</b>
<b>ГЛАВА 1. Основные понятия.....</b>	<b>7</b>
1.1. Термины и определения.....	7
1.2. Полный телевизионный сигнал. Общие характеристики телевизионных систем .....	11
1.3. Классификация, назначение и задачи телевизионных систем наблюдения.....	22
Контрольные вопросы и задания .....	25
<b>ГЛАВА 2. Устройства формирования видеоизображений .....</b>	<b>26</b>
2.1. Структура видеокамер .....	26
2.2. Основные технические характеристики телевизионных камер ...	31
2.3. Объективы видеокамер. Основные типы и технические характеристики .....	41
Контрольные вопросы и задания .....	47
<b>ГЛАВА 3. Устройства представления видеоизображений. Основные типы и технические характеристики .....</b>	<b>48</b>
3.1. Видеоквадраторы.....	48
3.2. Мультиплексоры.....	49
3.3. Матричные коммутаторы и видеоменеджеры.....	53
Контрольные вопросы и задания .....	57
<b>ГЛАВА 4. Устройства регистрации видеоизображений .....</b>	<b>58</b>
4.1. Аналоговые видеорегистраторы .....	58
4.2. Цифровые видеорегистраторы .....	59
4.3. Основные алгоритмы и форматы сжатия видеоизображений .....	66
Контрольные вопросы и задания .....	77
<b>ГЛАВА 5. Передача видеосигналов .....</b>	<b>78</b>
5.1. Передача видеоизображения по коаксиальному кабелю .....	78
5.2. Передача видеоизображения по витым парам и телефонным линиям.....	80

5.3. Передача видеоизображения по ВОЛС.....	81
5.4. Передача видеоизображения по радиоканалу .....	81
Контрольные вопросы и задания .....	82
<b>ГЛАВА 6. Установочные и защитные элементы.</b>	
<b>Вспомогательные устройства .....</b>	<b>83</b>
6.1. Кронштейны, корпуса и подогреватели.....	83
6.2. Поворотные устройства, телеметрия и устройства подсветки.....	84
6.3. Источники электропитания оборудования ТСВН .....	93
6.4. Вспомогательные устройства ТСВН.....	95
Контрольные вопросы и задания .....	100
<b>ГЛАВА 7. Устройства отображения изображения .....</b>	<b>102</b>
7.1. Типы мониторов, их основные технические характеристики и правила установки.....	102
7.2. Выбор расстояния наблюдения от оператора до монитора .....	104
Контрольные вопросы и задания .....	108
<b>ГЛАВА 8. Сетевые телевизионные системы видеонаблюдения ....</b>	<b>109</b>
8.1. Структура ТСВН с использованием IP камер .....	109
8.2. Характеристики видеосерверов и плат захвата изображения ....	113
8.3. Использование специализированного программного обеспечения в сетевых телевизионных системах видеонаблюдения...	116
Контрольные вопросы и задания .....	122
<b>ГЛАВА 9. Основы проектирования телевизионных систем видеонаблюдения.....</b>	<b>123</b>
9.1. Типы структур и параметры выбора телевизионных систем видеонаблюдения .....	123
9.2. Особенности выбора и установки видеокамер.....	127
9.3. Базовые требования по монтажу телевизионных систем видеонаблюдения .....	138
Контрольные вопросы и задания .....	140
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>141</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>142</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одни из наиболее важных и необходимых мероприятий по обеспечению технической защиты информации на объектах – оборудование их системами охранного телевидения.

Инженерно-техническое укрепление объектов – установка решеток (защитного остекления), оборудование их системами охранной сигнализации и СКУД являются необходимыми условиями, но именно охранное телевидение позволяет решать задачи фиксации посягательств и несанкционированных действий нарушителя в режиме реального времени, задачи обнаружения, разрешения и идентификации людей, оставленных предметов, автомобильных номеров и т.д. Для неподготовленных потенциальных нарушителей оборудование объекта системой видеонаблюдения – весомый аргумент, чтобы отказаться от попыток несанкционированного проникновения на охраняемый объект.

Наиболее эффективным является комплексное решение задачи обеспечения безопасности с использованием интегрированных систем. Как правило, в их состав кроме систем видеонаблюдения входят системы охранно-пожарной сигнализации, контроля и управления доступом и др. В интегрированных системах контроль и управление всеми техническими средствами осуществляется при помощи передовых компьютерных технологий с использованием современных аппаратно-программных средств.

Монтаж современных инженерно-технических средств обеспечения безопасности объектов – один из наиболее технически сложных разделов монтажных работ. От квалификации монтажников, знания ими современной технологии монтажа, приемов работы, умения пользоваться технически совершенными инструментами и механизмами во многом зависят качество и надежность многолетней работы систем безопасности объектов, функционирование которых направлено на обеспечение защиты имущества, информации и безопасности людей.

Система охранного телевидения – необходимое условие для недопущения несанкционированных проникновений на охраняемый объект и предназначена:

- для защиты жизни и здоровья лиц, находящихся в зданиях, при нападении и возникновении чрезвычайных обстоятельств;
- защиты материальных ценностей, находящихся в зданиях;
- защиты информационных ценностей, находящихся в зданиях;

- решения задач обнаружения, разрешения и идентификации людей и предметов.

Кроме того, видеонаблюдение позволяет контролировать действия службы охраны и персонала объекта, вести временной и персональный контроль открытия внутренних помещений объекта.

Действия нарушителей по несанкционированному доступу в охраняемые объекты часто носят не просто ухищренный, а системно продуманный профессионалами характер, им следует противопоставить организацию и оснащение, выполненные на более высоком уровне профессионализма. Этим и объясняется необходимость разработки обобщенной системной концепции по обеспечению безопасности объектов, которая в каждом случае должна быть адаптирована к конкретному объекту, исходя из условий его функционирования, расположения, характера деятельности, географического положения, особенностей окружающей среды и обстановки и т.д.

В учебном пособии рассматриваются теоретические и практические вопросы общей организации систем охранного телевидения, характеристики, правила монтажа и эксплуатации видеокамер, объективов, регистраторов и других элементов систем СВН.

Пособие предназначено в первую очередь для студентов и аспирантов, специализирующихся в вопросах комплексной защиты объектов информатизации, и может быть полезно при переподготовке и повышении квалификации инженерно-технических кадров. Для более углубленного изучения темы приводится список рекомендуемой литературы.

#### **Общепринятые сокращения**

**АРУ** – автоматическая регулировка усиления

**ТСВН** – телевизионная система видеонаблюдения

**СОТ** – система охранного телевидения

**СВН** – система видеонаблюдения

**ИСО** – интегрированная система охраны

**КЗС** – компенсация заднего света

**МРД** – минимальная различимая деталь (изображения)

**ПЗС** – прибор с зарядовой связью

**ТК** – телевизионная камера

**ТВЛ** – телевизионная линия

**СКУД** – система контроля управления доступом

**ОПС** – охранно-пожарная сигнализация

## ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

### 1.1. Термины и определения

**Видеоконтроль** – получение, обработка, передача, регистрация и хранение телевизионных изображений из охраняемой зоны, анализ информации и принятие соответствующего решения оператором.

*Примечание.* Вместе с телевизионным изображением может быть выведена дополнительная служебная информация, например, текущие дата и время, номер телекамеры, имя и/или план охраняемой зоны, инструкции оператору и т.п.

**Объект контроля** – человек, имущество (событие, явление), на определение состояния (развития) которого направлен видеоконтроль.

**Целевая задача видеоконтроля (целевая задача)** – обнаружение, различение и/или идентификация объекта контроля.

**Обнаружение** – выделение объекта контроля из фона либо раздельное восприятие двух объектов контроля, расположенных на расстоянии друг от друга, соизмеримом с их размерами.

**Различение** – раздельное восприятие двух объектов контроля, расположенных рядом, либо выделение деталей объекта контроля.

**Идентификация** – выделение и классификация существенных признаков объекта контроля либо установление соответствия изображения объекта контроля, хранящегося в базе данных.

**Система охранного телевидения** – совокупность совместно действующих технических средств, включающая телевизионные камеры с объективами, видеомониторы и вспомогательное оборудование, требуемое для организации видеоконтроля.

**Охранное телевидение** – область промышленного (не вещательного) телевидения, связанная с охраной объектов.

**Техническое средство видеоконтроля (компонент СОТ)** – конструктивно законченное, выполняющее самостоятельные функции (аппаратно-программное) устройство, входящее в состав СОТ. **Контролируемая зона (зона видеоконтроля)** – часть охраняемой зоны, в которой выполняется поставленная целевая задача.

**«Мертвая» зона** – часть охраняемой зоны, которая не просматривается СОТ.

**Освещенность сцены** – средний уровень освещения в зоне видеоконтроля, измеряемый люксметром, имеющим спектральную характеристику, соответствующую спектральной характеристике человеческого зрения (т.е. с применением специального фильтра ИК-отсечки).

**Чувствительность СОР** – минимальная освещенность сцены, при которой система выполняет целевую задачу.

**Разрешающая способность (разрешение) СОР** – максимальная степень индивидуализации или детализации объекта контроля, которую может обеспечить система.

**Устойчивость СОР к несанкционированным воздействиям** – способность системы сохранять работоспособность при несанкционированных воздействиях на ее аппаратную часть либо программное обеспечение и выдавать оператору информацию о наличии таких воздействий.

**Телевизионная камера (камера)** – модуль, содержащий датчик изображения, производящий видеосигнал.

**Датчик изображения** – твердотельное устройство, выполненное на приборах с зарядовой связью (ПЗС-матрица), преобразующее оптическое изображение в электрический сигнал.

**Видеосигнал** – электрический сигнал, передающий все элементы изображения.

**Объектив** – оптическое устройство для проектирования требуемой сцены на датчик изображения.

**Фокусное расстояние** – расстояние между оптическим центром объектива и его главным фокусом.

**Контроль фокуса** – средство для корректировки объектива, которое позволяет объектам, находящимся на различных расстояниях от объектива, быть резко определенными.

**Объектив с фиксированным фокусным расстоянием** – объектив с определенным фокусным расстоянием, обычно имеющий устройство контроля фокуса и выполняющий некоторые функции управления диафрагмой.

**Вариообъектив** – объектив, в котором фокусное расстояние может изменяться вручную в определенном диапазоне. Имеет устройство контроля фокуса и выполняет некоторые функции управления диафрагмой.



**Объектив с трансфокатором** – объектив, в котором фокусное расстояние может изменяться дистанционно сигналами телеуправления в определенном диапазоне. Имеет устройство контроля фокуса и выполняет некоторые функции управления диафрагмой.

**Объектив "Pin-hole" ("игольное ушко")** – объектив с фиксированным фокусным расстоянием, имеющий очень маленькое отверстие и предназначенный для скрытого наблюдения; обычно не имеет никакого управления фокусом, но выполняет некоторые функции управления диафрагмой.

**Диафрагма** – средство для контроля размера апертуры объектива и, следовательно, количества света, проходящего через него.

**Диафрагма ручная** – диафрагма, в которой изменения размера апертуры объектива проводятся ручным методом.

**Автодиафрагма** – диафрагма, автоматически изменяющая размер апертуры объектива в ответ на изменения освещенности сцены.

**Дистанционное управление** – передача и прием команд для дистанционного управления такими свойствами, как поворот и наклон камеры, а также функции объектива (фокусное расстояние, диафрагма, и т.п.).

**Устройство поворота (поворотное устройство)** – автоматическое устройство, позволяющее позиционировать камеру в горизонтальной плоскости.

**Устройство поворота и наклона (наклонно-поворотное устройство)** – автоматическое устройство, позволяющее позиционировать камеру в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

**Погодный кожух** – специальный контейнер, оснащенный вспомогательными устройствами типа нагревателей, смывателей стекла и дворников, для защиты телевизионной камеры от определенных климатических воздействий.

**Видеомонитор** – устройство для преобразования видеосигнала в изображение.

**Делитель экрана** – оборудование, которое одновременно отображает более чем одно изображение на одном мониторе.

**Видеоконмутатор** – устройство для подключения более одной камеры к одному или большему количеству мониторов вручную, автоматически или после получения условного сигнала (например по сигналу тревоги).

**Видеомагнитофон** – устройство, позволяющее записывать видеосигналы на магнитную ленту и воспроизводить их в виде изображения на экране монитора.

**Видеопринтер** – устройство, преобразующее видеосигнал и распечатывающее изображение на специальной бумаге.

**Видеозапись "Time-lapse"** – прерывистая запись видеосигналов через определенные интервалы времени, увеличивающая время записи записывающего устройства.

**Видеозапись мультиплексированная** – сжатая запись более чем одного видеосигнала.

**Видеопамять** – устройство для сохранения с помощью электроники одного или большего количества изображений для устойчивого наблюдения их на видеомониторе.

**Видеогенератор алфавитно-цифровой** – устройство для обеспечения дополнительной информации, обычно накладываемой на изображение (устройство может обеспечивать вывод от одного-двух символов до полноэкранный алфавитно-цифровой текст).

**Видеодетектор движения** – устройство обнаружения, генерирующее тревожный сигнал в ответ на изменения в сигнале одной или нескольких телевизионных камер.

**Видеоусилитель-распределитель** – устройство, которое обеспечивает несколько выходов одного видеосигнала таким образом, что воздействие на один выход не будет отражаться на других.

**Видеоусилитель** – устройство, обеспечивающее увеличение уровня видеосигнала.

**Видеокорректор** – устройство, корректирующее неэквивалентные потери по частотному диапазону\* и/или фазовые ошибки при передаче видеосигнала.

\*В устройствах разные частотные составляющие видеосигнала могут проходить с различным коэффициентом усиления. Следовательно, появляются искажения видеосигнала.

**Внешняя синхронизация** – средства обеспечения привязки синхронизации всего оборудования к одному источнику.

**Видеовход/выход** – устройство для подключения линии, по которой проводится передача видеосигнала.

**Аудиовход/выход** – устройство для подключения линии передачи аудиосигнала.

**Вход/выход тревоги** – устройство для подключения линии передачи сигнала тревоги от средств ОПС.

## 1.2. Полный телевизионный сигнал. Общие характеристики телевизионных систем

В основе телевизионной передачи и воспроизведения изображений лежат три физических процесса:

- преобразование световой энергии, исходящей от объекта передачи, в электрические сигналы;
- передача и прием электрических сигналов;
- преобразование электрических сигналов в световые импульсы, воссоздающие оптическое изображение объекта.

Телевизионному преобразованию изображений в электрический сигнал предшествует построение оптического изображения. Это изображение может быть представлено множеством интегральных источников, интенсивность каждого из которых может принимать  $n$  различных значений. Чем больше число элементарных источников  $N$  (элементов изображения), тем выше предельно различимая детальность изображения, т.е. элементы должны быть достаточно мелкими, а их число на изображении должно быть достаточно велико, чтобы глаз не замечал дискретной структуры изображения.

Первый принцип телевидения заключается в разбиении изображения на отдельные элементы и поэлементной передаче всего изображения. *Элементом изображения* называется минимальная деталь изображения, которая может быть различима и воспроизведена ТВ системой. Изображение, образованное совокупностью всех элементов, называется кадром.

Второй принцип, на котором базируется телевидение, – последовательные во времени передача и воспроизведение информации о яркости (и цвете) отдельных элементов изображения. Это возможно благодаря инерционности зрения человека, которая проявляется в том, что мелькающий источник света при высокой частоте мельканий кажется непрерывно светящимся.

Процесс последовательной поэлементной передачи (анализа) и воспроизведения (синтеза) изображения называется разверткой изображения.

В телевизионных вещательных системах развертка изображения и на передающей, и на приемной стороне реализуется в результате

движения луча с постоянной скоростью по горизонтали (строке) слева направо и по вертикали (кадру) сверху вниз. Образованная в процессе развертки структура поля – совокупность строк – называется ТВ рас-  
тром.

Передача и воспроизведение каждого элемента изображения должны осуществляться синхронно и синфазно. Это обеспечивается поддержанием в заданных пределах закона разверток и их периодической принудительной синхронизацией по строке и кадру на передающей и приемной сторонах ТВ системы.

### **Основные параметры ТВ системы**

**Формат кадра.** Форматом кадра называется отношение ширины изображения  $b$  к его высоте  $h$ :

$$k = \frac{b}{h}. \quad (1.1)$$

В телевизионном вещании величина формата кадра выбрана равной  $k = 4:3$ , что определяется угловыми размерами поля ясного зрения глаза и учитывает опыт выбора формы изображения в кино, фотографии и живописи. В современных системах используется  $k = 16:9$ .

**Число строк разложения.** Число строк разложения  $z$  определяет номинальную четкость ТВ изображения, т.е. его детальность. Эти параметры зависят от числа элементов в изображении  $N$ . Учитывая, что вдоль строки укладывается  $z$  элементов,

$$N = zkz = kz^2. \quad (1.2)$$

Под элементом понимается минимальный участок ТВ изображения, внутри которого воспроизводится лишь средняя яркость. Число строк разложения выбирается исходя из величины разрешающей способности глаза (при рассматривании изображения в угле ясного зрения). Разрешающая способность глаза количественно определяется минимальным углом, равным  $1,0 \dots 1,5'$ , в пределах которого две точки еще различаются отдельно.

В России принято число строк разложения  $z = 625$ . Это в известной мере реализует разрешающую способность глаза, если наблюдение изображения происходит при оптимальном расстоянии рассматривания  $l_{\text{опт}} = (5\dots 6)h$ , т.е. при рассматривании изображения в угле яс-

ного зрения. В ТВ системах высокой четкости (ТВЧ) число строк разложения  $Z_{ТВЧ} = 1125$  (1250).

Ширина спектра ТВ сигнала определяется в основном верхней граничной частотой

$$f_{\text{в}} = \frac{N_{1\text{с}}}{2} = \frac{kz^2 n}{2}, \quad (1.3)$$

где  $n$  – число кадров, передаваемых в секунду;  $N_{1\text{с}} = kz^2 n$  – число элементов изображения, передаваемых в секунду.

**Число кадров, передаваемых в секунду.** Число кадров – число неподвижных изображений, передаваемых в одну секунду, – выбирается исходя из инерционных свойств зрительного анализатора. Благодаря инерции зрительного восприятия («памяти») удается имитировать плавное движение деталей изображения и восприятие мерцающего светового потока как непрерывного излучения.

Из опыта кино известно, что для получения впечатления плавного движения объектов в большинстве случаев достаточно воспроизводить 16 неподвижных изображений в секунду. Однако при таком числе кадров глаз замечает мерцание яркости изображения на экране. Величина критической частоты мерцаний, при которой глаз перестает замечать периодическое изменение яркости телевизионного экрана, лежит в пределах 48 ... 50 Гц. Исходя из этого число кадров ТВ системы при построчной развертке должно быть выбрано  $n = 50$  к/с. Однако при  $n = 50$  к/с по каналу связи передается избыточная информация, что значительно расширяет спектр сигнала изображения. При этом верхняя частота спектра согласно (1.3) может быть определена как

$$f_{\text{з}} = \frac{kz^2 n}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{625^2 \cdot 50}{2} \approx 13 \text{ МГц.}$$

Сокращения спектра ТВ сигнала за счет уменьшения скорости передачи изображения (числа кадров в секунду) можно добиться с помощью чересстрочной развертки. При чересстрочной развертке каждый кадр передается за два приема: сначала нечетные строки (нечетное поле), затем четные (четное поле). При этом частота мерцаний яркости изображения в два раза превышает число кадров, передаваемых в секунду, поэтому для современных вещательных систем с че-

ресстрочной разверткой число кадров выбрано равным  $n = 25$  к/с при мерцании яркости изображения с частотой 50 Гц. Это позволяет сократить спектр частот сигнала изображения в два раза и обеспечить незаметность мерцаний яркости изображения на экране. Действительно, при  $k = 4:3$ ,  $z = 625$ ,  $n = 25$  к/с верхняя частота спектра равна

$$f_z = \frac{kz^2n}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{625^2 \cdot 25}{2} \approx 6,5 \text{ МГц.}$$

Процесс сокращения спектра сигнала изображения можно пояснить следующим образом. При передаче изображения с распределением яркости  $L_m$  вдоль строки  $m$  ТВ системой с построчной разверткой (рис. 1.1, а, б) форма сигнала изображения будет иметь вид, показанный на рис. 1.1, в. При передаче этого же изображения ТВ системой с чересстрочной разверткой с тем же числом строк появляется возможность в два раза уменьшить число кадров. Из-за этого скорость движения развертывающего луча передающей трубки по строке уменьшается в два раза. Форма сигнала изображения в этом случае показана на рис. 1.1, г. Длительность импульсов  $t_{и}$  от соответствующих деталей изображения и длительность фронтов этих импульсов  $t_{\phi}$  увеличиваются в два раза. Из общей теории связи известно, что ширина спектра импульса обратно пропорциональна его длительности, поэтому при чересстрочной развертке с тем же числом строк спектр сигнала изображения уменьшается в два раза и для его передачи требуется меньшая полоса частот тракта.

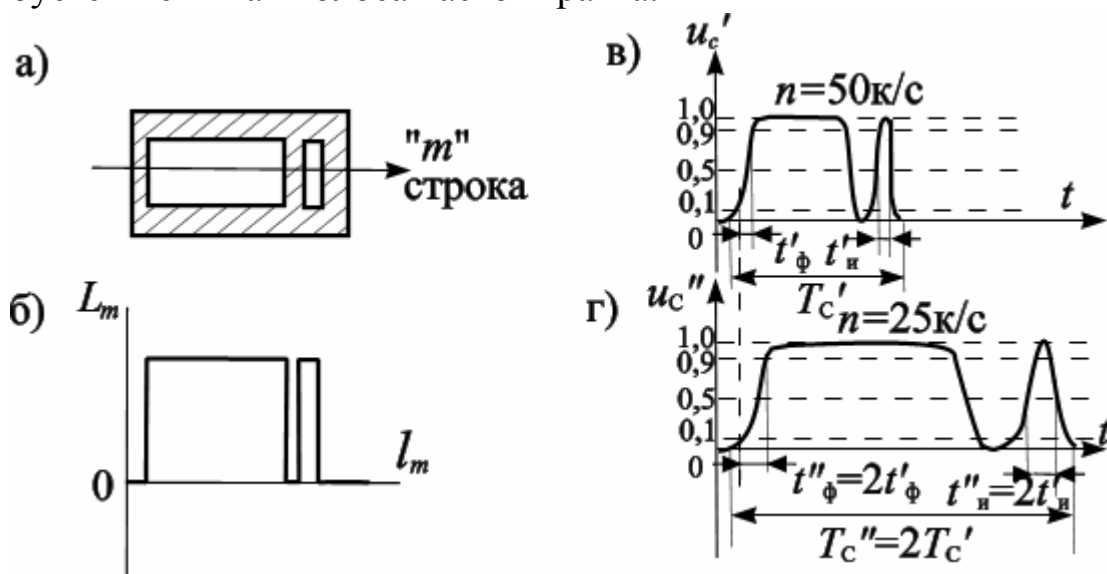


Рис. 1.1

**Контраст и число воспроизводимых градаций яркости изображения.** Контрастом изображения называется отношение максимальной яркости изображения  $L_{\max}$  к минимальной яркости  $L_{\min}$ :

$$K_{\text{из}} = \frac{L_{\max}}{L_{\min}}. \quad (1.4)$$

Контраст – один из важнейших качественных параметров изображения, так как он характеризует диапазон изменения яркости и определяет число различимых градаций яркости (полутонов изображения). При уменьшении контраста изображение становится блеклым, как бы покрывается туманом, уменьшается различимость его деталей. К этому явлению приводит и внешняя засветка изображения, так как контраст при наличии паразитной засветки  $L_{\text{д}}$  неизбежно падает:

$$K'_{\text{из}} = \frac{L_{\max} + L_{\text{д}}}{L_{\min} + L_{\text{д}}} < K_{\text{из}}. \quad (1.5)$$

Особенностью нашего зрения является то, что глаз реагирует не на абсолютное значение изменения яркости  $DL$ , а на ее относительное приращение  $DL/L$ . Минимальный (пороговый) контраст, обнаруживаемый глазом (пороговая градация яркости), равен  $(DL/L) = 0,02 \dots 0,05$ . Мерой визуального ощущения любого перепада яркости может служить число пороговых градаций. В частности, при заданном контрасте наблюдатель может воспринять на изображении вполне определенное количество уровней изменений яркости (пороговых градаций яркости). Так, при характерных для ТВ изображений значениях параметров  $K_{\text{из}} = 100$  и  $(DL/L)_{\text{пор}} = 0,05$  максимально возможное число воспроизводимых градаций определяется как

$$m' = \frac{\ln K_{\text{из}}}{(\Delta L/L)_{\text{пор}}} = \frac{\ln 100}{0,05} \approx 90. \quad (1.6)$$

**Вид развертки.** Передача ТВ изображения может осуществляться с помощью построчной и чересстрочной разверток. В современном вещательном ТВ, как указывалось выше, используется чересстрочная развертка, обеспечивающая двукратное сокращение спектра ТВ сигнала по сравнению с построчной (при одинаковой четкости и частоте мерцаний яркости изображения). Однако чересстрочная раз-

вертка имеет и недостатки. Наиболее существенными из них являются жесткие условия формирования чересстрочного раstra: в каждом кадре должно быть строго определенное нечетное число строк разложения; следовательно, в каждом поле должно быть целое число строк плюс половина строки. Для этого необходима жесткая связь частот кадровой и строчной разверток. Нарушение чересстрочной развертки – «слипание» строк – может происходить и при неидентичности (порядка 0,16 %) размахов сигналов кадровой развертки нечетного и четного полей. Основные параметры системы ТВ вещания России: число строк разложения  $z = 625$ , число кадров в секунду  $n = 25$  к/с, формат кадра  $k = 3:4$ , вид развертки – чересстрочная.

**Состав, назначение и особенности полного телевизионного сигнала.** Полный телевизионный сигнал (ПТВС) черно-белой ТВ системы содержит следующие составляющие: сигнал изображения (сигнал яркости), сигнал гашения, сигнал синхронизации разверток приемников. На рис. 1.2 показаны осциллограммы ПТВС при частотах развертки осциллографа, кратных частоте строчной развертки  $fz$  (рис. 1.2, а) и частоте кадровой развертки  $fn$  (рис. 1.2, б).

**Сигнал изображения** (сигнал яркости) располагается в активной части строки  $Tz_a$  (рис. 1.2, а) и является основной составляющей ПТВС, так как несет информацию о яркости элементов изображения. Форма сигнала изображения имеет импульсный характер и соответствует изменению яркости изображения в направлении строчной развертки. Любое искажение формы сигнала неизбежно вызывает яркостные искажения деталей ТВ изображения.

Так как яркость является униполярной физической величиной, сигнал изображения также униполярен и, следовательно, имеет постоянную составляющую, пропорциональную средней яркости изображения. При этом за положительную полярность сигнала принимается такая полярность, при которой максимальное значение сигнала соответствует максимальной яркости (уровню белого, рис. 1.2), а за негативную – полярность, при которой максимальное значение сигнала соответствует минимальной яркости (уровню черного).

Размах сигнала изображения между реальными уровнями белого и черного характеризует контраст изображения.



Верхняя граничная частота спектра сигнала изображения

$$f_{\text{в}} = \frac{kz^2 n}{2}, \quad (1.7)$$

а нижняя, при чересстрочной развертке,  $f_{\text{н}} = 2n$ .

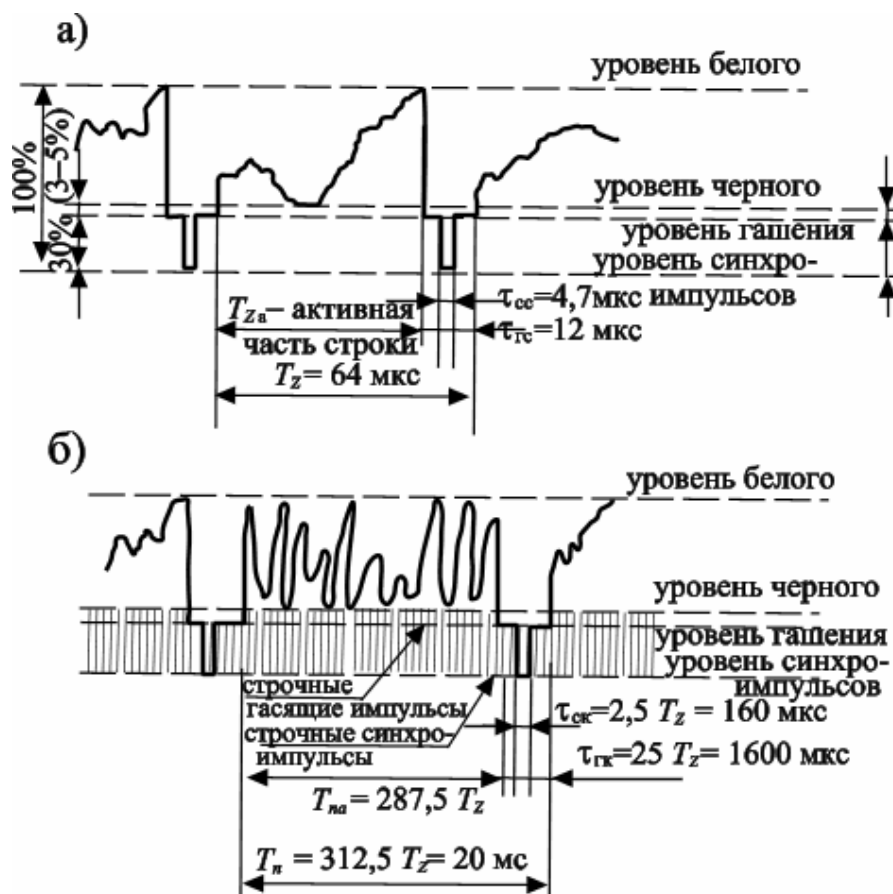


Рис. 1.2

**Сигнал гашения** в ПТВС предназначен для запираания лучей приемных трубок – кинескопов – во время обратных ходов разверток. Он состоит из совокупности П-образных гасящих импульсов частоты строк длительностью 12 мкс (19 % от длительности строки  $T_z = 64 \text{ мкс}$ , см. рис. 1.2, а) и П-образных гасящих импульсов частоты полей длительностью  $25 T_z = 1600 \text{ мкс}$  (8 % от длительности поля  $T_z = 20 \text{ мс}$ , см. рис. 1.2, б). Из 625 строк ТВ растра 50 не используются для передачи изображения и затрачиваются на два обратных хода кадровой развертки.

Полярность и размах сигнала гашения выбираются такими, чтобы вершины П-образных импульсов находились на уровне гашения – на (0...5) % ниже уровня черного ПТВС (см. рис. 1.2). В случае отсутствия или малого размаха кадровых гасящих импульсов, недостаточных для надежного запирания луча приемной трубки, на изображении появляются характерные белые полосы – след от луча кинескопа во время обратного хода по кадру. В случае недостаточного размаха строчных гасящих импульсов след от луча при обратном ходе по строке создает паразитную засветку. Это приводит к уменьшению контраста ТВ изображения.

**Сигнал синхронизации** предназначен для жесткой синхронизации разверток ТВ приемника с соответствующими развертками передающей камеры ТВ центра. Сигнал синхронизации состоит из совокупности П-образных строчных синхроимпульсов длительностью 4,7 мкс и кадровых – длительностью 2,5  $T_z = 160$  мкс (см. рис. 1.2). Для идентичности кадровых синхроимпульсов, следующих в начале четных и нечетных полей, в них сделаны пять импульсов врезок с двойной строчной частотой длительностью 4,7 мкс каждый. Для одинаковых условий выделения синхроимпульсов четных и нечетных полей в приемнике перед этими импульсами и после них передаются две последовательности из пяти уравнивающих импульсов с двойной строчной частотой и длительностью 2,35 мкс каждый. Сигналы синхронизации передаются во время следования соответствующих гасящих импульсов в области уровней ниже уровня гашения. Размах сигнала синхронизации устанавливается равным 30 % от размаха ПТВС (см. рис. 1.2).

**Оценка параметров и искажений ТВ изображения и ПТВС.** Оценка величин основных параметров и искажений ТВ изображения, а также настройка оборудования производятся в большинстве случаев с помощью телевизионных испытательных таблиц (ТИТ). В частности, в лабораторном макете ТВ системы для оценки параметров и искажений ТВ изображения используется универсальная электронная испытательная таблица (УЭИТ).

**Координатные (геометрические) искажения изображения** – нарушение геометрического подобия репродукции по отношению к оригиналу. Чаще всего они возникают из-за следующих причин:

1) неидентичности форматов кадра на передающей и приемной трубках, т. е. неправильного соотношения размахов сигналов строчной и кадровой разверток. При этом возникает равномерное по всему полю изменение масштаба изображения по горизонтали или по вертикали. Эти искажения ликвидируются изменением размеров изображения по вертикали или горизонтали;

2) неидентичности формы сигналов строчных (кадровых) разверток передающих и приемных устройств, т. е. неодинаковости относительных скоростей движения лучей в горизонтальном (вертикальном) направлении в передающей и приемной трубках. При этом часть репродукции увеличивается в размерах относительно оригинала, а другая часть уменьшается.

Визуальная качественная оценка координатных искажений и их коррекция с помощью регулировок размахов и линейностей сигналов строчной и кадровой разверток производится по окружностям сравнительно большого диаметра. Они размещаются обычно в центре и по углам поля телевизионной испытательной таблицы (ТИТ). К искажениям этих окружностей глаз наиболее критичен.

**Искажения низкочастотных составляющих сигнала изображения.** вызывают искажения яркости крупных деталей изображения (тянущиеся продолжения).

Сигнал изображения от относительно крупных деталей (рис. 1.3, а) оригинала представляет собой импульсы сравнительно большой длительности (рис. 1.3, б), поэтому спектр такого сигнала содержит и относительно низкие частоты. Искажения указанных импульсов определяются формой амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) тракта в области низких частот (или формой переходной характеристики в области больших времен – горизонтальной части единичного скачка). Как известно, при спаде (подъеме) АЧХ в области низких частот у импульса сравнительно большой длительности наблюдается спад (подъем) плоской части, а за импульсом появляется тянущееся продолжение «за белым – черное» («за белым – белое»). Плавное изменение яркости крупной детали в направлении строчной развертки, возникающее из-за наклона плоской части импульса, визуально сравнительно мало заметно. А вот искажения яркости фона

(ТИТ) – тянущееся продолжение за деталью в виде своеобразного «хвоста» – заметно значительно сильнее (рис. 1.3, в).

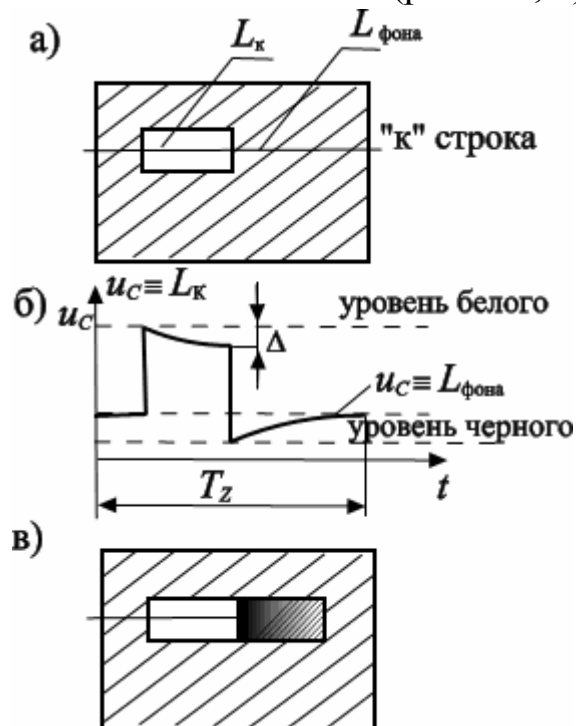


Рис. 1.3

В УЭИТ для оценки низкочастотных искажений сигнала изображения предусмотрены черные и белые детали в центре таблицы.

**Искажения высокочастотных составляющих сигнала изображения** вызывают изменение четкости изображения в горизонтальном направлении и появление ложных узоров на изображении (пластика, повторы контуров деталей и т. п.).

Четкость изображения определяется: по вертикали – числом строк разложения  $z$  и качеством чересстрочной развертки, а по горизонтали – шириной полосы частот пропускания канала передачи сигнала изображения (или формой переходной характеристики в области малых времен – длительностью фронта переходной характеристики).

Практически четкость изображения оценивается величиной минимальной детали, воспроизводимой с помощью ТВ системы.

Величины деталей измеряются в относительных единицах (по отношению к высоте кадра  $h$ ), а четкость – в условных единицах – строках. Например, если визуально на репродукции различаются де-

тали размером не менее  $(1/550)h$ , то четкость изображения составит 550 строк. Для оценки четкости изображения используются штриховые миры из черно-белых линий с одним, двумя и тремя черными штрихами одинаковой толщины, а также многштриховые миры с одинаковой толщиной штрихов в центре и углах телевизионной испытательной таблицы (ТИТ). Около этих мир нанесены числа условных единиц измерения четкости изображения, соответствующие относительной толщине штрихов в данном месте. Для количественной оценки четкости изображения наблюдатель определяет область, где штрихи миры перестают различаться отдельно. Спад АЧХ тракта в области верхних частот и соответствующее увеличение длительности фронта переходной характеристики являются основной причиной уменьшения четкости изображения по горизонтали (рис. 1.4, а).

При подъеме АЧХ в области верхних частот уменьшается длительность фронта переходной характеристики (рис. 1.4, б) и, кроме того, на горизонтальной части ее может возникнуть затухающий колебательный процесс (рис. 1.4, в).

В соответствии с искажениями переходной характеристики искажаются и детали изображения, т.е. после резкого изменения яркости по строке на репродукции могут возникнуть повторы контура детали с постепенно убывающей интенсивностью. Если же колебательный процесс аperiodичен, т.е. если имеется только один (первый) выброс, то границы детали им как бы подчеркиваются.

Оценка четкости по вертикали с помощью горизонтальных штриховых мир затруднена муар-эффектом – биением пространственных частот, образованных дискретной структурой раstra по вертикали и горизонтальными штрихами миры. С помощью УЭИТ косвенно оценивается лишь качество чересстрочной развертки по искажениям наклонных линий в центре таблицы. При нарушении черес-

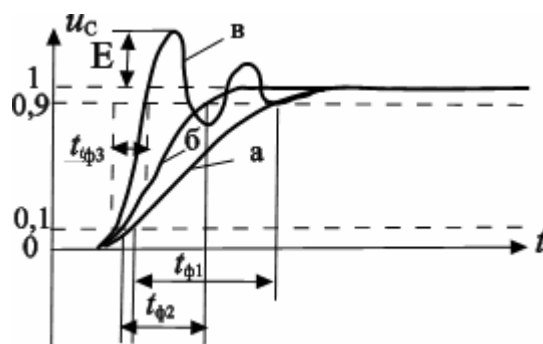


Рис 1.4

строчной развертки эти линии воспроизводятся в виде ступенчатых кривых.

**Нелинейные искажения сигнала изображения** вызывают изменение контраста деталей репродукции и числа воспроизводимых градаций (полутонов).

Оценка контраста изображения и числа воспроизводимых градаций производится по шкале перепадов яркости – градационному клину. Эти шкалы ТИТ составлены в большинстве случаев из десяти сравнительно больших черно-белых прямоугольников, причем первый и последний имеют соответственно максимальную и минимальную яркости, а яркость промежуточных прямоугольников визуальнo линейно меняется в заданном диапазоне яркостей. Шкалы располагаются, как правило, горизонтально в центральной части таблицы. Форма сигнала изображения от подобного клина представляет собой ступенчатую спадающую (возрастающую) кривую. Измерение яркостей первого и последнего элементов шкалы дает возможность оценить величину контраста изображения, а число прямоугольников с отличающимися от соседних яркостями (число ступеней яркости) позволяет ориентировочно оценить число воспроизводимых градаций (полутонов) изображения. Обычно для универсальных ТИТ контраст репродукции должен быть порядка 50, а число полутонов – 7 – 9. Следует учесть, что при этом номинальное число градаций, которое может воспроизвести ТВ система, будет примерно на порядок выше – 70 – 80, так как величина каждого перепада яркости градационного клина содержит 8 – 10 пороговых градаций.

### **1.3. Классификация, назначение и задачи телевизионных систем наблюдения**

#### **Классификация систем охранного телевидения**

СОТ можно классифицировать следующим образом:

**Класс I** – системы, работающие при дневном освещении, т.е. в диапазоне освещенностей от полного солнца ( $10^5$  лк) до заката (50 лк);

**Класс II** – системы, работающие при низком освещении, т.е. в диапазоне освещенностей от полного солнца ( $10^5$  лк) до сумерек (приблизительно 4 лк);

**Класс III** – системы, работающие при лунном свете, т.е. в диапазоне освещенностей от полного солнца ( $10^5$  лк) до четверти лунного света безоблачной ночью (0,1...0,4 лк);

**Класс IV** – системы, работающие при свете звезд, т.е. в диапазоне освещенностей от полного солнца ( $10^5$  лк) до света звезд безоблачной ночью (0,0007...0,002 лк);

**Класс V** – инфракрасные системы, т.е. системы, в которых используются инфракрасные источники в дополнение к существующему уровню освещенности (например для работы в полной темноте).

Диапазон уровней освещения, соответствующий данной классификации, приведен на рис. 1.5.

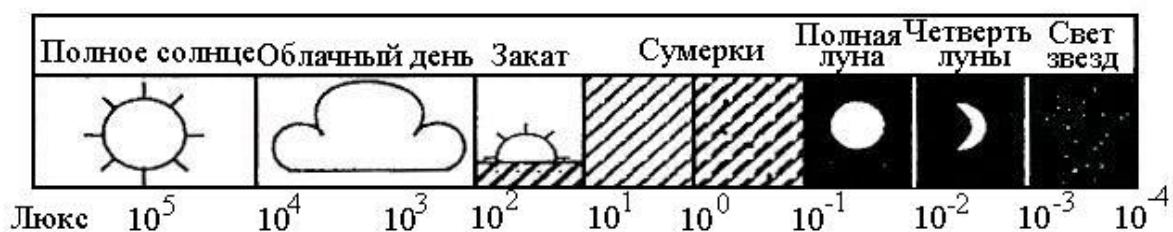


Рис. 1.5

Примеры типичных уровней освещения: хорошо освещенная автомагистраль: 10 лк; лестница или коридор: 60 лк; офис или магазин: 250... 500 лк.

**Примечание.** Не все ТК могут работать при инфракрасном свете. Характеристики цветных камер отвечают характеристикам человеческого зрения, а большинство камер используют часть красной и инфракрасную область. Поэтому при выборе ТК для конкретных целей необходимо учитывать тип источника света и спектральную характеристику устройства отображения ТК в совокупности с объективом и отражением сцены.

Типовые задачи телевизионных систем охранного наблюдения приведены в таблице.

Типовые задачи телевизионных систем охранного наблюдения

Целевая задача видеоконтроля	Характеристика объекта контроля	
	Человек	Автомобиль
<p><b>Обнаружение</b> Основное назначение: - верификация тревоги; - общее наблюдение</p>	<p>Очертания фигуры. Направление движения (громкая речь, звук ударов при взломе конструкции)</p>	<p>Тип: грузовой, легковой. Направление движения (шум двигателя автомобиля)</p>
<p><b>Различение</b> Основное назначение: контроль наличия посторонних лиц в контролируемой зоне (узнавание знакомого объекта контроля)</p>	<p>То же и: пол, рост, комплекция, крупные черты лица (цвет волос, одежды); скорость и направление движения (речь, звук при вскрытии конструкции)</p>	<p>То же и: марка, тип и габариты кузова (цвет кузова); наличие и количество людей в автомобиле; скорость и направление движения (шум двигателя)</p>
<p><b>Идентификация</b> Основное назначение: отождествление записанного изображения с хранящимся в базе данных (узнавание незнакомого объекта контроля)</p>	<p>То же и: мелкие черты (цвет) лица; прическа (цвет волос); особенности походки; особые приметы (шрамы, родинки, и т.п.); фасон (цвет) одежды; наличие оружия (речь, шаги, звук при открывании конструкции)</p>	<p>То же и: регистрационный номер; навесные детали кузова (зеркала, антенны, спойлеры, и т.п.); повреждения кузова (цвет кузова и номера, неоднородность покраски) (шум двигателя, разговор в салоне)</p>



### Контрольные вопросы и задания

1. Назовите целевые задачи видеоконтроля.
2. Назовите, какие используются виды развертки в телевизионных сигналах.
3. Назовите состав полного телевизионного сигнала.
4. Какое назначение имеет сигнал гашения?
5. Назовите типы искажений ПТВС.
6. Зачем необходима синхронизация в ПТВС?
7. Назовите назначение испытательной таблицы для ПТВС.
8. Каким образом классифицируются системы охранного телевидения?
9. Какова цель задачи обнаружения в системах охранного телевидения?
10. Какова цель задачи различения в системах охранного телевидения?
11. Какова цель задачи идентификации в системах охранного телевидения?
12. Какие бывают стандарты передачи телевизионного изображения?

## ГЛАВА 2. УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

### 2.1. Структура видеокамер

#### Аналоговые видеокамеры

Структурная схема аналоговой видеокамеры представлена на рис. 2.1 и аналогична схеме цифровой видеокамеры, представленной на рис. 2.2, за исключением того, что в ней отсутствуют блоки аналого-цифрового преобразования, цифрового процессора обработки изображения и самой цифровой обработки изображений. Все сетевые видеокамеры в настоящее время используют цифровую обработку и используют ПЗС-матрицы.

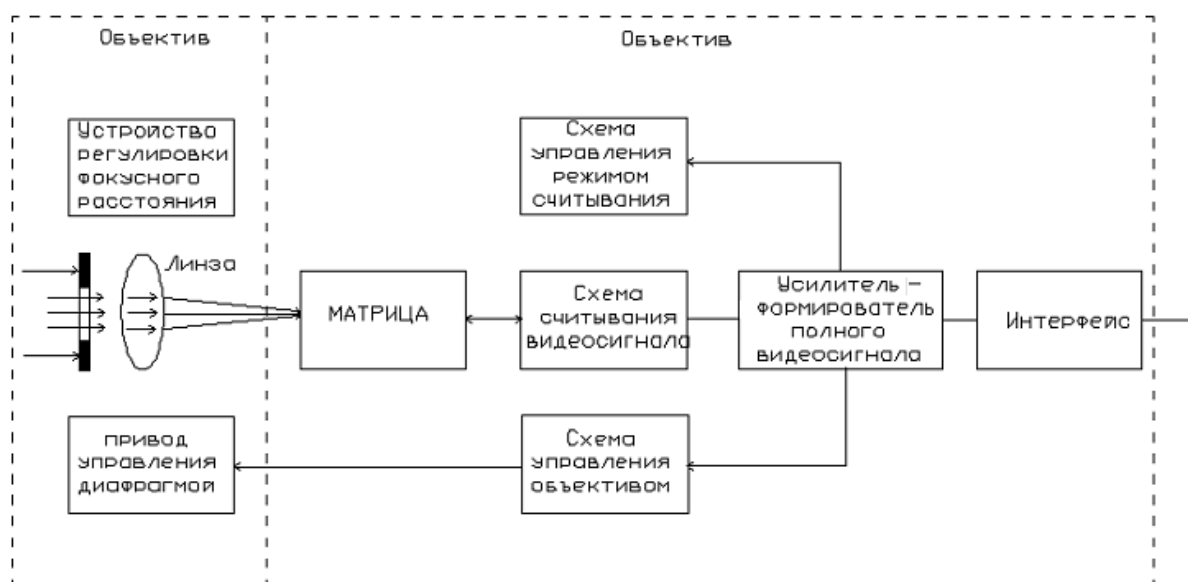


Рис. 2.1

#### ПЗС-матрицы

ПЗС-матрица – прямоугольная светочувствительная полупроводниковая пластина с соотношением сторон 3:4. ПЗС-матрицы имеют разные размеры, которые называются форматом матриц и имеют обозначения и размеры, приведенные в табл. 2.1.

Формат матриц, указанный в дюймах, реально не соответствует размеру ПЗС-матрицы.

*Таблица 2.1*

ПЗС-матрицы, обозначения и размеры

Формат матрицы, дюйм	Высота, мм	Ширина, мм
1/4	4,5	3,4
1/3	3,6	4,8
1/2	4,8	6,4
2/3	6,6	8,8
1	9,5	12,7

ПЗС – это приборы с зарядовой связью, которые очень чувствительны к свету, и поэтому их используют в качестве светоприемников. Основной принцип работы ПЗС заключается в сохранении информации электрических зарядов в фотоэлементах, а затем, когда потребуется, передаче этих зарядов на выходной каскад. Если ПЗС-матрица используется в качестве фотоприемника, то вместо использования зарядовых пакетов для хранения цифровой информации (в случае, когда ПЗС-матрица служит запоминающим устройством) формируется фотоэлектронная генерация электронов пропорционально количеству света, падающего на область формирования изображения. Затем эти заряды сдвигаются вертикально и/или горизонтально так же, как сдвиговые регистры в цифровых схемах сдвигают двоичные значения.

Зарядовые пакеты – как только они сформировались в фотоэлементах матрицы – «стекают» на выходной каскад при использовании методов зарядовой связи. Таким образом, электрическая связь обеспечивается управлением напряжением и временем для каждой ячейки, называемой элементом изображения (пиксель). Один из пионеров ПЗС-технологии – Гильберт Амелио – в своей статье описывает зарядовую связь как «коллективный перенос всего мобильного электрического заряда, хранящегося на элементе полупроводниковой памяти, на аналогичный сопряженный запоминающий элемент путем внешнего воздействия напряжением. Количество хранимого в мобильном пакете заряда может меняться в широких пределах в зависимости от

приложенного напряжения и емкости запоминающих элементов. Величина электрического заряда в каждом пакете может представлять информацию». ПЗС-чип может иметь либо линейную форму (линейный ПЗС), либо форму двумерной матрицы (ПЗС-матрица). Важно понимать, что они состоят из дискретных элементов (пикселей), но ПЗС-устройства не являются цифровыми устройствами. Каждый пиксель может содержать любое число электронов, пропорциональное падающему на него свету, таким образом, представляя аналоговую информацию. Дискретные пакеты электронов переносятся (если время экспонирования закончилось) одновременным сдвигом рядов и столбцов пакетов на внешний каскад чипа. Поэтому говорят, что ПЗС-матрицы по сути своей являются светочувствительными аналоговыми сдвигowymi регистрами.

Сегодня ПЗС не используются в качестве запоминающих устройств, а только в качестве фотоприемников. Их можно найти во многих устройствах, с которыми мы сталкиваемся каждый день: в факсимильных аппаратах, сканерах используются линейные ПЗС; во многих фотокамерах с автофокусом используются ПЗС-чипы автофокусировки; в географическом аэромониторинге, космическом зондировании планеты, промышленном обследовании материалов.

Основные преимущества ПЗС-телекамер в сравнении с телекамерами на передающих трубках:

- очень низкая минимальная освещенность (для черно-белых до 1 лк на объекте);
- отсутствие геометрических искажений благодаря точной двумерной конструкции;
- низкое энергопотребление;
- не требуется высокое напряжение для ускорения луча;
- маленькие размеры;
- не подвержены воздействию внешних электромагнитных полей;
- и самое важное неограниченное время жизни электронов, генерируемых фотоэффектом.

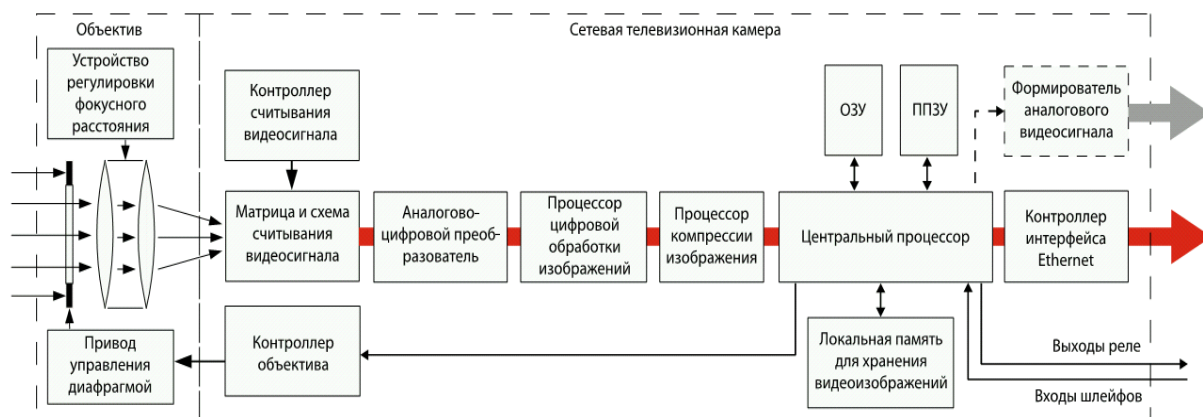


Рис. 2.2

### Составные части структурной схемы сетевой видеокамеры

Объектив, фокусирующий изображения объекта на матрице. Объективы для сетевых камер стандартного разрешения по своим характеристикам и особенностям аналогичны моделям для аналоговых телекамер. Для мегапиксельных сетевых камер должны использоваться специальные объективы, имеющие высокую разрешающую способность.

Матрица, осуществляющая преобразование оптического изображения в электрический сигнал, и устройство считывания видеосигнала с матрицы.

Аналогово-цифровой преобразователь отсчетов видеосигнала.

Процессор цифровой обработки видеоизображения. С его помощью, например, выполняются следующие операции:

- компенсация фоновой засветки;
- компенсация ярких точечных источников света;
- автоматическое переключение цветных камер в черно-белый режим при уменьшении освещенности;
- повышение чувствительности за счет накопления сигнала в течение нескольких тактов считывания или весового суммирования сигналов соседних ячеек чувствительного элемента;
- автоматический цветовой баланс (баланс белого).

Процессор, обеспечивающий компрессию (сжатие) видеоизображения.

Оперативное запоминающее устройство.

Перепрограммируемое запоминающее устройство. В нем может храниться следующая информация:

- операционная система камеры, обеспечивающая функционирование устройства;
- Web-сервер, реализующий интерфейс пользователя и механизм обеспечения безопасности;
- системные настройки параметров изображения и сетевые настройки;
- программное обеспечение для анализа видеоизображения (в простейшем случае – видеодетектор движения).
- контроллер объектива, обеспечивающий управление диафрагмой;
- формирователь аналогового видеосигнала (опция).

Для применения камер в целях охраны промышленность предоставляет широкую палитру ПЗС-камер с различными свойствами и оснащением.

Общими для всех ПЗС-камер, специально разработанных для охранных целей, являются следующие свойства:

- пригодность для всех профессиональных задач по наблюдению, обеспечению безопасности и контролю;
- длительная работа без износа и последующих затрат;
- высокая стабильность оптических и электрических параметров;
- надежная продолжительная работа в течение длительного времени благодаря применению долгоживущих компонентов;
- отсутствие заправок и повреждений от переэкспозиции;
- отсутствие смаза изображения при подвижных снимаемых объектах;
- отсутствие влияния магнитных и электрических полей;
- съемка с точностью оригинала без геометрических искажений;
- высокая устойчивость к ударам и вибрациям;
- стандартизированные крепления объектива, видео- и системные разъемы.

## 2.2. Основные технические характеристики телевизионных камер

Человеческий глаз не одинаково чувствителен ко всем параметрам видеоизображения. Люди, не обладающие достаточным опытом, будут удивлены, узнав, что разница в разрешающей способности в 50 ТВЛ иногда менее важна для качества изображения, чем, например, правильная установка гамма-коррекции или разница в 3 дБ в отношении сигнал/шум.

Рассмотрим некоторые наиболее важные характеристики: чувствительность телекамеры; минимальная освещенность; разрешающая способность телекамеры; отношение сигнал/шум; динамический диапазон.

Другие, менее важные, но тоже имеющие значение характеристики включают: гамма-коррекцию, темновой ток, спектральную чувствительность, оптическую низкочастотную фильтрацию, диапазон АРУ в децибелах, энергопотребление, габаритные размеры и пр.

### **Разрешающая способность**

Видеокамеры с одинаковыми по количеству пикселей ПЗС-матрицами создают совершенно разные по качеству изображения.

Для аналогового оборудования телевизионных систем разрешающая способность подразделялась на разрешающую способность по вертикали и горизонтали.

*Разрешающая способность по вертикали* – максимальное число горизонтальных линий, которое способно передать оборудование. Разрешающая способность по вертикали ограничена количеством строк в кадре. Так, для стандартов The International Radio Consultative Committee (CCIR) и SECAM это 625 строк или линий (точно 575). Точное значение количества строк отличается от общего количества строк в кадре за счет того, что строки, «находящиеся» в кадровом гасящем импульсе, не передают изображение, а значит, и не должны учитываться в разрешающей способности по вертикали. Но это теоретическое разрешение по вертикали, практически разрешение равно результату умножения 575 или 475 на поправочный коэффициент 0,7 (Келл-фактор).

*Разрешающая способность по горизонтали* – это максимальное число вертикальных линий, которое способно передать оборудование. Она зависит от верхней границы полосы частот сигнала и размера апертуры (диаметра) сканирующего луча. Фактически разрешение по горизонтали в основном и интересует потребителей. Чем больше вертикальных линий умещается по всей ширине строки, тем больше на изображении проработаны мелкие детали.

Ранее использовался термин: «количество элементов разложения», который соответствовал количеству точек пересечения горизонтальных линий развертки с вертикальными линиями. Общее их количество составляло около 390 – 400 тысяч. В настоящее время с появлением ПЗС-матриц имеем эти же элементы разложения (пиксели). Соотношение сторон ПЗС матрицы  $\frac{3}{4}$ . В результате чего и появился коэффициент 0,75, а за разрешающую способность принята одна телевизионная линия, или сокращенно «твл».

Например, ПЗС-матрица видеокамеры по горизонтали имеет 627 пикселей, то есть она способна прорисовать 627 линий. Разрешающая способность равна  $627 \times 0,75 = 470$  твл. Если разрешающая способность камеры 600 твл, то количество пикселей в горизонтальном ряду матрицы  $600 : 0,75 = 800$  пикселей.

Эти расчеты вполне оправданы. Естественно, что если количество пикселей в одной камере с  $752 \times 564$  (564 твл), а в другой  $520 \times 390$  (390 твл), то разрешающая способность первой камеры лучше.

Но количество пикселей и связанное с этим разрешение это только сравнение видеокамер или любого оборудования по внешним признакам, т.е. по количеству дискретных элементов в структуре их фоточувствительного элемента – ПЗС-матрице. И пока мы не касаемся характеристик изображения, которые формирует оборудование, то такая разрешающая способность имеет право на существование, и совершенно не важно представлена она в виде телевизионных линий или в виде количества пикселей по горизонтали и вертикали. Назвать такую разрешающую способность целесообразно как потенциальная разрешающая способность. Но лучше не использовать в этом случае понятие разрешающей способности, а характеризовать видеокамеру,



имеющую  $752 \times 564$  пикселей в матрице как 0,424 мегапиксельную, что представляет из себя результат умножения количества пикселей по вертикали на количество пикселей по горизонтали. Тем более, что такие аналогии уже присутствуют в фото- и видеотехнике.

Но как только мы хотим сравнить оборудование по разрешающей способности создаваемого им изображения, количество пикселей в матрице совершенно недостаточно для получения численного значения этой характеристики. Изображение хоть и создается дискретной структурой ПЗС-матрицы, но кроме количества пикселей нужно знать величину еще одного немаловажного параметра. Этот параметр должен характеризовать как каждый пиксель работает с изображением, т.е. как он способен передавать все полутона изображения, которые на него проецируются.

В качестве такого параметра выступает контраст, а точнее зависимость величины ухудшения контраста от размера элементов изображения. Другими словами, эта характеристика покажет нам, насколько оборудование ухудшает контраст объектов, находящихся в поле зрения камеры в зависимости от их пространственных размеров.

Отсюда мы приходим к очень важному параметру, определяющему видимость объекта, – яркостному контрасту объекта с фоном. Аналитическое выражение для его определения следующее:

$$K = \frac{E_{об} - E_{ф}}{E_{об}},$$

где  $E_{об}$  – яркость объекта;  $E_{ф}$  – яркость фона.

Значение модуляции, равное 10 %, приближается к предельным возможностям человеческого зрения различать две расположенные рядом градации яркости. Поэтому значение разрешающей способности, полученное таким образом, является предельным разрешением. Для видеокамер, видеорегистраторов, мониторов и другого оборудования, работающего с видеосигналом, наиболее полную информацию об их разрешении и качестве формируемого изображения предоставляет функция передачи модуляции (ФПМ). Но поскольку в ССТV параметр модуляция не отражает физического смысла решаемых видеосистемами задач, целесообразно строить не ФПМ, а ча-

стотно-контрастную характеристику (ЧКХ). Частотно-контрастная характеристика незаменима при определении разрешающей способности оборудования и видеотрактов, а также их линейности во всем диапазоне пространственных частот. Эта характеристика является полным аналогом амплитудно-частотной характеристики, которая широко используется в технике связи, при звуковоспроизведении и в акустических системах. Отличие состоит в том, что АЧХ – это зависимость амплитуды сигнала от частоты, а ЧКХ – зависимость контраста видеосигнала от пространственной частоты. Количество градаций яркости, или полутонов, в изображении определяет, насколько «сочным», высокохудожественным оно будет. Если видеооборудование, на вход которого подается сигнал белого и черного цвета, без потери контраста передаст его на устройство отображения, то количество градаций яркости будет определяться только возможностями монитора. Если же оборудование снижает контраст при передаче изображения на монитор, то и количество градаций яркости также будет уменьшаться. Для видеооборудования ЧКХ выражает зависимость передачи контраста мелких деталей объекта при уменьшении их размеров или, что то же самое, – увеличении пространственной частоты линий на мире, выраженной в их количестве, приходящемся на одну строку изображения.

Цветные телекамеры с одной ПЗС-матрицей (используемые в системах видеонаблюдения) имеют меньшую разрешающую способность, чем черно-белые, из-за деления на три цветовых компонента при том, что размеры этих ПЗС-матриц такие же, как у черно-белых телекамер. Трехматричные цветные телекамеры, используемые в телевещании, могут иметь гораздо более высокое разрешение. Появились телекамеры высокой четкости, где три 1-дюймовые матрицы дают горизонтальное разрешение, близкое к 1000 ТВ-линиям. Существует немало испытательных таблиц, которые используются для оценки разрешающей способности телекамер. Наиболее популярная из них – это испытательная таблица EIA RETMA, но в последнее время таблица по рекомендациям IEEE-208 становится все более популярной.

**Минимальная освещенность.** В видеонаблюдении не существует четкого определения минимальной освещенности в отличие от чувствительности телекамеры. Обычно этот термин относят к наименьшей освещенности на объекте, при которой данная телекамера дает распознаваемый видеосигнал. Поэтому данная характеристика выражается в люксах на объекте, при которых получается данный видеосигнал.

Термин «распознаваемый» используется в широком смысле и в зависимости от производителя может быть определен или нет. Это одна из самых больших «уловок» в видеонаблюдении. Большинство производителей, особенно тайваньских, не указывают уровень видеосигнала на выходе телекамеры для освещенности, указываемой как минимальная освещенность. Этот уровень может составлять 30(от 700 мВ), иногда 50, а иногда и 10 %. Вот, например, общепринятые выражения при описании минимальной освещенности: «0,1 лк на объекте с коэффициентом отражения 80 % при использовании объектива F/1,4». Следует иметь в виду, что в телекамере с хорошей схемой АРУ даже 10 % видеосигнала (70 мВ) можно «раскачать» так, что он будет казаться намного больше, чем есть на самом деле. Это, естественно, может вводить в заблуждение потребителя.

В настоящее время появилось большое количество телекамер, условно называемых «день/ночь» (Day/Night). Эти телекамеры обычно имеют цветной фотоприемник, который превращается в черно-белый за счет механического удаления отсекающего ИК-фильтра и интегрирования трех пикселей RGB в один монохромный.

Таким образом, цветная телекамера при нормальных уровнях освещенности превращается в более чувствительную черно-белую телекамеру при минимальных уровнях освещенности. Кроме того, чувствительность возрастает и за счет инфракрасного диапазона, так как убирается отсекающий ИК-фильтр. Часть моделей телекамер только переключается в черно-белый режим с интегрированием пикселей, но не убирают отсекающий ИК-фильтр. Некоторые производители телекамер пошли еще дальше и к цветной матрице добавили черно-белую. В этом случае, когда уровень освещенности снижается ниже определенного, происходит механическое переключение фотоприемников.

**Чувствительность.** В любом устройстве чувствительность – это такое минимальное значение уровня полезного сигнала на входе, при котором на выходе устройства все параметры, характеризующие его качество, находятся в допустимых пределах или снизились на минимально допустимую величину. Обычно эта величина находится в пределах 3 дБ.

Чувствительность видеокамеры – минимальное значение отверстия диафрагмы, при котором размах видеосигнала на выходе камеры равен 1 В при освещенности тестовой таблицы 2000 лк источником с цветовой температурой 3200° К (чаще в качестве критерия используется допустимое отношение сигнал/шум) .

**Отношение сигнал/шум** – это отношение максимального уровня сигнала (уровень белого) к уровню шума ПЗС-матрицы и остальных электронных компонентов видеокамеры (рис. 2.3).

### Отношение сигнал/шум

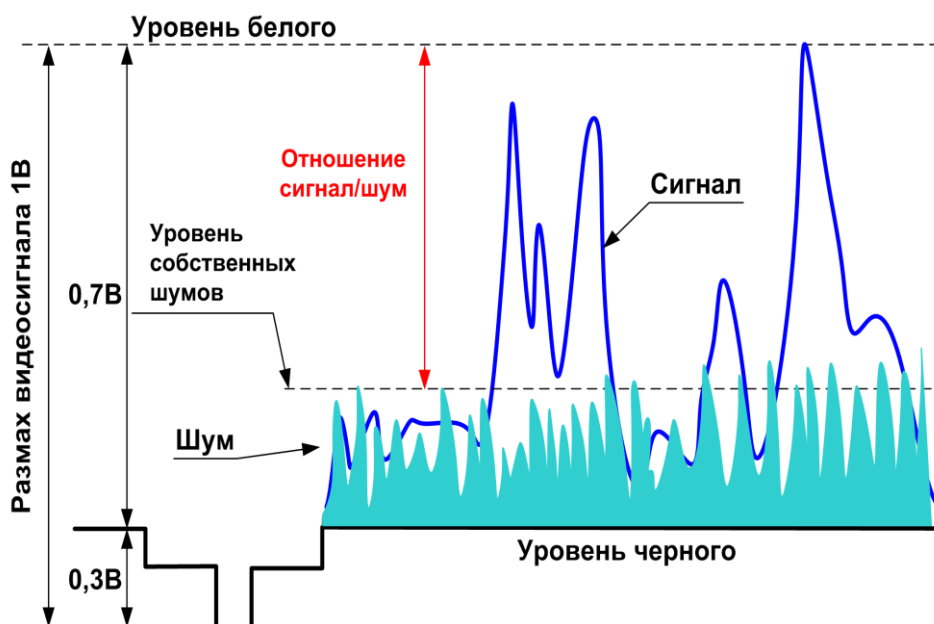


Рис. 2.3

Отношение сигнал/шум характеризует «количество» шума, присутствующего в видеосигнале. Связано это с тем, что максимальный уровень сигнала в видеокамере имеет постоянную величину, поддерживаемую системой АРУ и имеющую значение 0,7 В, а собственные шумы могут иметь различные значения в зависимости от используе-

мой камеры. Чем больше отношение сигнал/шум, тем меньше шума присутствует в видеосигнале и тем лучше изображение на мониторе.

Собственные шумы камеры в основном проявляются на темных участках изображения, поэтому, чем чище материал, из которого изготовлена ПЗС-матрица, и чем совершеннее технология ее изготовления, тем меньше собственных шумов присутствует в видеосигнале.

Нормальным считается отношение сигнал/шум 45 дБ. У камер высокого класса это отношение достигает 58 дБ.

По рекомендациям CCIR существуют пять градаций качества в зависимости от отношения сигнал/шум в децибелах (более 48 – отлично, 42 – 48 – хорошо, 34 – 38 – посредственно, 30 – 34 – плохо и до 30 – очень плохо).

**Динамический диапазон** ПЗС-матрицы определяется как максимальный сигнал накопления (насыщенная экспозиция), деленный на общее среднеквадратическое значение шума эквивалентной экспозиции. Динамический диапазон аналогичен отношению сигнал/шум, но относится только к динамике ПЗС-матрицы при обработке темных и ярких объектов в пределах одной сцены. Отношение сигнал/шум относится к полному сигналу, включая электронные схемы телекамеры, и выражается в децибелах, а динамический диапазон – это отношение, не логарифм.

Другими словами, динамический диапазон – это максимальная разница между самым светлым и самым темным элементами изображения, фокусируемыми на ПЗС-матрице.

Динамический диапазон у видеокамеры характеризуется свойствами ПЗС-матрицы одновременно воспринимать сигнал с максимальной и минимальной яркостью. В идеальном случае при бесконечно большем динамическом диапазоне у видеокамеры ей не нужен объектив с диафрагмой, регулирующей количество света, попадающего на ПЗС-матрицу. Но в реальной действительности динамический диапазон «снизу» ограничен уровнем собственных шумов, а «сверху» – максимальным уровнем яркости, который приводит к растеканию электронов по поверхности ПЗС-матрицы (блюминг).

**Баланс белого.** От цветной телекамеры, кроме разрешения и минимальной освещенности, мы требуем хорошей и точной цветопередачи.

Первые цветные ПЗС-телекамеры имели внешние датчики для определения цвета объекта (обычно устанавливаемые на телекамеру сверху), и оценка света этим датчиком влияла на процесс цветовой обработки. Это называлось автоматический баланс белого (automatic white balance AWB)), но из-за разницы в углах обзора у датчика и объектива, устройство не отличалось большой точностью. В современных телекамерах автоматический баланс белого осуществляется через объектив.

Большинство современных телекамер имеют АWB, но все-таки еще можно встретить модели с ручной настройкой баланса белого (manual white balance (MWB)). Цветные телекамеры новых моделей кроме АWB снабжены механизмом автоматического отслеживания баланса белого (automatic tracking white balance (ATWB)), который непрерывно настраивает (отслеживает) цветовой баланс при изменении положения телекамеры или освещенности. Это особенно удобно для телекамер, установленных на поворотном устройстве, а также для зон со смешанным освещением (естественным и искусственным).

**Система автоматической регулировки усиления (Gain Control)** служит для поддержания максимального уровня видеосигнала на выходе камеры в пределах 0,7 В. Автоматическая регулировка усиления (АРУ) характеризуется глубиной АРУ и выражается в децибелах и характером (линейностью) характеристики управления. Глубина АРУ у различных видеокамер может быть от 12 до 30 дБ. Автоматическая регулировка усиления начинает работать, когда освещенность на объекте имеет низкий уровень, а полностью открытая диафрагма не в состоянии компенсировать недостаток освещенности. Вот в таких случаях АРУ усиливает видеосигнал, но уровень собственных шумов при этом тоже возрастает.

### **Компенсация встречной засветки Back Light Compensation (BLC).**

Позволяет скомпенсировать ярко освещенный задний план для хорошей проработки объектов, расположенных на переднем плане. При использовании этого режима теряется информация в ярко освещенных участках, однако остальные градации яркости становятся хорошо проработанными. Существуют видеокамеры, позволяющие задавать уровень компенсации заднего света не на весь кадр, а на несколько зон, выбранных пользователем. Количество зон у разных производителей может быть различным.

**Гамма-коррекция (Gamma Correction)** предназначена для корректировки усиления сигналов яркости в видеокамере и получения искаженного, но комфортного для восприятия человеческим зрением видеоизображения на мониторе. С помощью этой регулировки происходит согласование закона восприятия освещенностей человеческим зрением с линейным законом усиления сигналов в телекамерах и видеомониторах. Гамма-коррекция имеет диапазон изменений от 0,45 до 1. Конкретное значение устанавливается при изготовлении камеры. В некоторых камерах пользователь имеет возможность изменять это значение по своему усмотрению.

**Электронный затвор (Shutter)** – способность видеокамеры изменять время считывания информации с ПЗС-кристалла и тем самым расширять диапазон освещенности, в котором она может работать.

Современные камеры выпускаются с автоматическим электронным и ручным затвором. Камеры с автоматическим электронным затвором могут работать с объективами, не имеющими диафрагмы. Электронные затворы обеспечивают регулировку выдержки в диапазоне от 1/50 до 1/500000.

**Синхронизация видеокамер (Synchronization)** предназначена для обеспечения синхронной работы группы видеокамер с точностью до кадровой или строчной синхронизации. Внешняя синхронизация (External) – V-lock (кадровой развертки) или Gen lock (кадровой и строчной разверток) актуальна для видеокамер, питаемых от источника постоянного тока, причем для этой цели могут использоваться либо видеосигнал от одной из видеокамер, либо синхросмесь, вырабатываемая специальным прибором – синхронизатором. В настоящее время камеры в основном имеют внутреннюю синхронизацию.

**Диапазон рабочих температур (Operating Temperature).** Климатические условия и температурные режимы работы электрооборудования приведены в табл. 2.2, 2.3. Категория исполнения: 1 – на открытом воздухе; 2 – под навесом или в открытых помещениях; 3 – в закрытых помещениях с естественной вентиляцией; 4 – в закрытых помещениях с искусственным регулированием климата; 5 – в помещениях с повышенной влажностью. Степень защиты электротехнических изделий от проникновения воды и мелких частиц классифицируют символами IPxx. Начальные буквы IP – International Protection. Первая цифра – это характеристика защиты персонала от соприкосновения с находящимися под напряжением частями оборудования и от попадания внутрь оборудования посторонних твердых тел (табл. 2.2). Вторая цифра – это характеристика защиты от проникновения воды (табл. 2.3).

*Таблица 2.2*

Степень защиты электротехнических изделий от проникновения  
мелких частиц

<b>Первая цифра</b>	<b>Краткое описание</b>
0	Защита отсутствует
1	Защита от твердых тел размером более 50 мм
2	Защита от твердых тел размером более 12 мм
3	Защита от твердых тел размером более 2,5 мм
4	Защита от твердых тел размером более 1 мм
5	Защита от пыли
6	Пыленепроницаемость

*Таблица 2.3*

Характеристика защиты от проникновения воды

<b>Первая цифра</b>	<b>Краткое описание</b>
0	Защита отсутствует
1	Защита от капель воды
2	Защита от капель воды при наклоне до 15°
3	Защита от дождя
4	Защита от брызг
5	Защита от водных струй
6	Защита от волн воды
7	Защита при погружении в воду
8	Защита при длительном погружении в воду



**Способ монтажа объектива камеры.** В настоящее время существуют два стандартных варианта крепления объективов к видеокамерам – «С» и «CS». В обоих случаях объектив и камера имеют одинаковую резьбу, различие состоит лишь в значении расстояния от плоскости крепления объектива до плоскости ПЗС-матрицы, на которую объектив фокусирует изображение. Совместимы следующие комбинации: С-камера + С-объектив, CS-камера + С-объектив + CS/С-кольцо, CS-камера + CS-объектив. Для крепления объектива «С» и камеры «CS» используется специальное переходное кольцо.

### **2.3. Объективы видеокамер. Основные типы и технические характеристики**

Объектив в CCTV – оптическая система, формирующая изображение на фоточувствительном элементе видеокамеры. Объектив состоит из группы передних линз, диафрагмы и группы задних линз. Объективы бывают сферические и асферические. Каждый из этих объективов может иметь просветленную или обыкновенную оптику.

Асферический объектив внешне отличается от сферических объективов видом передней линзы. У таких объективов абберационные искажения незначительны, что позволяет им иметь F-число, равное F0,75 – F0,8. Такое маленькое значение F-числа позволяет в среднем в три раза увеличить световой поток, проходящий на видеокамеру. Применение асферической оптики оправдано также в случаях, когда недостаток освещенности зоны наблюдения не может быть восполнен никаким другим способом.

У просветленных объективов световой поток ослабляется в среднем на 10 %, в то время как у непросветленного объектива ослабление доходит до 33 %. Изображение, получаемое с просветленного объектива, имеет значительно больший контраст, что увеличивает количество градаций яркости в участках слабой освещенности. Диафрагмой называется непрозрачная преграда с отверстием, расположенная на пути светового потока. Она предназначена для регулирования количества света, попадающего на ПЗС-матрицу видеокамеры. Диафрагма состоит из лепестков, количество которых может быть от

3 до 20. Чем больше лепестков в диафрагме, тем больше отверстие диафрагмы приближается к окружности, создавая тем самым равномерно освещенное световое пятно на ПЗС-матрице. Шкала диафрагмы стандартизована и образует следующий ряд относительных отверстий: 1:0,7; 1:1; 1:1,4; 1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22; 1:32; 1:45; 1:64.

Внешний вид ирисовой диафрагмы с различными значениями относительных отверстий приведен на рис. 2.4. Знаменатели относительных отверстий (2; 2,8; 4; 5,6) называются диафрагменными числами.

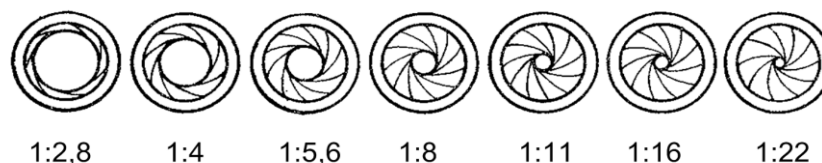


Рис. 2.4

Значение диафрагмы влияет на такие параметры, как:

- абберация – чем меньше отверстие диафрагмы, тем ниже уровень аббераций и выше разрешение, но только до определенного предела (обычно 1:8 – 1:11), далее разрешение опять падает из-за влияния дифракции;

- глубина резкости – чем меньше отверстие, тем больше глубина резкости.

По управлению диафрагмой объективы ССТV можно разделить на группы в соответствии с рис. 2.5.

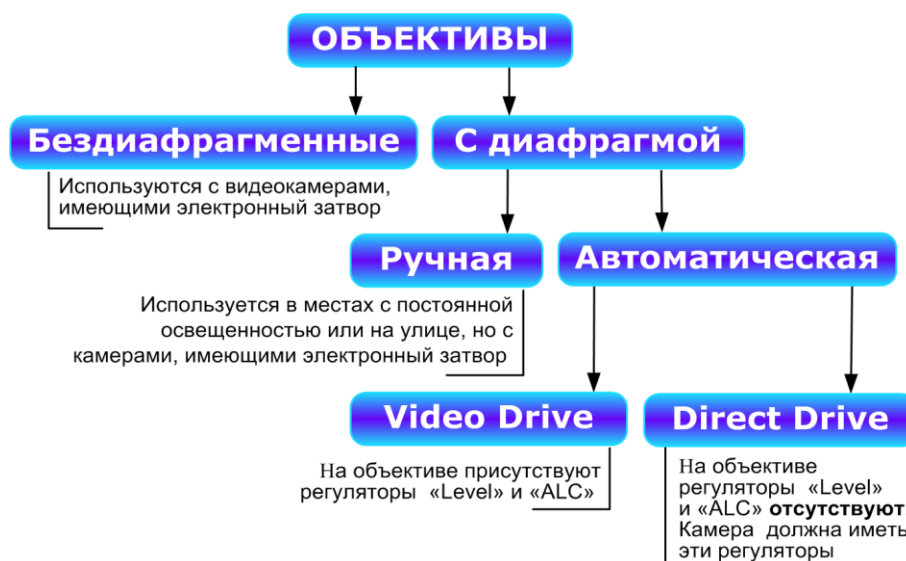


Рис. 2.5

Объективы без диафрагмы используются только с видеокамерами, имеющими автоматический электронный затвор (Shutter).

Объективы с автоматической диафрагмой управляют световым потоком за счет сигналов, приходящих от видеокамеры. Такие объективы используются в условиях больших перепадов освещенности и внешне отличаются от остальных объективов наличием кабеля с разъемом, который подключен к видеокамере.

По сигналам управления, приходящим от видеокамеры, объективы с автоматической диафрагмой подразделяют:

– на управление диафрагмой в соответствии с изменяющимся видеосигналом (Video Drive);

– управление диафрагмой постоянным током (Direct Drive).

Управление диафрагмой по видеосигналу (Video Drive) означает, что анализ видеосигнала и управление мотором диафрагмы производит специальное устройство, размещенное в объективе. Управление диафрагмой по постоянному току (Direct Drive) означает, что схема принятия решения о положении диафрагмы находится в видеокамере, а в объективе имеется только мотор как исполнительное устройство.

На корпусе объективов с управлением диафрагмой по видеосигналу присутствуют два регулирующих элемента. Обозначаются они как «Level» и «ALC».

Регулировка «Level» используется для настройки режима работы электронной схемы объектива по реальной освещенности. При вращении регулятора «Level» мы искусственно изменяем значение диафрагмы. На мониторе изменение положения регулятора «Level» воспринимается как изменение яркости изображения.

Объективы с управлением диафрагмой по постоянному току (Direct Drive) не имеют на своем корпусе никаких регулировок. Настройка таких объективов осуществляется на видеокамере, которая должна иметь уже известные нам органы настройки «Level» и «ALC».

**Разрешающая способность объективов** – это основной параметр, характеризующий способность оптической системы давать отдельные изображения очень мелких, близко расположенных деталей изображаемых предметов. Разрешающая способность количественно

равна максимальному числу штрихов (линий), приходящихся на 1 мм оптического изображения и видимого в этом изображении отдельно. Разрешающая способность объектива измеряется в линиях на 1 мм (lpm) или в паре линий на 1 мм (lp/mm), она всегда больше в центральной части изображения и меньше на его краях. Падение разрешения на краях изображения вызывается наличием у объектива аберраций, значение которых на краях всегда больше, чем в центре. Аберрация (сферическая и хроматическая) – это недостаток объектива, заключающийся в том, что световые лучи, прошедшие через объектив, не собираются в одну точку (фокус), а создают крупный расплывшийся (нерезкий) кружок.

Причина, вызывающая такой эффект, заключается в том, что лучи света с разной длиной волны (разный цвет) преломляются в линзах объектива под разными углами. В результате вместо того чтобы собраться в единственной точке (фокус), каждый из них проходит через свою точку фокуса, тем самым создавая на ПЗС нерезкий, расплывчатый кружок. Но даже если убрать все виды аберрации, разрешающая способность все равно не сможет достичь своего максимального значения. Причиной этого будет дифракция. Дифракция в объективе происходит при малых отверстиях диафрагмы, начиная с относительного отверстия 1:8, 1:11. В этом случае лучи света проходят близко к ребрам диафрагмы, огибают их, создавая дифракционные кольца или полосы. Это вызывает уменьшение контрастности и разрешающей способности изображения. Требуемое разрешение объектива можно ориентировочно определить по следующей формуле:  $Q = N / (1,5L)$ , где  $Q$  – разрешающая способность объектива (lp/mm),  $N$  – разрешающая способность видеокамеры (твл),  $L$  – ширина ПЗС-матрицы (мм).

**Контраст** (от французского *contraste* – противоположность) – отношение разности яркостей объекта и фона, нормированного к максимальному значению. Величина контраста изменяется в диапазоне от нуля до единицы. Изображение на мониторе должно соответствовать оригиналу, то есть объекту наблюдения, и это значит, что все полутона объекта от белого цвета до черного должны передаваться на

устройства отображения без искажений. Но в реальной действительности этого не происходит.

Каждый элемент в видеотракте искажает полутона, что приводит к снижению контраста. Степень вносимых искажений в полутона в большой степени зависит от пространственных размеров элементов изображения. Чем меньше пространственные размеры, тем сильнее проявляются искажения полутонов. В конечном итоге контраст снижается до такой степени, что различить два рядом расположенных цвета становится невозможно. Отсюда следует, что чем больше оборудование сохраняет исходный контраст объекта, тем большим количеством полутонов «прорисовывается» изображение на мониторе.

**Резкость** – характеристика изображения, определяющая ширину переходной области при яркостном перепаде от черного к белому. Чем эта область шире, тем резкость хуже. Резкость определяют по переходной характеристике или иногда ее называют пограничной кривой.

**Четкость** – характеристика, используемая для сравнения оборудования по реальной разрешающей способности.

**Размытость** – характеристика изображения, определяющая яркостной переход как широкую расплывчатую зону с неопределенными границами.

**Фокусное расстояние.** Объективы по фокусному расстоянию подразделяют: на объективы с постоянным фокусным расстоянием; объективы с фокусным расстоянием, изменяемым вручную, – «вариообъектив»; объективы с фокусным расстоянием, изменяемым дистанционно с помощью пульта управления, – «трансфокатор».

Фокусное расстояние в охранном телевидении является основным параметром, с помощью которого пользователь может выбирать необходимые участки сцены для вывода изображения на монитор. Фокусное расстояние имеет прямую связь с углом зрения объектива. Чем больше фокусное расстояние объектива, тем уже угол его зрения, и наоборот, чем короче фокусное расстояние, тем больше угол зрения. В практической деятельности объективы по углу зрения делят на

следующие группы: менее  $30^\circ$  – длиннофокусные; от  $30$  до  $60^\circ$  – среднефокусные (нормальные); более  $60^\circ$  – короткофокусные; единицы градусов – телеобъективы). Предельный контраст, при котором оператор уже не в состоянии отличить объект от фона, составляет величину около 2 %. Контраст выше 15 % для оператора не вызывает никаких проблем в обнаружении и идентификации объекта.

**F-число объектива** указывают на корпусе любого объектива в виде знака, например F1.3. Этот параметр не что иное, как диафрагменное число. (Диафрагменные числа характеризуют величину отверстия диафрагмы.) F-число – это значение диафрагменного числа, при котором диафрагма полностью открыта. Отметим, что чем больше диафрагменное число, тем меньше света попадает на ПЗС-матрицу. Часто объективы с низким F-числом называют светосильными объективами или быстрыми объективами (*faster lens*). Это связано с тем, что «на заре фотографии» сократить время экспозиции пленки пытались путем увеличения количества света (низкое F-число), проходящего через объектив. Шкала диафрагменных чисел разработана таким образом, чтобы освещенность при переходе к соседним значениям изменялась в два раза. Эту разницу между соседними делениями шкалы диафрагмы называют ступенями или F-stop. Значение, обратное F-числу, называют относительным отверстием.

**Относительное отверстие (апертура)** – это отношение диаметра отверстия диафрагмы к его фокусному расстоянию. Иногда вместо F-числа на объективах указывают величину относительного отверстия, которая записывается как 1 : 1,3. Относительное отверстие объектива уменьшают ирисовой диафрагмой, позволяющей плавно менять её величину. На оправу объективов (в основном фотографических) нанесена шкала, состоящая из знаменателей относительных отверстий (диафрагменные числа), соответствующих различному значению отверстия диафрагмы. Перевод ирисовой диафрагмы на одно деление изменяет относительное отверстие в 1,4 раза, что дает увеличение или уменьшение освещенности оптического изображения в два раза, за исключением первых двух чисел ирисовой диафрагмы, у которых такого изменения может и не быть. По величине относительного

го отверстия объективы делятся: на сверхсветосильные от 1 : 0,7 до 1 : 2; светосильные от 1 : 2,8 до 1 : 4,5; малосветосильные от 1 : 5,6 до 1 : 16.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. В чем заключаются основные отличия структуры аналоговой камеры от цифровой?
2. Назовите основные форматы ПЗС-матриц.
3. Каково назначение диафрагмы. Какие существуют способы управления диафрагмой?
4. Назовите основные технические характеристики видеокамер.
5. Назовите основные технические характеристики объективов видеокамер.
6. Дайте определение и поясните физический смысл понятия разрешающей способности видеокамеры.
7. Что такое гамма-коррекция видеокамеры?
8. Дайте определение и поясните физический смысл понятия чувствительности видеокамеры.
9. Дайте определение и поясните физический смысл понятия динамического диапазона видеокамеры.
10. Дайте определение и поясните физический смысл понятия фокусного расстояния и апертуры объектива.
11. Какие существуют объективы по способу крепления к камере?
12. Что такое разрешающая способность объектива?

## ГЛАВА 3. УСТРОЙСТВА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 3.1. Видеоквадраторы

Приборы такого рода, работающие с цифровой техникой, в простейшем случае дают возможность одновременного представления на одном мониторе изображений с четырех камер. Так как изображения с подключенных камер сначала записываются в память, то синхронизация между камерами не является необходимой.

**Переключаемые видеоквадраторы** предоставляют дополнительные возможности. Они также могут быть применены для квадрантного отображения, кроме того, предоставляют возможность реализации следующих особенностей и видов работы:

- возможен выбираемый вручную вывод любого желаемого изображения на полный формат монитора;

- работа в режиме автоматического переключения камер, при котором в циклической последовательности друг за другом отображаются полноформатные изображения со всех желаемых камер. Время сохранения на экране монитора изображения от одной камеры внутри цикла может быть установлено индивидуально для каждой камеры;

- вход тревоги, соответствующий каждому входу видеосигнала с камеры, при срабатывании автоматически вызывает из любого вида работы полноформатное изображение с соответствующей камеры. Это происходит одновременно с акустическим сигналом.

Кроме того, возможны: свободно программируемая текстовая вставка в изображение с любой камеры, непрерывная запись всех четырех изображений с камер в квадрантном представлении (по желанию только в случае тревоги) на видеомagneтофон, при воспроизведении записи выбираемое полноформатное представление любого отдельного изображения, а также переключаемые квадраторы в большинстве случаев имеют в своем распоряжении автоматическое детек-



тирование видеовыпадений с дополнительным мигающим показом при повреждении кабеля, диверсии и т.п.

**Сдвоенный переключаемый квадратор** выступает в качестве дополнительного варианта с почти идентичными функциями, но для восьми камер. Для этого типа устройств отображение квадрантов из группы камер может быть выбрано вручную. Между обеими группами также возможна автоматическая замена подключений с любым временем сохранения изображения на экране.

Дополнительно такие приборы могут работать как ручной или автоматический переключатель камер 8/1. Так как все устройства такого рода работают с цифровым промежуточным запоминанием, они могут работать только в таких режимах, в которых частота считывания из памяти не менее 25 к/с/квадрант. Меньшая частота считывания вызывает скачкообразное изображение от движущегося объекта (стробоскопический эффект).

### **3.2. Мультиплексоры**

Мультиплексоры предназначены для качественной записи изображения от нескольких (обычно от 9 до 16) камер на один видеоманитофон (видеорегистратор).

При записи кадры пишутся целиком без ухудшения качества изображения. Этого удается достичь благодаря последовательной записи кадров от всех телекамер. Сначала записывается первый кадр от первой камеры, затем первый кадр от второй камеры и так далее. Такой метод позволяет просматривать в режиме записи и воспроизведения как все камеры одновременно, так и каждую камеру отдельно. Однако необходимо помнить, что в зависимости от количества камер (2, 4, 9, 16) при записи происходит временное уплотнение изображения, что увеличивает период обновления изображения от каждой из записываемых камер. При установке магнитофона в режим длительной записи этот эффект может привести к потере ценной информации. Для частичного устранения этого недостатка практически во всех моделях мультиплексоров применяется способ динамического

распределения времени записи, в основе которого лежит анализ изменений в изображении. При обнаружении изменений в изображении от камеры частота записи изображения от этой камеры увеличивается, что уменьшает вероятность пропуска важных событий. В последних моделях мультиплексоров выходы детекторов активности в каждом канале обработки выводятся на внешний разъем и могут быть использованы для других целей.

Современные мультиплексоры подразделяются на симплексные, дуплексные и триплексные, которые работают в следующих режимах:

- 1) запись изображения от камеры;
- 2) просмотр записей, сделанных ранее;
- 3) мультиэкранное наблюдение в реальном времени.

*Симплексные мультиплексоры* могут работать только в одном из вышеперечисленных режимов; *дуплексные* работают одновременно в двух из вышеперечисленных режимов; *триплексные* одновременно в трех из вышеперечисленных режимов.

Применение триплексных мультиплексоров не всегда оправдано, так как при воспроизведении ранее записанных кассет (дисков) живое видео можно просматривать на дополнительном мониторе, поэтому наиболее часто применяются дуплексные мультиплексоры.

Дуплексный режим предоставляет возможность просмотра в режиме мультиэкрана уже записанной информации с одного видеоманитофона без прекращения записи с камер на другой видеоманитон (видеорегистратор).

**Формат мультиэкрана** – это количество и размер одновременно отображаемых на экране окон, в которых выводится информация (изображение). Форматы мультиэкрана могут быть самыми разнообразными – от стандартных ( $2 \times 2$ ,  $3 \times 3$ ,  $4 \times 4$ ) форматов до самых экзотических с неравномерными размерами окон ( $8 + 2$ ,  $4 + 3$ ,  $12 + 1$ , PIP и т. д.).

**FREEZE (STILL)**. Электронный стоп-кадр, «заморозка», то есть вывод на экран одного кадра от камеры (неподвижное изображение). В этом случае одно и то же изображение циклически считывается из

кадровой памяти, что равносильно эффекту стоп-кадра на видеомагнитофоне.

**ZOOM (увеличение).** «Электронная лупа» позволяет увеличивать участок изображения относительно выбранной точки. Увеличение, как правило, двукратное, но бывают и исключения. При этом надо помнить, что электронное масштабирование приводит к ухудшению разрешающей способности (так как исходное изображение уже дискретное), поэтому особенно обольщаться данной возможностью не надо.

**Последовательное переключение.** Возможность последовательного автоматического просмотра изображения от подключенных камер (или воспроизводимого изображения) в полноэкранный формате. Как правило, имеется возможность установки времени показа одного изображения, возможность исключения из просмотра каких-то камер.

**Выбор камер для записи.** Возможность выбора пользователем тех камер, изображение от которых необходимо записывать на магнитофон либо какой-нибудь другой регистратор.

**Маскирование изображения.** Возможность маскирования (запрещения показа) изображения от выбранных камер. Эта возможность используется для запрета наблюдения изображения от некоторых камер пользователем низшего ранга. При этом запись изображения от этих камер все равно производится.

**Встроенные часы и календарь.** Встроенные часы и календарь используются для программирования различных режимов в зависимости от времени суток и дня недели. Это может быть автоматический переход на летнее время и обратно, запись различных камер днем и ночью и т. д., и т. п.

**Детектор активности. Детектор движения.** Эти понятия довольно часто путают, то есть детектор активности называют детектором движения, хотя это разные устройства. Дело в том, что детектор активности реагирует на любые изменения в поле зрения ТВ-камеры – локальное изменение освещенности (лампочка зажглась), появление

нового объекта, движение объекта в поле зрения и т. д. Алгоритмы обнаружения изменения могут быть разными, но в основном все они строятся на анализе яркостных (амплитудных) изменений в изображении. Детектор же движения обязан реагировать только на появление движущегося объекта и не реагировать на яркостные изменения в стационарном изображении, поэтому алгоритмы обнаружения движения гораздо сложнее. Как правило, действительно надежные детекторы движения – это интеллектуальные дорогостоящие цифровые устройства с большим количеством сервисных функций.

### **Дополнительные возможности мультиплексоров**

**Входы тревоги (ALARM).** При поступлении на вход сигнала тревоги мультиплексор переходит в особый режим, называемый «тревожной записью». Что, собственно, должен делать мультиплексор в этом режиме определяется самим пользователем при помощи экранного меню.

**Экранное меню.** Некоторый набор функциональных полей, в каждом из которых пользователь может установить определенный набор параметров мультиплексора, напрямую влияющих на режимы работы мультиплексора в различных условиях.

**Синхровход (SWIN).** Вход внешней синхронизации мультиплексора. Очень полезная функциональная возможность, позволяющая мультиплексору переключаться от камеры к камере по внешнему синхросигналу. Как правило, внешний сигнал синхронизации поступает на мультиплексор от подключенного к нему видеомагнитофона. При этом у пользователя отпадает необходимость вручную устанавливать режим работы, соответствующий скорости записи магнитофона, – это происходит автоматически. То есть при изменении скорости записи (воспроизведения) магнитофона мультиплексор автоматически отслеживает это изменение.

**Выход сигнала тревоги.** При поступлении внешнего сигнала тревоги (или при срабатывании внутреннего детектора активности) на этом выходе формируется некоторый обобщенный сигнал тревоги, который может быть использован (и используется) для переключения видеомагнитофона в режим записи по тревоге. Впрочем, этот сигнал

может быть использован при построении конкретной системы видеонаблюдения.

**Интерфейс RS-232C и RS-485.** Стандартный последовательный интерфейс, позволяющий с помощью специального протокола (системы команд) управлять мультиплексором, используя либо персональный компьютер, либо специальный контроллер управления.

**Пульт дистанционного управления (ПДУ)** позволяет управлять мультиплексором на некотором расстоянии. В принципе пульт дистанционного управления обычно полностью повторяет возможности кнопок на передней панели мультиплексора.

В последнее время появились модели мультиплексоров, совмещающие в себе еще и функции матричного коммутатора с возможностью вывода изображения от любой подключенной камеры на любой из подключенных (как правило, до четырех) мониторов.

Некоторые производители добавляют «телеметрические» функции (управление внешними устройствами).

Использование интерфейса RS-485 позволяет объединять несколько мультиплексоров и управлять ими с одного пульта или (и) персонального компьютера.

В настоящее время функции мультиплексоров взяли на себя видеорегистраторы, которые объединяют в одном устройстве мультиплексор (или матричный коммутатор) и цифровой видеомаягнитофон с записью на жесткий диск. Кроме того, в цифровых системах на основе ПК функции мультиплексоров выполняет специализированное программное обеспечение, управляющее платами видеозахвата.

### **3.3. Матричные коммутаторы и видеоменеджеры**

**Матричный коммутатор** – это устройство, обеспечивающее соединение определенного числа камер с определенным числом абонентов (мониторов, видеорегистраторов).

Таким образом, главной задачей матричного коммутатора является переключение трансляции изображения (прямого или мульти-

плексируемого) от любой камеры к любому абоненту системы по команде оператора или в автоматическом режиме.

Благодаря применению матричных коммутаторов появилась возможность организовать несколько независимых постов наблюдения с распределением видеoinформации между этими постами, а также создать многоуровневые системы с распределенными полномочиями по пользованию информацией.

Матричные коммутаторы по виду внутренней обработки видеoinформации делятся на аналоговые и цифровые.

*Аналоговый матричный коммутатор* коммутирует видеосигналы без каких-либо преобразований самой структуры видеосигнала. В поступивший на вход аналоговый видеосигнал (например от телекамеры) в таком матричном коммутаторе может только добавляться служебная информация, необходимая для повышения информативности изображений, а также для реализации режимов видеорегистрации. Такой служебной информацией могут быть метки кадров для записи на кассетный регистратор, номер телекамеры или наименование зоны наблюдения для отображения ее на мониторе и т. п. Добавление служебной информации в видеосигнал не приводит к каким-либо ухудшениям параметров, определяющих разрешающую способность и динамический диапазон изображений, то есть сигнал поступает с входа матрицы на выход без потерь информации. Однако для осуществления переключения телекамер во время записи (мультиплексирования сигналов) или при просмотре на мониторах без сбоев и пропусков требуется синхронизация процесса переключения с сигналами телекамер.

*Цифровой матричный коммутатор* производит оцифровку поступающей на его входы видеoinформации. Аналоговый видеосигнал преобразуется в цифровой, коммутируется и кодируется, а затем преобразуется обратно в аналоговый вид.

В результате такой сложной обработки качество изображения несколько ухудшается. Происходит это из-за ограниченных значений частоты дискретизации (часто менее 20 МГц) и количества уровней квантования при оцифровке аналогового сигнала. Потери в качестве,

которые неизбежны при цифровой обработке, сказываются прежде всего на разрешающей способности матричного коммутатора.

При цифровой обработке в отличие от аналоговой не требуется синхронизации процесса переключения. Выходные видеосигналы матричного коммутатора синхронизируются при цифровой обработке вне зависимости от внешних сигналов синхронизации.

По способу организации матричные коммутаторы делятся на моноблочные (в том числе и удаленные) и модульные. Модульные матричные коммутаторы выполнены в виде блока с модульно наращиваемой организацией от  $128 \times 16$  до  $4096 \times 256$  и удобны для применения на объектах с очень большой концентрацией телекамер в достаточно компактном пространстве. Недостатком таких систем является чрезмерная централизация управления.

Модульная организация предполагает сведение всей видеоинформации в единый центр. Здесь следует иметь в виду, что прокладка линий связи – весьма трудоемкий и дорогостоящий процесс. Потребители информации в системах телевизионного наблюдения на объектах часто разнесены территориально, и тогда становится нецелесообразным построение модульных систем. В распределенных системах предполагается размещение удаленных матриц в локальных зонах. Удаленные матрицы коммутируют группы удаленных телекамер и управляются по командам и программам с единого центра. В этом случае от групп удаленных телекамер в центр тянется небольшое число кабелей, по которым передается уже предварительно обработанная удаленной матрицей информация. По возможности интеграции существуют две большие группы матричных мультиплексоров: автономные (Stand Alone) и интегрируемые (On Line). В современных цифровых системах на основе специализированных АРМ на персональных компьютерах функции матричных коммутаторов выполняет специализированное программное обеспечение, управляющее платями видеозахвата, камерами и распределением видеопотоков.

Основные характеристики матричных коммутаторов:

- количество входов для подключения видеокамер;
- количество выходов для подключения мониторов;

- количество клавиатур для управления режимами отображения (обычно соответствует количеству рабочих мест);
- наличие тревожных входов и выходов;
- возможность вывода титров и служебной информации;
- количество контролируемых телеметрических приемников;
- взаимодействие с персональными компьютерами и ЛВС;
- возможности программирования режимов отображения видеокамер, способов управления и переключения отображения, реакции на тревоги и др.;
- возможности регистрации движения в зонах и др.

### **Видеоменеджеры**

Видеоменеджеры представляют собой программируемые многофункциональные устройства для управления сложными телевизионными системами наблюдения. Выполняют функции комплекса различных более простых устройств – коммутаторов, мультиплексоров, видеорегистраторов и прочих элементов систем ТСВН. Могут характеризоваться следующими основными параметрами:

- числом входов телевизионных камер;
- числом выходов на мониторы;
- количеством подключаемых клавиатур для управления камерами и системой в целом;
- взаимодействием с персональными компьютерами и ЛВС;
- способами отображения видеосигналов;
- функциональными возможностями (сервис по программированию отображения, управления, реакции и др.);
- сервисными возможностями по записи видеоизображений;
- возможностью регистрации движения в контролируемых зонах;
- характером отображаемой служебной информации;
- типом каналов связи для передачи видеоизображений.

Развитие аппаратных и программных средств систем видеонаблюдения, вычислительной техники приводит к «стиранию» различий между устройствами систем видеонаблюдения и «передачу» их функ-



ций программному обеспечению специализированным АРМ СВН на персональных компьютерах.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите назначение и основные характеристики видеоквадраторов.
2. Назовите назначение и основные характеристики мультиплекторов.
3. Назовите назначение и основные характеристики матричных коммутаторов.
4. В чем заключаются отличия симплексных, дуплексных и триплексных мультиплекторов?
5. Назовите функциональные возможности видеоменеджеров.
6. Что такое сквозной канал записи?
7. Назовите назначение тревожных входов мультиплекторов.

## ГЛАВА 4. УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

### 4.1. Аналоговые видеорегистраторы

В отличие от бытовых видеомагнитофонов в системах видеонаблюдения применяются специальные видеомагнитофоны, рассчитанные на постоянную круглосуточную работу и позволяющие записывать не 3 – 4 часа на кассету, как в бытовых системах, а 3, 4, 12, 24, ... 960 часов.

Такое продолжительное время записи достигается применением специальной технологии «time-lapse», когда лента движется не непрерывно, а в режиме «запись кадра, пауза», то есть записывается не каждый кадр, а с определенными интервалами, зависящими от выбранной продолжительности записи (например 5 кадров в секунду).

Соответственно чем дольше длится запись, тем более прерывистым будет характер движения объектов при воспроизведении и тем большая часть информации потеряется.

Для того чтобы этого не происходило, в видеомагнитофонах есть возможность вести выборочную запись по сигналам тревоги от детекторов движения или системы охранной сигнализации. Например, на объектах, где нужна не постоянная круглосуточная запись, а только при появлении движения в контролируемой области, используют «alarm»-вход, на который подается сигнал от датчиков, и видеомагнитофон автоматически переходит в режим записи.

Используя «alarm»-вход, видеомагнитофон может осуществлять запись в течение времени, которое задается программируемым таймером.

Просмотр записи на мониторе позволяет восстановить события как с целью выявления нарушителя, так и для анализа действий охраны в случае тревоги.

Функциональные возможности специализированных видеомагнитофонов:

- запись и воспроизведение черно-белого или цветного изображения;
- программирование режимов записи (3, 12, 24, ... 960 ч);

- вывод на экран времени и даты;
- запись по таймеру или по внешнему сигналу;
- программирование таймера с установкой ежедневного начала и окончания записи, а также установка режима записи на неделю;
- специальные режимы воспроизведения (покадровое воспроизведение, пауза, скоростной поиск вперед и назад);
- стоп-кадр;
- выдача сигналов синхронизации на внешние устройства;
- программирование режимов работы при срабатывании сигнализации;
- регистрация времени аварийного отключения питания;
- хранение информации в энергонезависимой памяти.

## **4.2. Цифровые видеорегистраторы**

В настоящее время в видеонаблюдении «эпоха записи» на видеокассеты практически завершилась. Но какие реальные преимущества дают в видеонаблюдении цифровые видеорегистраторы по сравнению с видеомагнитофонами?

Во-первых, видеомагнитофоны с аналоговым методом хранения информации не позволяют быстро найти нужную запись от нужной телекамеры, исключение составляет относительно быстрый поиск по тревогам, который имеется во многих TL-видеомагнитофонах. Так как видеомагнитофоны хранят информацию в аналоговом виде, то ее дальнейшая обработка практически невозможна. Запись видеомагнитофона всегда имеет более низкое качество, чем у исходного видеосигнала.

Первоначально были попытки внедрить цифровую запись в видеонаблюдении на цифровых кассетах формата DAT. Несмотря на то что информация записывалась в цифровом виде, доступ к ней по-прежнему осуществлялся последовательно, что не так эффективно, как при произвольном доступе к информации жесткого диска. Кроме того, жесткие диски имеют значительно более высокую скорость передачи данных и большую емкость, чем у других доступных устройств хранения. При этом можно записывать видео с качеством

выше, чем S-VHS, используя соответствующие алгоритмы сжатия. Еще несколько лет назад существовала проблема длительности записи на жесткие диски, но это уже осталось в прошлом. Сейчас широко распространены жесткие диски объемом более 500 Гб, а цифровые видеорегистраторы с объемом внутреннего дискового пространства 2000 Гб (2 Тб) перестали быть редкостью.

Хранение многих недель записи от нескольких телекамер перестало быть проблемой. Современные жесткие диски теперь имеют малое время доступа и при использовании хорошего алгоритма сжатия теперь на одном жестком диске можно хранить и воспроизводить в режиме реального времени (то есть с частотой обновления кадров «живого» видео) записи от нескольких телекамер одновременно. Стоимость жестких дисков постоянно снижается.

Суммарное время записи, то есть сколько дней или недель записи может храниться на жестком диске определенной емкости (например, 500 Гб) зависит от типа сжатия и качества исходного изображения. Также очень важным фактором будет вид записи: постоянная запись или запись по детектору движения. Запись по детектору движения стала очень популярной в видеонаблюдении, так как она позволяет увеличить время записи как минимум в 2 – 3 раза (это очень сильно будет зависеть от качества самого детектора движения).

Качество записи – основной критерий выбора видеорегистратора – определяется двумя параметрами: разрешением записи – количество точек, из которых состоит видеоизображение –  $176 \times 288$ ,  $352 \times 288$ ,  $704 \times 288$ ,  $704 \times 576$ ; скоростью записи – суммарным количеством кадров в секунду по всем видеоканалам. Например, если для 8-канального регистратора указана скорость записи 100 к/с, то по каждому каналу можно производить запись со скоростью 12,5 к/с. Максимальная скорость записи на один канал – 25 к/с для стандарта PAL, что соответствует режиму "Запись в реальном времени".

В преобладающем большинстве случаев в рекламных целях производители видеорегистраторов указывают только максимальные параметры. Соответственно при максимальном разрешении не обеспечивается заявленная скорость записи и, наоборот, при максимальной скорости записи не обеспечивается максимальное разрешение.

Для правильной оценки качества получаемого видеоизображения необходимо выяснить, при какой скорости записи обеспечивается нужное разрешение по каждому каналу, например,  $704 \times 288$  при 25 к/с или  $704 \times 576$  при 12,5 к/с.

**Функции видеорегистраторов.** Одной из важных функций при выборе видеорегистратора может стать возможность выполнения нескольких операций одновременно. По этому признаку видеорегистраторы условно разделяются специалистами на дуплексные (способны выполнять две операции одновременно), триплексные (три операции) и пентаплексные (пять операций). Например, видеорегистратор, работающий в режиме пентаплекс, может одновременно выводить изображение с подключенных видеокамер, осуществлять и воспроизводить запись, делать резервное копирование и передавать данные сетевому клиенту.

**Формат сжатия видеоинформации при записи на жёсткий диск.** Выбирая видеорегистратор, нужно обратить внимание на используемый в нём формат сжатия видеоинформации. Обычно используются MJPEG, MPEG4, H.264.

Каждый из этих форматов имеет свои особенности:

MJPEG – это один из первых форматов записи видеоизображения, основанный на кадровом методе видеосжатия. Запись, сделанная в этом формате, занимает большой объем дискового пространства. Видеорегистраторы, использующие MJPEG, имеют устаревшую элементную базу, поэтому их стоимость ниже.

MPEG4 – это более современный формат, предназначенный для сжатия потока аудио- и видеоинформации. Запись, сделанная видеорегистратором, использующим MPEG4, занимает примерно в десять раз меньше места дискового пространства. Такие видеорегистраторы имеют более современную элементную базу, следовательно, их цена выше.

H.264 – этот формат использует новейшие алгоритмы сжатия аудио- и видеоинформации и является логическим продолжением развития формата MPEG4. Отличительными особенностями этого стандарта от MPEG4 можно назвать улучшенную цветопередачу, по-

вышенную четкость изображения; видеoinформация, записываемая в H.264, занимает примерно в два раза меньше места на диске, чем предыдущий формат. Стоимость видеорегистраторов с H.264 выше, чем на основе MPEG4.

**Видеозапись.** При выборе видеорегистратора необходимо определить нужный временной интервал, в течение которого будет производиться запись. Необходимые данные можно дополнительно сохранить с помощью функции резервного копирования аудио- и видеoinформации. В современных видеорегистраторах предусматривается такая возможность архивирования на CD и DVD диски, съемные жесткие диски (Mobile Rack), USB flash-карты, USB / IEEE1394 внешние жесткие диски и по сети.

Чтобы обеспечить сохранность архива в случае повреждения жёсткого диска, необходимо, чтобы в видеорегистраторе был «зеркальный» дисковый массив Raid.

Размер архива видеорегистратора определяется следующими параметрами: количеством жёстких дисков, которые можно установить в видеорегистратор; возможностью подключения внешнего дискового накопителя, в том числе и массивов Raid; форматом сжатия видеoinформации.

**Видеовыходы регистратора.** При необходимости просмотра видеoinформации на аналоговом мониторе у видеорегистратора должен быть видеовыход BNC (композитный). Если же планируется просмотр на цифровом мониторе – вам понадобится D-Sub (VGA).

Наличие BNC выхода обеспечивает возможность подключения аналогового монитора на значительное расстояние (до 3 км, используя специальное оборудование).

В некоторых видеорегистраторах предусмотрены сквозные видеовыходы, с помощью которых можно передать сигнал от каждой видеокамеры отдельно на другие устройства записи или отображения.

Во многих видеорегистраторах предусмотрен тревожный видеовыход – для мгновенного вывода изображения на монитор с видеокамер при тревожном событии (детекции движения и пр.).

**Аудиоканал.** При проектировании системы видеонаблюдения может быть заложено наличие аудиоканалов. Обычно у одного видеорегистратора их может быть до 16. Выберите модель с необходимым количеством аудиовходов, однако на случай изменений требований к системе видеонаблюдения нужно предусмотреть как минимум один аудиовход.

**Сетевые функции видеорегистратора (ТСР/IP).** Видеорегистраторы с сетевой функцией обеспечивают возможность подключения к ним любого компьютера в существующей сети для дистанционного просмотра видеоизображения и записи. Некоторые видеорегистраторы обеспечивают возможность настройки их параметров по сети, что значительно ускоряет и удешевляет обслуживание систем видеонаблюдения.

Очень полезная функция видеорегистраторов – передача по сети на e-mail, а в некоторых случаях и на FTP серверы сообщений о каких-либо событиях: срабатывание детектора движения, неисправность жёсткого диска, срабатывание тревожного входа, пропадание сигнала от камеры и др.

Как уже говорилось выше, при использовании видеорегистраторов в сети предпочтительней выбрать формат сжатия видеоизображения MPEG4 и H.264, так как они обеспечивают максимальную скорость передачи видеoinформации и меньше загружают существующую сеть. При этом формат H.264 в два раза эффективнее.

**Управление внешними устройствами.** В видеорегистраторах предусмотрены следующие функции управления внешними устройствами: управление поворотными видеокамерами по интерфейсу RS485. Обратите внимание, чтобы протокол управления вашей поворотной камерой поддерживался видеорегистратором (наиболее распространённые протоколы Pelco P и Pelco D); управление поворотными камерами по тревоге – при срабатывании тревожных входов, детектора движения, пропадания видеосигнала на каком-либо канале камера поворачивается в заданное положение; управление тревожными выходами.

Обычно в видеорегистраторах предусмотрено до 64 тревожных выходов. В зависимости от возможностей конкретных моделей можно

настраивать подачу тревоги при поступлении сигналов с датчиков тревожных входов, срабатывании детекторов движения или звука, а также при неисправности жёсткого диска, пропадании сигнала от какой-либо камеры. Тревожным выходом можно управлять и вручную.

Программное обеспечение для центрального поста видеонаблюдения позволяет: одновременно просматривать изображение от всех видеорегистраторов, объединённых в сеть на нескольких мониторах; управлять настройками видеорегистраторов удаленно; просматривать видеозапись с выбранных видеорегистраторов; создавать карты объектов наблюдения и др.

**Интеллектуальные функции видеорегистраторов.** Некоторые современные видеорегистраторы помимо стандартного набора оснащаются дополнительными интеллектуальными функциями. Такие возможности обычно связаны с анализом видеозаписи или "живого" изображения и выдачей соответствующих сигналов или сообщений, например: поиск записи по детектору движения или звука (реализована в большинстве современных регистраторов); поиск записи по детекции движения в заданной области кадра; распознавание лиц; детектор "оставленных предметов"; распознавание автомобильных номеров; определение паники по изменению траектории движения людей; поиск записи по кассовой операции.

**Расчет емкости видеорегистратора.** Требуемый для записи объем памяти винчестера будет зависеть от объема файлов для каждого кадра изображения. В свою очередь, объем файлов будет существенно зависеть от характера изображения и интенсивности изменений видеоизображения от кадра к кадру. Поэтому надо оценить, во-первых, интенсивность возможных изменений в изображении по разным камерам, и во-вторых, возможность перемещения самой телекамеры. Например, изображение на камере, установленной на машине, будет постоянно меняться. Таким образом:

- для телекамер важно, является она статической, поворотной (мобильной). Для мобильной важен характер движения – в постоянном движении или периодический;
- для объекта важны наличие и интенсивность движения в контролируемой зоне.



Ориентировочный объем файлов при записи с различным разрешением может быть оценен по данным таблицы.

Ориентировочный объем файлов при записи с различным разрешением

Метод сжатия	Объем файлов, кб, при разрешении		
	352 × 288	704 × 288	704 × 576
Vavelet	30	-	-
MJPEG	25	-	-
ML-MJPEG	8	16	-
MJPEG 2	6	12	24
MJPEG 4	3	6	18

При отсутствии движения объекта или камеры объем записываемых кадров уменьшается приблизительно в 1,5 – 2 раза, а при активном движении увеличивается во столько же раз.

Рассмотрим пример расчета требуемого объема памяти видеорегаистратора. Пусть система имеет четыре видеокамеры, которые должны вести запись в рабочие часы со скоростью 10 к/с., в нерабочие – 1 к/с. Средний объем файла 10 кб. Необходимо хранить запись в течение одной недели.

В течение восьми рабочих часов, равных  $8 \times 60 \times 60 = 28800$  с необходимо записать с четырех видеокамер  $4 \times 10 \times 10 \times 28800 = 11520000$  кб информации в сутки. Соответственно для 16 нерабочих часов, равных  $16 \times 60 \times 60 = 57600$  с требуется записать  $4 \times 1 \times 10 \times 57600 = 2304000$  кб. Общий ежедневный объем памяти будет равен  $11520 + 2304 = 13860$  Мб. Следовательно, для видеозаписи в указанных режимах необходим видеорегаистратор с объемом памяти не менее  $13,86 \times 7 = 96,768$  Гб.

При реальном программировании видеорегаистраторов по работе по расписаниям и событиям метод сжатия и объем файлов (как и примерный расчет емкости винчестеров) приводят в документации на регаистратор.

В самом общем случае с учетом возможности установки записи по событиям и расписанию формулу для расчета емкости регаистратора можно записать в следующем виде:

$$V = \sum_{n=1}^N ((F_n^{\text{РАБ}} T_n^{\text{РАБ}} + F_n^{\text{НЕРАБ}} T_n^{\text{НЕРАБ}}) V_k + \sum_{i=1}^I F_{ni}^{\text{СОБ}} T_{ni}^{\text{СОБ}} J_i V_k^{\text{СОБ}}) M_{\text{СУТ}}, \text{ где } T$$

– количество телекамер в системе;  $F_n^{\text{РАБ}}$  и  $F_n^{\text{НЕРАБ}}$  – частоты записи для  $n$ -й камеры в рабочие и нерабочие часы;  $T_n^{\text{РАБ}}$  и  $T_n^{\text{НЕРАБ}}$  – продолжительности рабочего и нерабочего времени для  $n$ -й камеры;  $V_k$  – объем файла для записи одного кадра;  $I$  – количество событий активизации записи;  $i$  – номер события;  $F_{ni}^{\text{СОБ}}$  и  $T_{ni}^{\text{СОБ}}$  – частота и продолжительность записи для  $n$ -й камеры по  $i$ -му событию соответственно;  $J_i$  – количество  $i$ -х событий активизации записи в течение суток;  $V_k^{\text{СОБ}}$  – объем файла для записи одного кадра по событию;  $M_{\text{СУТ}}$  – количество суток видеозаписи.

Для программирования реальных видеорегистраторов расписание может быть более сложным.

### **4.3. Основные алгоритмы и форматы сжатия видеоизображений**

Для удобства хранения и передачи по сети видеоизображение подвергают сжатию. Если локальная сеть, с которой работает цифровая система видеонаблюдения, обеспечивает ограниченную полосу пропускания, то целесообразно сократить объем передаваемой информации, посылая меньшее количество кадров в секунду или снизив разрешение кадров. Используемые в цифровых системах видеонаблюдения алгоритмы сжатия обеспечивают разумный компромисс между этими двумя решениями. Для получения оцифрованного потока с полосой пропускания 64 кбит – 2 Мбит (в такой полосе пропускания потоки видеоданных могут работать параллельно с другими потоками данных) применяются алгоритмы сжатия, основанные на дискретном косинусном преобразовании сигнала (JPEG, MJPEG, MPEG2, MPEG4, H.263), а также Wavelet и JPEG2000. Эти алгоритмы сжатия видеоизображений служат для адаптации цифровых потоков к передаче по компьютерным сетям. На других страницах раздела описаны алгоритмы сжатия, наиболее популярные в цифровых системах видеонаблюдения.

Практически все применяемые в видеонаблюдении алгоритмы сжатия базируются на технологии сжатия с потерями (алгоритм сжатия JPEG 2000 имеет защищенное патентами приложение, которое осуществляет сжатие без потерь), когда после декомпрессии получить изображение первоначального качества практически невозможно. Однако устройство человеческого зрения таково, что при невысокой степени сжатия искажения на полученной картинке не влияют или мало влияют на восприятие. Было установлено, что любое изображение содержит в себе избыточную информацию, не воспринимаемую человеческим глазом. Эта избыточность вызвана сильными корреляционными связями между элементами изображения – изменения от пикселя к пикселю в пределах некоторого участка кадра можно считать несущественными. Кроме того, известно, что человеческий глаз более чувствителен к яркости картинки, чем к цветности. Этот эффект на начальном этапе компрессии используют практически все алгоритмы сжатия, и объем информации на этой стадии сокращается до двух раз без потери качества картинки.

**Современные алгоритмы сжатия: классификация.** Существующие на сегодняшний день алгоритмы сжатия классифицируются как потоковые и статические алгоритмы сжатия.

Потоковые алгоритмы сжатия работают с последовательностями кадров, кодируя разностную информацию между опорными кадрами (алгоритмы сжатия семейства MPEG, алгоритм сжатия JPEG 2000), тогда как статические алгоритмы сжатия работают с каждым изображением в отдельности (алгоритмы сжатия JPEG и MJPEG).

**Алгоритмы сжатия с потерями и без потерь данных.** Если получившееся после декомпрессии изображение полностью (с точностью до бита) идентично исходному, значит используемый алгоритм сжатия осуществляет компрессию без потерь. В CCTV, как правило, используются алгоритмы сжатия с потерями данных. В зависимости от степени сжатия, различают:

- сжатие без заметных потерь с точки зрения восприятия. Как отмечалось выше, в силу своих физиологических особенностей человеческий глаз менее чувствителен к цветоразностной составляющей

изображения, чем к яркостной. При невысоких коэффициентах компрессии алгоритмы сжатия дают картинку, которая воспринимается глазом как точная копия оригинала, тогда как данный алгоритм сжатия работает с потерями данных, и полученное после декомпрессии изображение не совпадает с исходным;

- сжатие с естественной потерей качества характеризуется появлением воспринимаемых глазом, но незначительных искажений изображения. Это проявляется в уменьшении детализации сцены, а алгоритмы сжатия, основанные на дискретном косинусном преобразовании, могут продуцировать незначительные блочные искажения картинки. Базирующиеся на вейвлет-преобразовании алгоритмы сжатия дают размытость вблизи резких границ, однако такие артефакты даже при довольно больших коэффициентах сжатия мало влияют на процесс зрительного восприятия картинки;

- сжатие с неестественной потерей качества характеризуется нарушением самой важной с точки зрения восприятия характеристики изображения – контуров. При высоких коэффициентах компрессии алгоритм сжатия JPEG вносит в картинку блочные искажения, которые сильно влияют на восприятие изображения человеческим глазом, в то время как алгоритмы сжатия, использующие вейвлет-преобразование, делают изображение «затуманенным», с размытыми контурами, не изменяя их формы. Поэтому алгоритмы сжатия типа Wavelet обеспечивают более высокие по сравнению с алгоритмом JPEG коэффициенты сжатия.

Изначально предназначенный для компрессии статических изображений алгоритм сжатия JPEG широко применяется в веб-камерах, видеосерверах и других сетевых устройствах (например, веб-камеры и сетевые видеосерверы компании AXIS Communications используют алгоритм сжатия JPEG в режиме передачи отдельных кадров; также схема JPEG сжатия встроена в видеосервер VN-A1U компании JVC Professional). Название этого алгоритма сжатия происходит от комитета Joint Photographic Expert Group (Объединенная группа экспертов по фотографии), входящего в состав ISO. Принцип работы алгоритма JPEG основан на так называемом дискретном коси-

нусном преобразовании (Discrete-Cosine Transform, DCT). Базирующиеся на DCT алгоритмы сжатия всегда осуществляют сжатие данных с потерями, но способны обеспечить довольно высокую степень компрессии при минимальной потере данных. Помимо JPEG дискретное косинусное преобразование используют такие алгоритмы сжатия, как JPEG, Motion JPEG, H-263. Процедура DCT будет рассмотрена ниже на примере алгоритма сжатия JPEG.

Сжатие изображения в формат JPEG происходит в несколько этапов: преобразование цветового пространства; сегментация; дискретное косинусное преобразование; квантование; кодирование; декодирование JPEG осуществляется в обратном порядке.

**Преобразование цветового пространства.** Несмотря на то что алгоритм сжатия JPEG способен кодировать изображения, основанные на любом типе цветового пространства (RGB, HSI или CMYK), наилучшая степень сжатия достигается при использовании цветового пространства типа яркость/цветность, когда каждый пиксель изображения описывается тремя числами  $Y$  (яркость) и  $U, V$  (цветность). Переход в цветовое пространство яркость/цветность осуществляется путем несложных математических преобразований.

**Сегментация изображения для алгоритма сжатия JPEG.** Большая часть визуальной информации, воспринимаемой человеческим глазом, состоит из компонентов яркости  $Y$ , тогда как к компонентам цветности  $U, V$  глаз менее чувствителен. Причина этого явления лежит в устройстве человеческого глаза. Следовательно, часть информации о цветности можно отбросить и тем самым сократить объем учитываемой информации.

Исходное изображение разбивается на блоки по несколько пикселей (чаще всего  $8 \times 8$ ). Затем для  $Y, U, V$  формируются так называемые рабочие матрицы. Для компонента  $Y$  рабочая матрица составляется из значений яркости для каждого пикселя, входящего в блок. Для компонентов цветности матрицы формируются через ряд и через строку. На этом этапе теряется  $3/4$  информации о цветности, за счет чего объем изображения уменьшается в два раза.

**Дискретное косинусное преобразование (DCT)** представляет собой разновидность преобразования Фурье и имеет обратное преобразование. В DCT картинка рассматривается как совокупность пространственных волн, для которых оси  $X$  и  $Y$  проводятся параллельно продольной и поперечной осям картинки, а по оси  $Z$  откладывается значение цвета соответствующего пикселя изображения.

С помощью дискретного косинусного преобразования алгоритм сжатия JPEG переходит от представления картинки в виде совокупности пространственных волн к ее спектральной интерпретации. Каждая пространственная волна раскладывается на множество гармоник и наименее значимые из них отбрасываются. От количества оставшихся гармоник зависит степень сжатия изображения. DCT преобразует полученную на предыдущем этапе рабочую матрицу в матрицу частотных коэффициентов соответствующего размера. В матрице коэффициентов высокочастотные элементы концентрируются в левом верхнем углу, а низкочастотные – в правом нижнем. Большинство графических образов на экране компьютера состоит из низкочастотной информации, поэтому высокочастотные элементы получившейся матрицы можно отбросить. Эта процедура выполняется на следующем этапе.

**Квантование матрицы частотных коэффициентов.** На этом шаге матрица частотных коэффициентов поэлементно делится на так называемую матрицу квантования. Для каждого компонента  $Y$ ,  $U$ ,  $V$  задается своя матрица квантования. Она формируется таким образом, чтобы значения элементов в левом верхнем углу были небольшими, а коэффициенты в правом нижнем углу, наоборот, имели большие значения. Это позволяет отбросить не воспринимаемую глазом высокочастотную информацию, которой соответствуют элементы из правого нижнего угла матрицы частотных коэффициентов. Далее элементы результирующей матрицы округляются до ближайшего целого числа. В итоге в правом нижнем углу образуются нулевые значения, которые впоследствии отбрасываются.

**Кодирование.** Округленная матрица коэффициентов, полученная на этапе квантования, имеет определенное количество нулевых элементов. Для того чтобы объединить нулевые элементы в группы,

проводится зигзагообразное сканирование матрицы, начиная с левого верхнего угла. Таким образом, элементы матрицы записываются в цепочку.

Полученный вектор сворачивается с помощью алгоритма группового кодирования – Run Length Encoding (RLE). Каждый ненулевой элемент вектора представляется в виде пары чисел, первое из которых равно количеству нулей перед этим числом, а второе – значению данного элемента вектора. Затем полученные пары чисел кодируются с помощью алгоритма Хаффмана с фиксированной таблицей.

Алгоритм сжатия Хаффмана был разработан для кодирования текстовых сообщений, и суть его состоит в том, что часто встречающимся в тексте символам ставятся в соответствие найденные по определенному алгоритму короткие двоичные коды, а редко встречающимся – более длинные коды. Для кодирования каждого сообщения может использоваться своя собственная таблица соответствий или же общая, фиксированная таблица. При кодировании пар чисел, осуществляемом в алгоритме сжатия JPEG, учитывается, что длинные последовательности нулей и большие значения коэффициентов встречаются реже, чем короткие последовательности нулей и маленькие значения коэффициентов. Полученный по алгоритму сжатия Хаффмана двоичный код готов к передаче по сети и хранению в памяти компьютера.

Специалисты отмечают, что вследствие специфики кодирования изображения алгоритм сжатия JPEG эффективен только при работе с многоградационными картинками, где различия между соседними пикселями незначительны. Кроме того, этот формат сжатия имеет ограничения на полосу пропускания – «живое» видеоизображение (разрешение  $768 \times 576$ , коэффициент сжатия 4, скорость передачи 25 к/с) передается со скоростью 8 Мбит/с. Еще одним недостатком JPEG является так называемый «мозаичный эффект», являющийся следствием технологии сжатия видеоизображения. Картинка разбивается на блоки  $8 \times 8$  пикселей, над ними выполняется дискретное косинусное преобразование, в результате которого цвета внутри блока уравниваются. При больших степенях сжатия мозаичный эффект становится заметен.

Motion JPEG (MJPEG) – алгоритм сжатия JPEG для видеoinформации. Алгоритм сжатия Motion JPEG (MJPEG) представляет собой стандартизированный формат записи потока отдельных кадров, каждый из которых сжат по алгоритму JPEG независимо от остальных. При использовании алгоритма сжатия MJPEG средний коэффициент сжатия видеосигнала составляет около 1:5, а скорость передачи видео с разрешением  $720 \times 576$  пикселей – до 5 Мбит/с. Этот алгоритм сжатия используют сетевые устройства AXIS Communications, например, сетевые видеокамеры AXIS 2130 и сетевые камеры AXIS 2120, видеосерверы AXIS 241Q, одноканальный видеорегистратор VR-601 JVC и другие.

**Алгоритм сжатия H-263** часто используется при передаче видеоизображения по каналам связи с полосой пропускания меньше 64 кбит. С точки зрения математики алгоритм сжатия H-263 похож на JPEG, а принципиальное его отличие состоит в том, что обработке подлежат только те элементы изображения, которые изменились по сравнению с соответствующими элементами предыдущего кадра. Этот алгоритм обеспечивает высокую степень сжатия видеоизображения, но дает плохое качество, если изображение содержит движущиеся объекты. Разрешение кадра, которое обеспечивает этот алгоритм сжатия, обычно не превышает  $352 \times 288$  пикселей.

В цифровых системах видеонаблюдения широко используется метод сжатия видео Wavelet. Последовательность действий, которую использует метод сжатия Wavelet, в целом аналогична алгоритму JPEG. Принципиальная разница состоит в способе преобразования видеосигнала: метод сжатия JPEG использует дискретно-косинусное преобразование сигнала, тогда как метод сжатия Wavelet представляет сигнал как суперпозицию конечных во времени негармонических функций – вейвлетов.

Метод сжатия Wavelet преобразует изображение по следующему алгоритму: преобразование цветового пространства; вейвлет-преобразование; квантование; кодирование.

**Вейвлет-преобразование.** После преобразования в цветовое пространство типа цветность/яркость изображение обрабатывается



высокочастотным и низкочастотным фильтрами по строкам и столбцам с последующим прореживанием. Фильтр представляет собой небольшое «окно». Значения яркости и цветности попавших в него пикселей умножаются на заданный набор коэффициентов, а полученные значения суммируются, и «окно» сдвигается для расчета следующего значения.

В результате фильтрации вместо одного изображения размерами  $m \times n$  вейвлет-преобразование дает четыре изображения размерами  $(m/2) \times (n/2)$ . Фильтрация низкочастотным фильтром по горизонтали и вертикали дает самое высокоинформативное изображение, которое подвергается дальнейшей фильтрации (число уровней фильтрации обычно составляет от 4 до 6), тогда как результат обработки высокочастотным фильтром по горизонтали и вертикали чаще всего отбрасывается. Изображения, полученные с применением высокочастотного фильтра по строкам и низкочастотного по столбцам или низкочастотного фильтра по строкам и высокочастотного по столбцам, квантуются и после кодирования попадают в выходной поток.

Результатом вейвлет-преобразования, как и дискретного косинусного преобразования, является массив числовых коэффициентов. На следующем этапе происходит квантование этого массива, и близкие к нулю коэффициенты отбрасываются. Затем массив подвергается кодированию.

Преимущество метода сжатия Wavelet перед JPEG состоит в том, что Wavelet преобразует полное изображение, а не его отдельные фрагменты, и позволяет получить качественное изображение при больших (до 100) коэффициентах сжатия. При высокой степени компрессии метод сжатия Wavelet может давать искажения, имеющие вид ряби вблизи резких границ, однако такие артефакты в среднем меньше бросаются в глаза наблюдателю, чем «мозаика», создаваемая JPEG. В 2000 году вариант сжатия методом Wavelet включен в стандарт JPEG (метод сжатия JPEG 2000).

**Метод сжатия JPEG 2000** – еще одна реализация вейвлет-преобразования. JPEG 2000 предполагает увеличение коэффициента сжатия по сравнению с JPEG на 30 %. Этот метод сжатия использует

вейвлет-преобразование, благодаря чему характерные для JPEG блочные искажения исчезают, а коэффициент сжатия может достигать 200 (хотя при больших коэффициентах сжатия появляются артефакты, создаваемые вейвлет-преобразованием). Кроме того, метод сжатия JPEG 2000 обладает рядом других преимуществ перед JPEG.

JPEG 2000 может осуществлять сжатие как с потерями, так и без потерь. В дополнениях к JPEG 2000 есть защищенный патентами режим сжатия без потерь (коэффициент сжатия до 20). Метод сжатия JPEG 2000 устойчив к ошибкам, возникающим при передаче изображения по сети. Независимо от способа кодирования, который использует алгоритм сжатия JPEG 2000, применяется один и тот же декодер.

Метод сжатия JPEG 2000 предполагает, что из одного кодового потока могут быть декодированы изображения с различным пространственным разрешением (масштабируемость разрешения). Этот метод сжатия дает возможность обрабатывать отдельные участки изображения и сжимать изображения больших размеров.

На этапе предварительной обработки изображение разбивается на несколько равных блоков. Затем в каждом блоке происходит смещение постоянной составляющей: из значений цветности для каждого пикселя вычитается среднее значение, затем смещенные значения цветности преобразуются в систему яркость/цветность. После применения вейвлет-преобразования полученные матрицы числовых коэффициентов подвергаются квантованию. Следующий этап сжатия изображения – энтропийное кодирование – предполагает применение адаптивного арифметического кодера, а не кодирования по методу Хаффмана как в алгоритме JPEG, за счет чего увеличивается скорость сжатия. Затем сжатый поток данных разбивается на пакеты. Именно благодаря гибкой и продуманной структуре пакетов возможно достижение целей разработки этого метода сжатия.

**Форматы сжатия видеосемейства MPEG.** Все форматы сжатия семейства MPEG (MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, MPEG 7) используют высокую избыточность информации в изображениях, разделенных малым интервалом времени. Между двумя соседними кадрами обычно изменяется только малая часть сцены, например, происходит

плавное смещение небольшого объекта на фоне фиксированного заднего плана. В этом случае полная информация о сцене сохраняется выборочно – только для опорных изображений. Для остальных кадров достаточно передавать разностную информацию: о положении объекта, направлении и величине его смещения, о новых элементах фона, открывающихся за объектом по мере его движения. Причем эти разности можно формировать не только по сравнению с предыдущими изображениями, но и с последующими (поскольку именно в них по мере движения объекта открывается ранее скрытая часть фона). Форматы сжатия семейства MPEG сокращают объем информации следующим образом: устраняется временная избыточность видео; устраняется пространственная избыточность изображений путем подавления мелких деталей сцены; устраняется часть информации о цветности; повышается информационная плотность результирующего цифрового потока путем выбора оптимального математического кода для его описания.

Форматы сжатия MPEG сжимают только опорные кадры – I-кадры (Intra frame – внутренний кадр). В промежутки между ними включаются кадры, содержащие только изменения между двумя соседними I-кадрами – P-кадры (Predicted frame – прогнозируемый кадр). Для того чтобы сократить потери информации между I-кадром и P-кадром, вводятся так называемые B-кадры (Bidirectional frame – двунаправленный кадр). В них содержится информация, которая берется из предшествующего и последующего кадров. При кодировании в форматах сжатия MPEG формируется цепочка кадров разных типов.

**Форматы сжатия видеоизображения MPEG 1 и MPEG 2.** В качестве начального шага обработки изображения форматы сжатия MPEG 1 и MPEG 2 разбивают опорные кадры на несколько равных блоков, над которыми затем производится дискретное косинусное преобразование (DCT). По сравнению с MPEG 1 формат сжатия MPEG 2 обеспечивает лучшее разрешение изображения при более высокой скорости передачи видеоданных за счет использования новых алгоритмов сжатия и удаления избыточной информации, а также кодирования выходного потока данных. Также формат сжатия MPEG 2 дает возможность выбора уровня сжатия за счет точности квантова-

ния. Для видео с разрешением  $352 \times 288$  пикселей формат сжатия MPEG 1 обеспечивает скорость передачи 1,2 – 3 Мбит/с, а MPEG 2 – до 4 Мбит/с.

По сравнению с MPEG 1 формат сжатия MPEG 2 обладает следующими преимуществами: как и JPEG2000, формат сжатия MPEG 2 обеспечивает масштабируемость различных уровней качества изображения в одном видеопотоке; в формате сжатия MPEG 2 точность векторов движения увеличена до  $1/2$  пикселя; пользователь может выбрать произвольную точность дискретного косинусного преобразования. В формат сжатия MPEG 2 включены дополнительные режимы прогнозирования.

**Формат сжатия MPEG 4** использует технологию так называемого фрактального сжатия изображений. Фрактальное (контурно-основанное) сжатие подразумевает выделение из изображения контуров и текстур объектов. Контурные представляются в виде так называемых сплайнов (полиномиальных функций) и кодируются опорными точками. Текстуры могут быть представлены в качестве коэффициентов пространственного частотного преобразования (например вейвлет-преобразования). Диапазон скоростей передачи данных, который поддерживает формат сжатия видеоизображений MPEG 4, гораздо шире, чем в MPEG 1 и MPEG 2. Дальнейшие разработки специалистов направлены на полную замену методов обработки, используемых форматом MPEG 2. Формат сжатия видеоизображений MPEG 4 поддерживает широкий набор стандартов и значений скорости передачи данных. MPEG 4 включает в себя методы прогрессивного и чересстрочного сканирования и поддерживает произвольные значения пространственного разрешения и скорости передачи данных в диапазоне от 5 кбит/с до 10 Мбит/с. В MPEG 4 усовершенствован алгоритм сжатия, качество и эффективность которого повышены при всех поддерживаемых значениях скорости передачи данных.

**Формат сжатия MPEG 7** использует многоуровневую структуру описания аудио- и видеоинформации. На высшем уровне прописываются свойства файла, такие как название, имя создателя, дата создания и т.д. На следующем уровне описания формат сжатия MPEG 7 указывает особенности сжимаемой аудио- или видеоинформации –

цвет, текстура, тон или скорость. Одна из отличительных особенностей MPEG 7 – его способность к определению типа сжимаемой информации. Если это аудио- или видеофайл, то он сначала сжимается с помощью алгоритмов MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, а затем описывается при помощи MPEG 7. Такая гибкость в выборе методов сжатия значительно снижает объем информации и ускоряет процесс сжатия. Основное преимущество формата сжатия MPEG 7 над его предшественниками состоит в применении уникальных дескрипторов и схем описания, которые, помимо всего прочего, делают возможным автоматическое выделение информации как по общим, так и по семантическим признакам, связанным с восприятием информации человеком. Процедуры занесения в каталог и поиска данных находятся вне сферы рассмотрения этого формата сжатия.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите основные типы режимов записи и их особенности для аналоговых видеорегистраторов.
2. Назовите основные преимущества цифровых видеорегистраторов перед аналоговыми.
3. Дайте определение сквозному каналу записи.
4. Назовите типовые параметры программирования цифровых видеорегистраторов.
5. Назовите основные технические характеристики цифровых видеорегистраторов.
6. Назовите основные технические характеристики аналоговых видеорегистраторов.
7. Каким образом можно рассчитать необходимую емкость памяти видеорегистратора?
8. Какие существуют основные форматы сжатия видеоизображений, их достоинства и недостатки?
9. Назовите форматы сжатия изображений без потери качества.
10. Какие существуют основные алгоритмы обработки изображений при их сжатии?

## ГЛАВА 5. ПЕРЕДАЧА ВИДЕОСИГНАЛОВ

Для передачи видеосигнала от камеры к центральному оборудованию могут использоваться различные способы. Следующий перечень дает некоторый обзор:

- низкочастотная передача видеосигнала по коаксиальному кабелю;
- симметричная низкочастотная передача видеосигнала по двухпроводной линии;
- передача видеосигнала по оптоволокну;
- медленная передача по телефонным линиям связи;
- оптическая и инфракрасная передача видеосигнала по волоконнооптическим линиям связи (ВОЛС);
- высокочастотная передача видеосигнала по коаксиальному кабелю;
- высокочастотная передача по радиоканалу.

### 5.1. Передача видеоизображения по коаксиальному кабелю

От многих источников видеосигнала (камеры, распределитель-усилитель, видеомагнитофон и т.д.) выходной сигнал подается на коаксиальный разъем, передача по коаксиальному кабелю является наиболее близкой и при малых габаритных размерах оборудования самой рациональной. Для этого применяется специальный коаксиальный видеокабель с волновым сопротивлением 75 Ом.

Антенный кабель не должен устанавливаться, даже когда он идентичен по волновому сопротивлению, так как монтаж обычного видеоштекера на него невозможен или проблематичен. Необходимо принять во внимание, что любая линия передачи для того, чтобы обеспечить передачу без отражений на конце, должна быть подключена к сопротивлению 75 Ом. На некоторых приборах подключение такого согласующего резистора на входе выполнено жестко, на других, например на мониторах, в зависимости от потребности имеется возможность согласующий резистор отключить. Важнейшим крите-

рием для передачи видеосигнала является затухание применяемого кабеля, которое окончательно определяет длину линии передачи. Затуханием обозначают зависимые от частоты потери, которые определяются поперечным сечением кабеля и применяемым в нем диэлектриком.

Предельно допустимая величина затухания зависит в каждом конкретном случае от вида применения или от постановки задачи, которую видеоустановка должна решать.

Если речь идет о получении с помощью видеонаблюдения общего вида определенной зоны или подходов, затухание 6 дБ при 5 МГц еще вполне приемлемо. Если, однако, для специальных задач необходимо обеспечить опознавание человека или передачу мелких деталей, то затухание должно быть не больше 3 дБ при 5 МГц.

Радиочастотный кабель характеризуется следующими основными параметрами:

- погонное затухание кабеля (дБ/м) в диапазоне частот,
- погонная индуктивность и емкость кабеля,
- плотность навивки экранирующего чулка в процентах.

Для широкого круга проектных и монтажных организаций последний параметр, после волнового сопротивления, является самым главным, так как он определяет экранирующие свойства кабеля. Для передачи видеосигнала по радиочастотным кабелям плотность навивки экранирующего чулка должна быть не менее 80 %.

К недостаткам радиочастотных кабелей можно отнести их слабую экранировку для частот ниже десятков килогерц. В основном это одна из причин появления на экране монитора помех от промышленной сети 50 Гц.

На качество телевизионного сигнала также оказывает влияние отражение видеосигнала от нагрузки (устройств обработки сигнала или монитора), возникающее при несогласованном включении кабеля в оборудование или при неправильном соединении радиочастотных кабелей при их наращивании.

Кроме того, отраженные волны могут со временем возникнуть в местах изгиба кабеля, если радиус изгиба в зависимости от диаметра

кабеля и температуры меньше требуемого по ГОСТу или ТУ производителя.

С помощью применения компенсационного усилителя, который обычно устанавливается на конце линии передачи, удастся компенсировать потери, обусловленные затуханием кабеля. При этом они обеспечивают существенное увеличение расстояния передачи. При применении компенсационных усилителей справедлива следующая формула: коэффициент компенсации усилителя (дБ)  $\times$  100 / затухание кабеля (дБ / 100 м при 5 МГц) = длина линии передачи (м).

Необходимо принять во внимание, что компенсация потерь компенсационным усилителем всегда должна устанавливаться в соответствии с конкретной длиной кабеля и в любом случае перед пуском в эксплуатацию должна проводиться соответствующая настройка.

## **5.2. Передача видеоизображения по витым парам и телефонным линиям**

Витая пара (FTP), как и радиокабель, позволяет пропускать широкий спектр сигнала и имеет волновое сопротивление 100 – 120 Ом.

В связи с тем что витая пара это симметричный кабель, ее включение в телевизионное оборудование, имеющее несимметричные входы/выходы, требует специальных переходных усилительно-симметрирующих устройств. При работе с витой парой использовать какие-либо соединения при ее наращивании нежелательно, так как это ухудшает ее волновые свойства. Наращивать строительную длину витой пары нужно через специальные корректирующие усилители. В отличие от радиокабеля экранированная витая пара хорошо защищена от помех, в том числе от промышленной сети (220 – 380)В, 50 Гц.

**Телефонный провод** изначально проектировался под оборудование, работающее в диапазоне 0,3 – 3,4 кГц. И непосредственно передать видеосигнал по такому проводу без потерь качества невозможно. С появлением телефонных модемов эта задача решается достаточно просто. Но работа такого канала в режиме реального времени ограничивается качеством исходного сигнала. Чем выше качество, тем больше объем информации и тем медленнее происходит обновле-



ние видеокартинки. Скорость передачи данных по кабелю выражается в битах в секунду – бод. Отечественные телефонные линии позволяют вести передачу данных со скоростью 4800 бод.

Для увеличения скорости обмена данными по телефонным кабелям используются разнообразные алгоритмы сжатия информации, в частности изображения. Такой подход позволяет в настоящее время передавать видеоизображение в реальном масштабе времени.

### 5.3. Передача видеоизображения по ВОЛС

**Оптоволокно.** Максимальная дальность работы по оптоволокну зависит от длины волны и при ее значении 850 нм, многомодовое волокно позволяет обеспечить дальность передачи до 6 км при длине волны 1300 нм, одномодовое волокно позволяет обеспечить дальность передачи до 30 км.

Основные достоинства:

- нечувствительность к электромагнитным и высокочастотным помехам,
- полная электрическая изоляция,
- высокая степень защиты от несанкционированного доступа к каналу передачи информации,
- малый диаметр и вес, высокая гибкость кабеля.

Недостатки – высокая стоимость кабеля, большие расходы по монтажу кабеля и дорогой монтажный инструмент.

### 5.4. Передача видеоизображения по радиоканалу

**Радиоканал.** Качество передаваемого сигнала зависит от полосы частот, занимаемой радиоканалом. Если для передачи радиосигнала используется радиоканал с частотной модуляцией, то в эфире полоса сигнала расширяется пропорционально выбранному индексу частотной модуляции. И для хорошего качества потребуется полоса частот в несколько десятков мегагерц. Получить официальное разрешение на использование такой полосы частот, может быть, и реально, но очень дорого.

Если для радиоканала используется аппаратура с амплитудной модуляцией, то полоса частот радиосигнала значительно уже, и получить разрешение гораздо проще и дешевле. Передача видеоизображений по такому каналу позволит всем телевизорам, находящимся в непосредственной близости от передатчика, принимать изображение от видеокамер (если передатчик работает в полосе частот телевизионного вещания). С точки зрения помехозащищенности радиоканал с частотной модуляцией предпочтительней. Не следует забывать и о том, что мощность радиопередающего оборудования ограничена, и для обеспечения требуемой дальности придется использовать направленные антенны, имеющие высокий коэффициент усиления. В настоящее время появились сетевые беспроводные видеокамеры Wi-Fi, которые могут работать на частотах 2,4 ГГц в условиях прямой видимости (рекомендуется выбирать те видеокамеры, которые поддерживают 802.11g, так как стандарт 802.11b – медленнее, 802.11a – не разрешен в России, 802.11n – еще окончательно не принят).

Недостатком использования таких радиоканалов является необходимость регистрации передатчиков; зависимость от погодных условий и электромагнитной обстановки.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Каковы особенности передачи видеоизображения по коаксиальному кабелю?
2. Каковы особенности передачи видеоизображения по витой паре?
3. Каковы особенности передачи видеоизображения по телефонной линии?
4. Каковы особенности передачи видеоизображения по ВОЛС?
5. Каковы особенности передачи видеоизображения по радиоканалу?
6. Какой канал передачи видеоизображений можно использовать для передачи на дальние расстояния?
7. Какие существуют альтернативные и перспективные каналы передачи видеоизображений?

## ГЛАВА 6. УСТАНОВОЧНЫЕ И ЗАЩИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА.

### 6.1. Кронштейны, корпуса и подогреватели

Кожухи используются для защиты телекамер от воздействия внешней среды и/или для маскировки направления видеонаблюдения. Кожухи могут быть простыми в конструкции, установке и использовании, но они в равной мере влияют на качество изображения и срок службы телекамеры, если не защищают ее должным образом от дождя, снега, пыли и ветра или если они низкого качества.

Кожухи бывают самых разных размеров и форм, в зависимости от применения телекамеры и ее длины. В последние годы много внимания уделялось эстетике и функциональности кожухов, в частности, простоте доступа для обслуживания, скрытию кабельной подводки и т. д.

В наши дни с уменьшением размеров телекамер вместо традиционных кожухов часто используются тонированные купольные системы, которые гораздо лучше вписываются в интерьер помещений и прекрасно сочетаются с архитектурой зданий.

Многие кожухи имеют встроенный подогрев и вентилятор. Подогрев может понадобиться в районах с большой влажностью, где ожидается много льда и снега. Обычно для стандартного кожуха достаточно мощности подогревателя 10 Вт. Подогреватели могут работать от источников электропитания 12 В постоянного тока, 24 В переменного тока или даже от сети 220 В. Прежде чем подключать подогрев, следует проверить соответствие питающего напряжения.

Подогрев и вентиляция обычно включаются и выключаются автоматически, в зависимости от понижения или повышения температуры и не нуждаются в ручном управлении.

Если в систему предполагается добавить блок омыватель/очиститель, то потребуются специальный кожух. Специальный – потому что необходимо согласование между механизмом очистителя и окном кожуха. Следует отметить, что в случае использования блока

омыватель/очиститель приемник сигналов телеуправления должен иметь выход для управления этими функциями. Это может быть 24 В, 220 – 240 В или 110 В переменного тока. Другое условие при использовании омывателя – всегда нужно проверять, что в емкости омывателя имеется достаточное количество чистой воды.

Кожухи и боксы (в которых размещают приемники сигналов телеуправления), подверженные воздействию окружающей среды, классифицируются по индексу защиты – IP-рейтингу. Эти числа определяют степень устойчивости к механическим воздействиям и различным уровням агрессивного воздействия пыли и влаги.

Большинство кожухов хорошо защищены от воздействия окружающей среды, но для некоторых специализированных систем может потребоваться еще более сильная защита. Системы, которые могут подвергнуться нежелательному вмешательству человека или механизмов, нуждаются в вандалозащищенных кожухах; в этом случае необходимо использовать специальное, небьющееся стекло (обычно лексан), а также специальные крепежные винты. Для дополнительной безопасности в систему могут быть добавлены тамперные датчики. В таком случае сигнал тревоги при вскрытии кожуха поступает в центр управления, обычно от приемника сигналов телеуправления – если в нем заложена такая опция.

И наконец, бывают пуленепробиваемые, взрывостойкие, подводные, взрывобезопасные кожухи, но это редкие, специально разрабатываемые и дорогие приспособления.

## **6.2. Поворотные устройства, телеметрия и устройства подсветки**

При заказе или проектировании системы видеонаблюдения сразу возникает вопрос: сколько телекамер будет входить в систему и какого типа – установленные фиксированно или на поворотном устройстве? Фиксированные телекамеры устанавливаются на кронштейне, при этом используются объективы с фиксированным фокусным расстоянием, а телекамера «смотрит» только в одном направлении, не изменяя своего положения.

Альтернативой фиксированным телекамерам являются телекамеры, положение которых в пространстве можно изменять (с помощью поворотного устройства). Такая телекамера помещается на способную поворачиваться платформу, при этом обычно используются вариообъективы с сервоуправлением, так что весь комплекс может поворачиваться в горизонтальной и вертикальной плоскостях, позволяя увеличивать изображение объектов и осуществлять фокусировку.

В терминологии видеонаблюдения телекамеры этого типа называются «PTZ-камерами». Возможно, более подходящим термином будет «PTZF-камера» (Pan/Tilt/Zoom/Focus), или еще более точно «PTZFI», так как в последние годы к существующим характеристикам добавилось еще управление диафрагмой.

Типичное поворотное устройство имеет боковую платформу, на которую устанавливается нагрузка (телекамера с вариообъективом в термокожухе). Существуют поворотные устройства с верхним расположением платформы, они отличаются по величине номинальной нагрузки, которая зависит от центра тяжести нагрузки. В случае поворотных устройств с боковыми платформами центр тяжести располагается ниже, это означает, что из двух типов устройств (при одинаковых электродвигателях и вращающем моменте) боковая платформа имеет большую номинальную нагрузку. Поворотные устройства с боковым размещением телекамеры обеспечивают угол поворота в обеих плоскостях около  $360^\circ$ , в то время как при верхнем размещении – в горизонтальной плоскости около  $360^\circ$ , а в вертикальной – около  $60^\circ$ .

С точки зрения применения выделяются два типа поворотных устройств: наружные (используемые вне помещений); внутренние (используемые внутри помещений).

- Наружные поворотные устройства делятся на три категории:
- большой нагрузки (нагрузка выше 35 кг);
  - средней нагрузки (нагрузка 10 – 35 кг);
  - малой нагрузки (нагрузка до 10 кг).

Сегодня, когда размеры и масса телекамер уменьшаются, происходит миниатюризация вариообъективов и кожухов, вряд ли может понадобиться сверхмощное поворотное устройство.

Наружные поворотные устройства устойчивы к погодным воздействиям, они тяжелее и прочнее, так как несут более тяжелый кожух, а часто еще и дополнительные устройства, например: блок омыватель/очиститель и/или инфракрасный осветитель.

Внутренние поворотные устройства используются только в условиях, защищенных от внешних факторов, особенно дождя, ветра и снега. Внутренние поворотные устройства обычно меньше и легче, поэтому такие устройства часто изготавливают из литой пластмассы, и выглядят они более эстетично, чем уличные устройства.

В большинстве случаев типичным поворотным устройством управляют синхронные электродвигатели 24 В переменного тока. Бывают поворотные устройства с питанием от электросети (220/240 В), но более популярны устройства 24 В постоянного или переменного тока – из-за фактора безопасности.

### **Скоростные поворотные камеры**

Имеется и другое направление в области поворотных устройств, которые по их внешнему сходству с куполами называют как купольные поворотные устройства. Логичнее подобные функционально и конструктивно законченные приборы называть как скоростные поворотные камеры. Едва ли не главная черта этих устройств в отличие от традиционных поворотных устройств, достаточно инерционных, – это высокая скорость поворота, что обеспечивается за счет малой массы собственно телекамеры.

Они работают так же, как и обычные поворотные устройства, но внутри куполов находятся и механизм поворотного устройства, и управляющая электроника. Заключенные в прозрачные или полупрозрачные сферы или полусферы такие устройства выглядят вполне приемлемо даже в интерьерах, требующих эстетического подхода.

Одна из главных проблем скоростных поворотных камер – это оптическая точность. Очень трудно полностью избавиться от искажений, особенно если прозрачная полусфера изготавливается стеклодувным методом. Лучшая точность достигается при использовании литых куполов, но они дороже. Более толстые полусферы вызывают больше искажений, особенно когда объектив увеличивает изображение. Так что наилучшее оптическое качество имеют тонкие и литые полусферы.

Многие производители вместо того, чтобы изготавливать оптически неискажающие полусферы, концентрируют оптическую точность на тонкой вертикальной полоске на сфере, через которую «смотрит» телекамера, свободно наклоняясь вверх и вниз. При позиционировании камера поворачивается вместе с куполом. Хотя это и разумное решение, но технически оно может быть трудно реализуемым, так как ограничивается скорость поворота.

### **Предустановка позиции поворотных устройств**

Существует еще одна подгруппа поворотных устройств, которая выглядит так же, как и остальные, но снабжена установочными переменными резисторами. Такие устройства называются поворотными устройствами с предустановками. Переменные резисторы встроены в поворотное устройство и механически соединены с каждым электродвигателем. Их сопротивление составляет обычно порядка 1 или 5 кОм, и они подсоединены к электронике приемника сигналов телеуправления. К каждому резистору подводится низкое напряжение (обычно 5 В постоянного тока), а с блока управления снимается напряжение (зависящее от угла наклона или поворота), благодаря чему конкретная позиция поворотного устройства запоминается, а затем производится отработка к этому значению либо по введенной вручную команде, либо автоматически по сигналу тревоги.

Одним словом, когда приемник сигналов телеуправления получает команду перейти в предустановленную позицию, он заставляет электродвигатели вращаться (то же касается увеличения и фокуса) до тех пор, пока на переменных резисторах не будет достигнуто предустановленное значение напряжения. Например, если дверь защищена датчиком открывания дверей, мы можем заставить телекамеру автоматически поворачиваться в этом направлении, увеличивать изображение и фокусироваться на ранее зафиксированной позиции.

Число сохраняемых предустановок в блоке управления поворотным устройством (приемнике сигналов телеуправления) зависит от самой конструкции, но обычно оно равно 8, 10, 16, 32 или 64. Самый простой способ управления поворотным устройством – подвести 24 В к одному из электродвигателей. Это значит, что при заранее

определенном соединении управление поворотным устройством может быть достигнуто приложением определенного напряжения (для каждого из четырех направлений перемещения) относительно общего провода. В большинстве систем видеонаблюдения используется цифровое управление, для которого требуется лишь кабель витой пары, через который матричный видеокоммутатор обменивается информацией с несколькими PTZ-устройствами одновременно. Эти устройства часто называют PTZ-удаленными блоками управления, PTZ-декодерами и PTZ-приемниками управления. Они представляют собой электронные устройства, которые получают и декодируют команды, поступающие с пульта управления положением телекамеры: поворот, наклон, увеличение и фокус (иногда еще и диафрагма). Как упоминалось ранее, производители, к сожалению, не выработали единого стандарта кодирования и интерфейсов. Это означает, что приемник сигналов телеуправления одного производителя не может быть использован вместе с матричным видеокоммутатором другого.

В зависимости от конструкции приемника сигналов телеуправления могут контролироваться и другие функции: омыватель и очиститель стекла термокожуха, включение и выключение дополнительных устройств и пр. Эти устройства могут также подавать электропитание на телекамеру: либо 12 В постоянного тока, либо 24 В переменного тока. Скорость перемещения поворотного устройства при использовании синхронных электродвигателей 24 В переменного тока (такие электродвигатели используются чаще всего) зависит от частоты сети электропитания, массы и передаточного отношения поворотного механизма. Типичная скорость поворота составляет  $9^\circ/\text{с}$ , наклона –  $6^\circ/\text{с}$ , это связано с моментом вращения, необходимым для перемещения определенной нагрузки, которая обычно превышает 5 кг (телекамера + объектив + кожух). В некоторых конструкциях достигается большая скорость поворота, около  $15^\circ/\text{с}$ , благодаря уменьшению веса.

Еще большие скорости могут быть достигнуты, если используются шаговые двигатели постоянного тока и специально разработанные приемники сигналов телеуправления. В последние годы пово-



ротные устройства стали еще более быстрыми, а скоростные поворотные камеры тем более – их скорость выше 100 °/с. Создание таких быстрых поворотных систем создает некоторые проблемы, требующие своего внимания: телекамера перемещается так быстро, что ею становится невозможно управлять вручную или, по крайней мере, это становится неудобно; еще более критичными становятся механизм конструкции и его долговечность, так как возрастают силы инерции.

Если скорость поворота умножается на коэффициент трансформации вариообъектива, то быстрое движение нам кажется еще более быстрым. Итак, к управлению скоростными поворотными камерами требуется современный подход. Новые решения предлагаются в некоторых конструкциях, которые обладают скоростью более 300°/с при точном позиционировании. Это достигается за счет увеличения электронной и механической точности. Работа с предустановками возможна только в тех случаях, когда используется приемник сигналов телеуправления с так называемой РР-электроникой. И понятно, поворотное устройство и объективы должны иметь встроенные предустановочные резисторы.

Необходимо отметить, что при использовании современных цифровых ТСВН на основе АРМ СВН функции отдельных устройств (джойстик, контроллер поворотного устройства и др.) выполняются персональным компьютером. При этом проблема совместимости форматов передачи команд управления по линии связи между поворотными устройствами и/или камерами (обычно это интерфейс RS-485 или интерфейс производителя) решается за счет создания соответствующих драйверов устройств для ПО АРМ СВН.

### **Освещение в системах видеонаблюдения**

Большинство систем видеонаблюдения с наружными телекамерами используют как естественные, так и искусственные источники света для улучшения условий наблюдения. Очевидно, что в системах для видеонаблюдения в помещении применяются искусственные источники света, хотя в некоторых случаях освещение является смешанным, например, когда солнечный свет проникает в помещение сквозь окна.

Солнце – источник дневного света и, как ранее упоминалось, интенсивность света может меняться от 100 на закате до 100 000 лк в полдень. Может меняться и цветовая температура солнечного света, она зависит от высоты солнца и атмосферных условий – наличия облачности, дождя, тумана и пр. Для чернобелых телекамер это не критично, но на работе цветной видеосистемы вариации освещенности будут сказываться. Источники искусственного света делят на три основные группы в соответствии с их спектральной характеристикой:

- в первую группу попадают источники света, излучающие в процессе накаливания, – это свечи, электрические лампы накаливания, галогенные лампы и др.;

- во вторую группу входят источники, излучающие вследствие прохождения электрического разряда через газ или пар, – это неоновые, натриевые и парортутные лампы;

- третья группа состоит из люминесцентных трубок, в которых газовый разряд излучает видимую или ультрафиолетовую радиацию внутри трубки, что вызывает свечение (в своей области спектра) электролюминесцентного покрытия внутренней поверхности трубки.

Источники света первой группы дают гладкий и непрерывный световой спектр согласно формуле Макса – Планка и законам излучения черного тела. Такие источники света подходят для черно-белых телекамер – благодаря соответствию спектров, особенно в левой части спектральной характеристики ПЗС-матриц. Вторая группа источников света дает почти дискретные компоненты на конкретных длинах волн в зависимости от газа. Третья группа обеспечивает более непрерывный спектр, чем вторая, но все же имеет и компоненты с определенными уровнями (только на конкретных длинах волн), которые, опять же, зависят от газа и типа люминесцентного покрытия. Последние две группы очень коварны для цветных телекамер. Следует обратить особое внимание на цветовую температуру и возможности настройки баланса белого у используемых в таких случаях телекамер.

### **Инфракрасные осветители**

В ситуациях, когда требуется видеонаблюдение ночью, можно использовать черно-белые телекамеры в комплексе с инфракрасными осветителями. Инфракрасный свет используется потому, что черно-белые ПЗС-камеры обладают очень высокой чувствительностью в инфракрасной и ближней к инфракрасной области спектра. Это соответствует длинам волн больше 700 нм. Человеческий глаз может различать длины волн до 780 нм, причем чувствительность на длинах волн выше 700 нм очень слаба, поэтому мы говорим, что в среднем человеческий глаз видит до 700 нм.

Черно-белые ПЗС-матрицы в инфракрасной области спектра «видят» лучше, чем человеческий глаз. Причина этого кроется в самой природе фотоэффекта (фотоны с большей длиной волны проникают глубже в структуру ПЗС-матрицы). Чувствительность в инфракрасной области спектра особенно высока у черно-белых ПЗС-матриц без инфракрасного отсекающего фильтра.

В системах видеонаблюдения используется несколько длин волн для инфракрасного освещения. Когда и какую из них использовать – это зависит, во-первых, от спектральной характеристики телекамеры (спектральная характеристика матриц различных производителей различна) и, во-вторых, от задач и целей видеосистемы.

В галогенных осветителях используются два типичных значения длины волны: одно – начиная примерно от 715 нм и другое – от примерно 830 нм. Если вы хотите, чтобы инфракрасное освещение было видимым, то лучше выбрать длину волны 715 нм. Если же необходимо вести скрытое ночное наблюдение, то следует использовать длину волны 830 нм (что окажется невидимым для человеческого глаза).

Инфракрасные осветители несут в себе определенную опасность, особенно для инсталляторов и обслуживающего персонала. Дело в том, что зрачок человеческого глаза в темноте остается раскрытым, что может привести к слепоте. Но это может случиться только ночью, когда зрачок раскрыт полностью и человек находится очень близко от осветителя.

ИК-осветители включаются ночью с помощью фотоэлементов.

Лучший способ проверить, работает ли ИК-осветитель, это поднести к нему руку – человеческая кожа очень чувствительна к теплу. Инфракрасные осветители подключаются к сети, а фотоэлементы, когда уровень дневного света падает ниже определенного уровня, включают их.

Оба типа рассмотренных нами инфракрасных галогенных осветителей производят с различными типами дисперсионных линз, и желательно знать наилучший для заданных условий угол освещаемого сектора. Если инфракрасный пучок сконцентрирован в узком угле, телекамера сможет «видеть» дальше, если используются соответствующие объективы с узким углом обзора (или если вариообъектив установлен на «zoom in»).

Инфракрасный свет галогенных ламп дает наилучшее возможное освещение для черно-белых ПЗС-матриц, но короткий срок службы таких ламп способствовал развитию новых технологий, одна из которых – это твердотельные инфракрасные светодиоды, объединенные в матричную структуру. В этом случае инфракрасное излучение создается специальными инфракрасными светодиодами, которые обладают гораздо большей эффективностью, чем стандартные диоды, и излучают значительное количество света.

Такие инфракрасные осветители могут иметь различную мощность: 7, 15, 50 Вт. Они не такие мощные, как галогенные лампы, но их средняя наработка на отказ составляет более 100 000 ч (20 – 30 лет непрерывной работы в ночной период).

Насколько далеко можно видеть с такими ИК-осветителями, опять же зависит от используемой телекамеры и ее спектральной характеристики. Чтобы лучше представить себе расстояния, рекомендуется провести испытания на месте в ночное время.

Угол освещаемого сектора ограничен углом излучения светодиодов, который обычно составляет 30 – 40 °, если только перед светодиодной матрицей не установлено дополнительной оптики.

Инфракрасный лазерный диод – это еще один тип инфракрасного излучателя. Возможно, не такой мощный, как светодиодный, но зато при использовании лазерного источника получается когерентное

излучение с точной длиной волны. Типичный лазерный диод излучает свет в очень узком угле, поэтому для рассеяния луча (обычно до 30°) используются небольшие линзы. Лазерные диоды потребляют очень мало энергии. Они концентрируют когерентное излучение в один луч, но срок безотказной работы у них ниже, чем у светодиодных приборов, и обычно составляет порядка 10000 ч (примерно 2 – 3 года непрерывной работы в ночной период). Главные преимущества лазерного инфракрасного прибора – малое энергопотребление и небольшие размеры.

Цветные телекамеры не могут воспринимать инфракрасный свет из-за наличия в них инфракрасного отсекающего фильтра. Однако некоторые производители телекамер предложили новые идеи: установка ПЗС-матрицы для дневного видеонаблюдения и преобразование этой же матрицы в черно-белую путем удаления инфракрасного отсекающего фильтра для ночного видеонаблюдения (для видеокамер это функция день/ночь).

Другие используют более простые методы, например: можно поместить две матрицы (цветную и черно-белую) в одну телекамеру и разделить свет полупрозрачным зеркалом.

### **6.3. Источники электропитания оборудования ТСВН**

Источники вторичного питания для систем видеонаблюдения имеют широкий ассортимент. Условно их можно подразделить на две части: 1) адаптеры; 2) блоки бесперебойного питания.

**Адаптеры** – это источники питания видеокамер постоянным напряжением 12 В, которые конструктивно выполнены в виде вилки в электрическую розетку. Адаптеры могут выдавать на выходе стабилизированное напряжение 12 В или нестабилизированное.

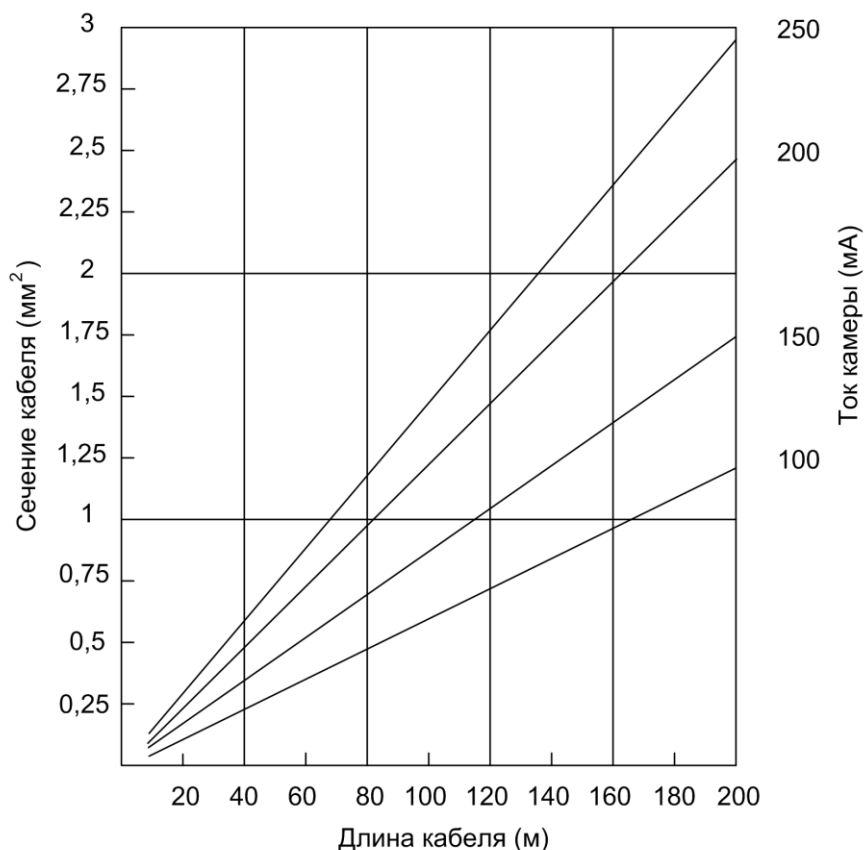
Стабилизированное напряжение – это напряжение, амплитуда которого неизменна во всем диапазоне допустимой нагрузки. Такое напряжение получается за счет применения в адаптере специальных регулирующих устройств и схем фильтрации переменного напряжения.

**Блоки бесперебойного питания** – стабилизированные источники питания 12 (24) В, которые имеют большой ассортимент максимальных токов нагрузки и конструктивно выполнены в виде ящика, устанавливаемого на стену. Каждый блок бесперебойного питания имеет в своем составе аккумуляторную батарею. В случае пропадания основного напряжения 220 В блок бесперебойного питания обеспечивает работу видеокамер от аккумуляторной батареи. Во время работы от сети 220 В аккумуляторная батарея постоянно подзарядается.

В настоящее время все большее распространение находят источники питания с импульсными преобразователями напряжения. Как правило, в них используются преобразователи с частотой следования импульсов до 100 кГц, а в некоторых моделях и выше. Для регулировки и стабилизации выходного напряжения используется изменение скважности импульсов при постоянной или переменной частоте их следования. Эти источники имеют очень широкий диапазон выходных напряжений, высокую эффективность при небольшом весе. Вместе с тем при неудачной конструкции, плохой экранировке и недостаточной фильтрации входного и выходного напряжений импульсный источник питания с преобразованием может явиться причиной прямых и перекрестных помех в системе видеонаблюдения.

При использовании одного стабилизированного источника питания на группу видеокамер необходимо выполнить ряд условий при разводке питающих линий:

- мощность блока питания должна быть как минимум на 30 % больше суммарной мощности нагрузки, подключаемой к нему;
- сечение проводов должно выбираться из расчета падения напряжения по длине кабеля. На рисунке приведены требуемые сечения кабеля в зависимости от длины кабеля и тока нагрузки при падении напряжения по длине не более 5 %;
- не допускать использование оплетки коаксиальных кабелей в качестве питающих линий;
- клемма «Заземление» на корпусе блока питания должна обязательно подключаться к заземляющему проводнику электрощита (РЕ).



#### 6.4. Вспомогательные устройства ТСВН

**Корректоры «земляной петли».** Довольно часто, даже если при инсталляции ТСВН были предприняты все меры предосторожности, могут возникнуть проблемы особой природы: «земляные петли» («паразитное» заземление).

«Земляная петля» – это нежелательное явление, вызванное разностью потенциалов между двумя удаленными точками системы. Обычно между телекамерой и видеомонитором, но может быть между телекамерой и видеокоммутатором или между двумя телекамерами, особенно если они подключены последовательно (с целью синхронизации). Представляется, что причина образования «земляной петли» не столько в наличии внешнего электромагнитного излучения, сколько в том, что при питании телекамеры и видеомонитора от различных источников сетевого напряжения образуются выравнивающие токи от нулевых фаз. Эти токи протекают по экранирующей оплетке коаксиального кабеля, что наиболее заметно проявляется при питании при-

боров от разных фаз. На изображении появляются волнообразные искажения. Небольшие «земляные петли» могут быть вообще незаметными, но более существенные оказывают очень раздражающее воздействие на зрителя.

Если такое все же происходит, то единственный выход – это изолировать гальваническим образом оба конца. Обычно для этого используется изолирующий трансформатор, иногда называемый корректором «земляной петли» или устройством подавления шума.

Паразитные контуры можно исключить (или по крайней мере минимизировать), используя видеомониторы или оборудование обработки видеосигнала с восстановлением постоянной составляющей. При этом волнообразно искаженный видеосигнал привязывается к уровню синхроимпульсов с тем, чтобы затем регенерировать видеосигнал с неискаженным уровнем постоянной составляющей. Это на деле исключает низкочастотные наводки, которые являются наиболее распространенным искажением в случае образования «земляной петли». Еще лучшее решение, правда, более дорогое, – использование оптоволоконного кабеля вместо коаксиального, хотя бы между удаленно расположенной телекамерой и видеомонитором.

### **Молниезащита**

Молния – это природное явление, «с которым ничего не поделаешь». Приемники сигналов телеуправления поворотными устройствами особенно уязвимы, так как именно в этой зоне сконцентрированы кабели передачи видеосигнала, питания и управления. Настоятельно рекомендуется хорошее и надежное заземление приемников сигналов телеуправления в районах с интенсивными грозами и, конечно же, разрядники для защиты от атмосферных перенапряжений (так называемые искровые или грозоразрядники) должны быть встроены во все каналы системы (управления, видео и др.). Большинство приемников сигналов телеуправления поворотным устройством снабжены искроразрядниками, встроенными в разъемы входа данных, и/или имеется гальваническая изоляция с помощью изолирующих трансформаторов. Искровые разрядники – это специальные устрой-



ства, состоящие из двух электродов, включенных в разрыв кабеля, которые помещены в специальные газонаполненные трубки. Это обеспечивает разряд избыточного напряжения, наведенного молнией. Они помогают, но не дают 100-процентной защиты.

Относительно молний важно знать – она опасна не только тогда, когда попадает прямо в телекамеру или кабель, но даже если ударяет поблизости. Вероятность прямого попадания молнии близка к нулю. Более вероятно, что молния ударит где-то рядом (в паре сотен метров от телекамеры). Индукции от такого разряда достаточно, чтобы вызвать необратимые разрушения. Сила молнии может превышать 10 000 000 В и 1 000 000 А – представьте себе, какова будет индукция.

И опять, как и с «земляной петлей», лучшая защита от молний – это использование оптоволоконного кабеля, без металлических соединений не будет и наведенного напряжения.

### **Магистральные видеоусилители-эквалайзеры**

Если используется коаксиальный кабель для передачи видеосигнала на расстояния, большие, чем это рекомендовано для данного типа кабеля, то используются магистральные усилители (иногда называемые видеоэквалайзерами или кабельными компенсаторами).

Роль усилителя-эквалайзера проста – усиливает и корректирует видеосигнал так, чтобы поступающий на видеомонитор сигнал уже был (более или менее) восстановлен до такого уровня, который сигнал имел бы при непосредственном соединении телекамеры с видеомонитором. Если при дистанционном соединении не используется усилитель, то общее и емкостное сопротивления кабеля существенно влияют на качество видеосигнала как по уровню, так и по полосе частот. Если в системе используется пара сотен метров коаксиального кабеля (RG-59), то уровень видеосигнала может упасть от нормального с размахом 1 В до 0,2 или 0,3 В.

Такие уровни уже нераспознаваемы с помощью видеомонитора (или видеоманитофона). В результате получаем очень низкую контрастность, неустойчивую синхронизацию, на изображении появляются изломы, оно перемещается по вертикали. Кроме того, высокие

частоты ослабляются больше, чем низкие, что отражается на потере мелких деталей в видеосигнале. Известно, что более высокие частоты всегда ослабляются больше из-за различных эффектов: поэтому необходимо не только усиливать видеосигнал, но и корректировать его спектр. Понятно, что в каждом усилительном каскаде шум тоже усиливается. Поэтому при работе с каждым усилителем-эквалайзером в линии следует придерживаться определенных правил. Теоретически лучше всего устанавливать усилитель-эквалайзер на середине длинного кабеля, там, где уровень сигнала относительно уровня шума еще довольно высок. Однако середина кабеля – это не самое удобное место, главным образом потому, что понадобится подводить питание и монтировать устройство где-то посреди поля или под землей.

Именно поэтому многие производители предлагают одну из двух альтернатив. Первый и наиболее распространенный вариант – это установка усилителя на том конце линии, где находится телекамера, нередко в самом кожухе. В этом случае фактически происходят предусиление и предкоррекция, то есть видеосигнал усиливается и корректируется с предыскажениями так, что ко времени попадания на приемник (расстояние должно быть известно) он достигнет уровня размахом 1 В.

Второй вариант – установка на том конце линии, где находится видеомонитор, при этом больше шума будет аккумулировано «по пути», но усиление лучше контролируется и должно быть поднято от пары сотен милливольт до стандартного уровня в 1 В. Это может оказаться более практично при таких инсталляциях, когда нет доступа к самой телекамере.

Несколько усилителей могут быть соединены каскадно, то есть если максимальная рекомендуемая длина кабеля RG-59/U для черно-белого сигнала составляет 300 м, то при помощи двух усилителей (а иногда и трех) можно увеличить протяженность линии до 1 км (некоторые производители могут предложить один усилитель для расстояний более километра). При этом следует помнить, что невозможно избежать наличия шума, который при этом всегда накапливается.

Кроме того, при наличии в линии нескольких усилителей (двух или трех) еще более усиливается риск образования «земляных петель», влияния молний и других наводок.

И опять же, если вы заранее знаете, что установка системы предполагает расстояние более полукилометра, то лучшее решение – использовать оптоволоконный кабель. Вместо этого может быть предложен коаксиальный кабель RG-11/U, в этом случае длина кабеля без усилителя может составлять 600 – 700 м.

### **Видеоусилители-распределители**

Довольно часто видеосигнал должен быть передан на различные устройства: видеокоммутатор, видеомонитор и другой коммутатор или видеоквадратор (разделитель экрана). Это может оказаться невозможным, если не все устройства имеют сквозной видеопроход. Наиболее распространены BNC-разъемы со сквозным видеопроходом на видеомониторах. Обычно рядом с BNC-разъемом имеется переключатель с положениями «75 Ом» и «High». Это так называемое пассивное согласование входного сопротивления. Если вы хотите передать сигнал на другое устройство, например на видеомонитор, то следует переключить первый видеомонитор на «High» и подключить коаксиальный кабель ко второму видеомонитору, на котором переключатель входного сопротивления должен быть установлен на 75 Ом.

Если есть необходимость, чтобы два видеокоммутатора, расположенные в разных местах, независимо друг от друга переключали одни и те же телекамеры, то эту проблему легко решить при помощи двух видеокоммутаторов – одного сквозного и одного оконечного, и в этом случае мы можем использовать ту же логику, что и с видеомониторами.

Однако на практике простые и дешевые видеокоммутаторы имеют только один BNC-разъем на видеовход, это означает, что они представляют собой согласованный вход, то есть вход с сопротивлением 75 Ом. Было бы неправильно использовать адаптер BNC-T (так называемый «тройник») для подсоединения второго видеокоммутатора, как это часто делают на практике. Это некорректно, потому что в

данном случае мы получим два 75-омных оконечных устройства на один канал, и телекамера будет «видеть» несоответствующую нагрузку, что приведет к частичному отражению сигнала, тогда в этом случае при воспроизведении на изображении проявятся повторы и уменьшится контрастность.

Решить проблему можно при помощи видеоусилителя-распределителя. Эти устройства делают именно то, о чем говорит их название – перераспределяют один видеовход на несколько выходов, сохраняя необходимое согласование полных сопротивлений. Поскольку используется активная электроника (к цепи должно быть подключено питание), то этот процесс называется активным согласованием сопротивления.

Типичный усилитель-распределитель обычно имеет один вход и четыре выхода, но бывают модели с шестью, восемью или более выходами. На каждый видеосигнал нужен один усилитель-распределитель, даже если не все его четыре выхода будут задействованы. Матричные видеокоммутаторы при распределении одного видеосигнала на несколько выходных каналов опираются на ту же концепцию, что и усилители-распределители. В этом случае существует ограничение на число каскадов усилителей-распределителей, которые могут использоваться в больших матричных системах. Это объясняется тем фактом, что каждый новый каскад приносит определенное количество шума, чего в аналоговой системе избежать невозможно.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какое назначение и основные характеристики защитных кожухов видеокамер?
2. Какое назначение и основные характеристики поворотных устройств видеокамер?
3. Каким образом управляются поворотные устройства видеокамер?
4. Что такое скоростная купольная поворотная камера?

5. Что такое камера с предустановками позиций обзора?
6. Назовите назначение трансфокатора и способы управления трансфокаторами видеокамер.
7. Какие существуют по типу устройства подсветки видеокамер?
8. Что такое режим день/ночь для видеокамер?
9. Почему для цветных видеокамер не используется инфракрасная подсветка?
10. Назовите назначение корректоров «земляной петли».
11. Назовите назначение и принцип работы устройств молниезащиты.
12. Какие существуют стандарты электропитания видеокамер?
13. Назовите назначение и характеристики видеоусилителей.
14. Назовите назначение и характеристики видеораспределителей.

## ГЛАВА 7. УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

### 7.1. Типы мониторов, их основные технические характеристики и правила установки

В системах видеонаблюдения используются специализированные мониторы на электронно-лучевых трубках. Сокращенно в России – ЭЛТ, на Западе – CRT (Cathode Ray Tube).

К параметрам, характеризующим монитор, можно отнести:

– **диагональ экрана** – определяет размер ЭЛТ по диагонали, который принято обозначать в дюймах. Мониторы в системах охранного телевидения имеют следующие размеры экрана по диагонали: 5, 10, 12, 14, 15, 17, 20, 21";

– **линейность** – геометрическая правильность воспроизведения изображения на экране монитора;

– **контраст** – является важным показателем качества телевизионного изображения, чем больше контраст, тем больше градаций яркости оно может иметь. Хорошая контрастность делает изображение более естественным, увеличивая «сочность». Величина контраста телевизионного изображения непосредственно определяет количество различимых глазом градаций яркости. Хорошее качество телевизионного изображения соответствует значениям градаций яркости, равным 30 – 40, а максимально высокое – 100 – 130. Различают контраст телевизионного изображения общий (максимальный), определяемый для крупных участков изображения (размер которых составляет примерно половину площади телевизионного изображения), и детальный, когда размеры различающихся по яркости участков невелики (до 10 – 15 % от ширины телевизионного изображения). Максимальное количество градаций яркости телевизионного изображения достигает 150 – 200, при достаточно высокой яркости экрана и 8 – 15 при детальном анализе элементов изображения;

– **яркость** – под яркостью понимают усредненную за интервал времени нескольких телевизионных кадров яркость экрана кинескопа. Измеряется на крупных светлых участках изображения площадью не менее 1 – 2 см<sup>2</sup>. Максимальная яркость телевизионного изображения

на экране кинескопа (как цветного, так и черно-белого изображения) лежит в пределах от 140 – 160 до 200 – 250 кд/м<sup>2</sup>, а средняя яркость – соответственно от 40 – 50 до 80 кд/ м<sup>2</sup>. Примерно такую же яркость телевизионного изображения (около 100 кд/м<sup>2</sup>) обеспечивают на внешнем отражающем экране (площадью от 1 – 2 до 10 – 12 м<sup>2</sup>) кинескопные и лазерные (с оптико-механическим сканированием светового луча) видеопроекторы;

– **строчная частота** (horizontal refresh rate) определяет скорость перемещения луча вдоль строки. Строчная частота в системе SEKAM – 15,625 кГц;

– **кадровая частота** (vertical refresh rate) определяет скорость перемещения луча вдоль кадра (сверху вниз). Кадровая частота в системе SEKAM – 50 Гц;

– **ширина полосы пропускания видеотракта** (bandwidth). Данная характеристика определяет максимальное количество элементов изображения, которые могут быть выведены в строке. Чем шире полоса пропускания, тем больше элементов изображения и тем выше четкость и разрешающая способность;

– **апертурные искажения** – искажения, обусловленные конечным размером (сечением) электронного луча кинескопа. Для воспроизведения мелких деталей вдоль строки электронный луч должен соответствовать тонко заточенному карандашу. При большом диаметре апертуры мелкие детали, расположенные вдоль строк, будут смазываться. Точно так же из-за апертурных искажений резкие переходы яркости будут смазываться. При этом появится зона размытости, что приведет к ухудшению четкости изображения.

Цветные мониторы отличаются от черно-белых наличием специальной теневой маски, которая определяет точное попадание электронов на красный, синий и зеленый люминофоры.

Самые распространенные типы масок это «Shadow Mask» (теневая маска), «Slot Mask» (щелевая маска) и апертурная решетка «aperture grill».

Наилучшее качество цветного изображения дают мониторы со щелевой маской «Slot Mask».

Критерием качества (четкости) изображения является так называемый шаг зерна, или точки (dot pitch), который характеризует расстояние в миллиметрах между двумя элементами (точками) люминофора одинакового цвета. Чем оно меньше, тем выше качество изображения. Шаг зерна для разных масок: «Shadow Mask» – 0,25 – 0,3; «Aperture grill» – 0,23 – 0,27; «Slot Mask» – 0,21 – 0,27.

В последнее время стали широко использоваться плоские жидкокристаллические мониторы.

Работа таких мониторов (LCD, Crystal Display) основана на изменении ориентации молекул жидких кристаллов (и как следствие на изменении их оптических свойств) под воздействием внешнего электрического поля. Экран LCD-монитора представляет собой матрицу ячеек таких кристаллов, каждая из которых может светиться нужным цветом. К достоинствам подобных мониторов следует отнести: малые габаритные размеры и вес; низкое энергопотребление; плоскую поверхность экрана; идеальную геометрию без каких-либо искажений, присущих мониторам с ЭЛТ; отсутствие проблем с плохой фокусировкой, несведением лучей и мерцанием картинки; отсутствие паразитных излучений.

Современные жидкокристаллические мониторы обладают и рядом существенных недостатков: маленький угол обзора; недостаточное быстродействие (заметны искажения при просмотре быстро движущихся или меняющихся объектов). ЖК мониторы имеют следующие разрешения (указанные в пикселях), широко распространенные в мире компьютерной техники: VGA: 640 × 480; SVGA: 800 × 600; XGA: 1024 × 768; SXGA: 1400 × 1050; UXGA: 1600 × 1200; WSGA: 1640 × 1024; WUXGA: 1920 × 1280; Apple 30": 2560 × 1600. Горизонтальное разрешение для мониторов может составлять: для черно-белых – 750, 800, 900 и 1000 линий; для цветных – 240, 300, 320 и 450 линий.

## **7.2. Выбор расстояния наблюдения от оператора до монитора**

Выбор расстояния наблюдения (от оператора до монитора) проводится следующим образом:



1. Минимальное расстояние наблюдения выбирают из соображений безопасности оператора (уменьшение влияния излучения от монитора). Оно составляет примерно пять диагоналей экрана монитора.

2. Максимальное расстояние наблюдения должно быть таким, чтобы характеристики зрения человека (острота зрения, пороговый контраст и др.) не влияли на общее разрешение СОР.

Максимальное расстояние наблюдения  $D$  рассчитывают по формуле, см,

$$D = \frac{2d}{5R \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)},$$

где  $d$  – размер видеомонитора по диагонали, см;  $R$  – разрешающая способность СОР по горизонтали, ТВЛ;  $\alpha$  – острота зрения человека.

Расчеты проведены для следующих данных: острота зрения человека – 1' (одна угловая минута); освещенность – 100...700 лк; разрешающая способность системы – 400 ТВЛ.

В таблице приведены результаты расчетов для наиболее часто используемых размеров видеомониторов (минимальное и максимальное расстояния наблюдения).

**Рекомендуемое расстояние наблюдения мониторов**

Размер экрана монитора по диагонали, дюйм (см)	Рекомендуемое расстояние наблюдения, м
4(10)	0,50...0,70
5 (13)	0,65...0,87
9 (23)	1,15...1,57
12 (31)	1,55...2,10
14 (36)	1,80...2,62
20 (50)	2,55...3,50

В информационном поле рабочего места оператора различают три зоны:

- зона 1 – с углами обзора  $\pm 15^\circ$  по горизонтали и вертикали. В этой зоне располагают очень часто используемые мониторы, требующие быстрого и точного анализа информации (например идентификации). На них рекомендуется выводить ТК, установленные в особо важных (или опасных) зонах объекта. В зоне 1 обычно уместается (в зависимости от расстояния наблюдения) от четырех до девяти мониторов (по два или три монитора в вертикальном и горизонтальном полях);

- зона 2 – с углами обзора  $\pm 30^\circ$  по горизонтали и вертикали. В этой зоне располагают часто используемые мониторы, требующие менее точного и быстрого анализа информации (например различения). В зоне 2 может быть размещено от 12 до 27 мониторов (для нескольких операторов);

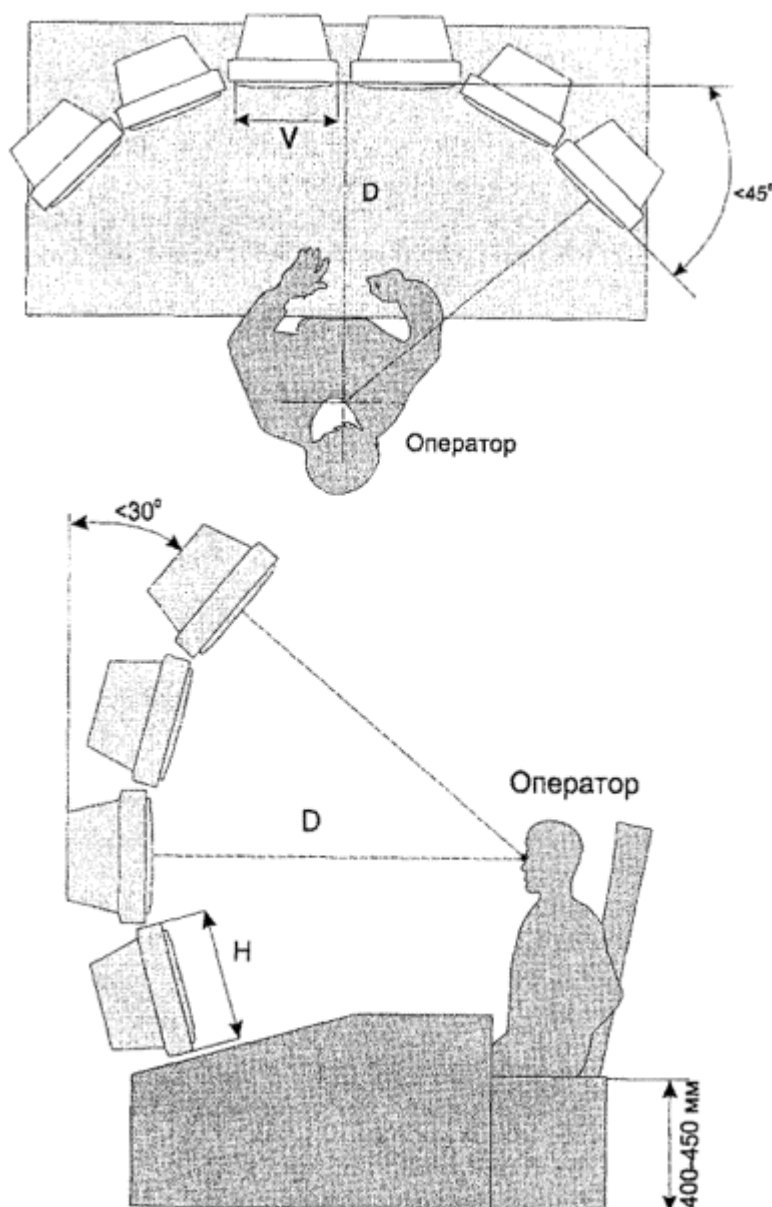
- зона 3 – с углами обзора  $\pm 60^\circ$  по горизонтали и вертикали. В этой зоне располагают редко используемые мониторы (например включаемые по тревоге или вручную оператором).

Мониторы должны находиться на одинаковом расстоянии от оператора, т.е. располагаться по сферической поверхности (см. рисунок). Следует особо отметить, что анализировать изображения, поступающие с нескольких мониторов одновременно, оператор практически не в состоянии – очень высока вероятность ошибки. Поэтому устанавливать для одного оператора более четырех мониторов не рекомендуется. Максимальным для наблюдения одним оператором считается 16 камер, но и в этом случае целесообразно, чтобы оператор внимательно наблюдал один монитор, а на другие переключал внимание при возникновении нестандартных ситуаций.

При размещении мониторов на рабочем месте оператора необходимо также учитывать следующие требования:

- при потолочном освещении помещения, в котором расположены видеомониторы, рекомендуется устанавливать на экраны козырьки (чтобы оператор не увеличивал яркость и контраст изображения на мониторе);

- при необходимости местного освещения светильники должны иметь непрозрачные плафоны и быть расположены так, чтобы свет от них не попадал на экран монитора;
- использовать на мониторах специальные антибликовые экраны;
- не допускать попадания на экран монитора прямого или отраженного света от ярких источников. Нельзя располагать мониторы напротив окна или источников яркого искусственного освещения.



Стол оператора

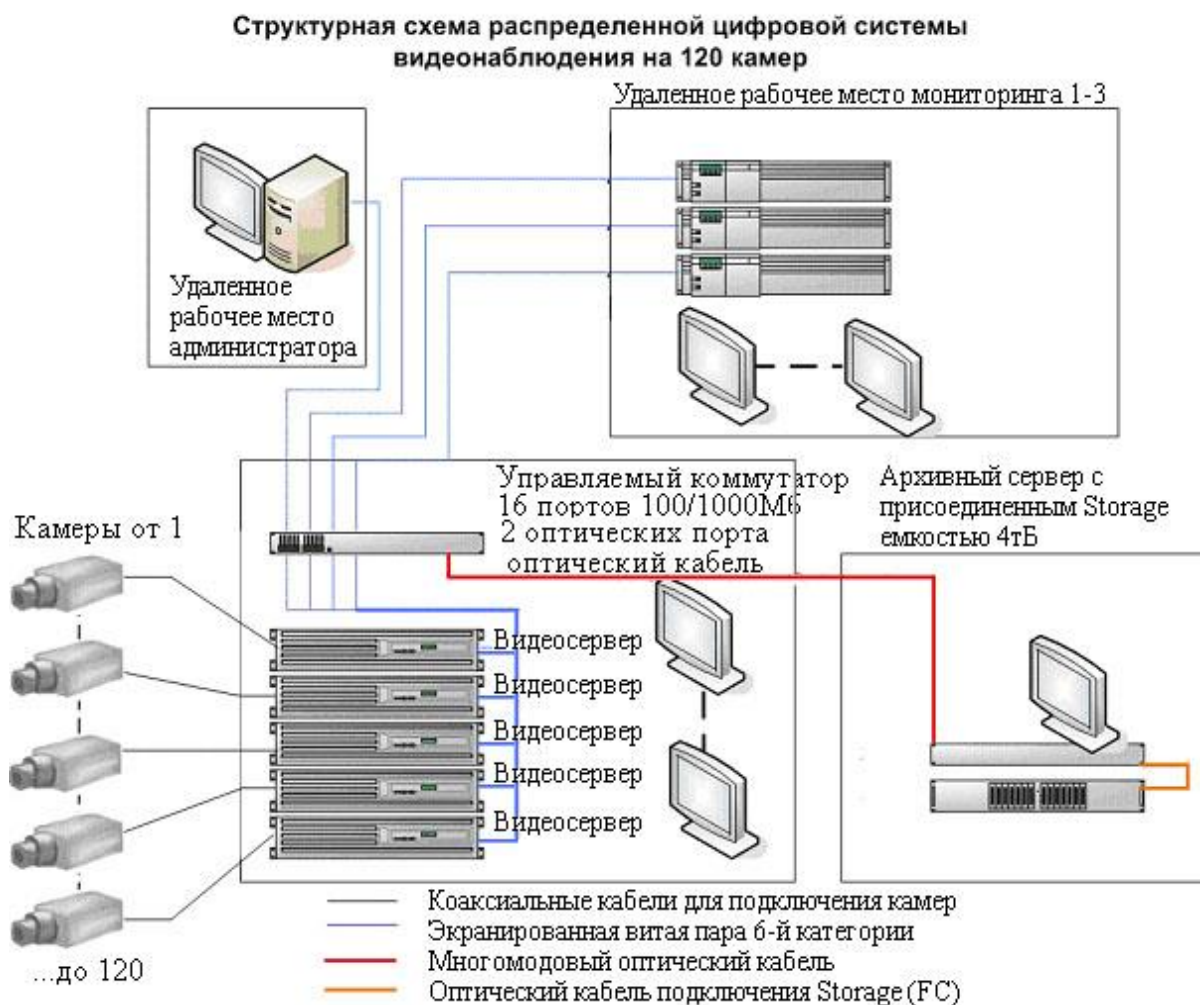
## **Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите назначение и типы устройств отображения изображений.
2. Назовите основные характеристики электронно-лучевых мониторов.
3. Назовите основные характеристики ЖК-мониторов.
4. Назовите стандартные разрешения ЖК-мониторов.
5. Какие установлены основные правила расположения мониторов на посту охраны перед оператором?
6. Какие бывают искажения изображения на мониторах?
7. Какое назначение синхронизации видеокамер на мониторах?

## ГЛАВА 8. СЕТЕВЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

### 8.1. Структура ТСВН с использованием IP-камер

Для решения задач по видеоконтролю на крупных объектах и прилегающих к ним территориях требуется современное, функциональное и надежное решение – интегрированная система безопасности (ИСБ) – это комплекс, который включает в себя несколько подсистем: в него могут входить подсистемы охранной и пожарной сигнализации, видеонаблюдения и аудиорегистрации, управление доступом и прочие системы, обеспечивающие комплексную защиту объекта. Пример структуры цифровой системы видеонаблюдения приведен на рисунке.



Для системы видеонаблюдения для решения множества задач в интересах различных отделов и служб требуется масштабный видеоконтроль, поэтому количество камер для объектов такого класса достигает величины 100 и более камер.

Длительность централизованного архива определяется только типом массива накопителей. Система цифрового видеонаблюдения (например “Интеллект” фирмы ITV) представляет собой масштабируемый, гибкий, быстро настраиваемый программно-аппаратный комплекс, который позволяет пользователю получить более широкие возможности по сравнению с большинством существующих на рынке систем видеонаблюдения. Особенно в плане передачи, записи, хранения, поиска и просмотра изображений. Эти параметры очень важны при эксплуатации территориально распределенных систем.

Возможности цифровых СВН: количество камер в распределенной системе – неограниченное; возможность подключения до 64 камер на один компьютер в одном виртуальном экране; количество удаленных рабочих мест – неограниченно.

Детектор движения отслеживает наличие движущихся объектов в зоне охвата камер. Высокая помехозащищенность. Эмпирические настройки по размеру и контрастности изображения. Базовый видеосервер с платами и ПО представляет собой сервер повышенной надежности с установленными на нем платами видеоввода (до 64 входов). Назначение базового видеосервера системы – оцифровка аналогового видеосигнала, поступающего от видеокамер, с последующей передачей оцифрованной видеоинформации на центральный сервер хранения. Каждый из видеосерверов имеет недельный оперативный архив. Базовые видеосерверы устанавливаются в закрытый серверный шкаф в помещении с кондиционером (это может быть и серверная комната).

Если объект имеет территориально разнесенную структуру (например, крупное промышленное предприятие, складские и таможенные терминалы), то базовые видеосерверы устанавливаются в различных местах (могут быть разнесены).

Удаленное рабочее место мониторинга представляет собой рабочую станцию, предназначенную для вывода мультикартинки от видеокамер. Наблюдатель системы может самостоятельно выбирать количество и формат отображаемых камер. В зависимости от задания заказчика к системному блоку удаленного рабочего места (УРМ) могут подключаться один или два монитора. Удаленное рабочее место администратора системы является управляющим компьютером, с которого производятся все настройки системы, есть возможность просмотра любой из камер и вывода текущей и архивной информации.

Сервер архивации – видеосервер для хранения видеoinформации, состоящий из управляющего сервера и дисковой подсистемы с возможностью “горячей замены” жестких дисков, емкостью 4 Тб, что позволяет хранить архив видеоданных более месяца. Уровень RAID-массива зависит от степени ценности видеoinформации. Возможно увеличение емкости до 10 Тб, что позволит увеличить длительность хранения архива до трех месяцев. Этот сервер устанавливается в помещении с кондиционером.

Базовые видеосерверы и станции УРМ комплекса ЦСВН объединены в выделенную локальную сеть со скоростью передачи данных 1 Гбит/с с помощью управляемого гигабитного коммутатора. В качестве канальной среды для передачи видеoinформации в цифровом виде используются экранированная витая пара FTP 6-й категории и многомодовое оптическое волокно (применяется для передачи большого потока видеoinформации на сервер архивации (внешнее хранилище данных)). Использование «оптики» обусловлено большим количеством информации (порядка 110 – 130 Мбит/с), передаваемым на сервер архивации постоянно со всех базовых видеосерверов. Необходимо отметить, что транспортная сеть для передачи сигналов ЦСВН такого класса должна быть физически отделена от общей (корпоративной) сети объекта, это позволит повысить надежность функционирования системы и безопасность видеoinформации, а также сохранить заданные параметры системы в процессе эксплуатации.

Системы подобного класса строятся по подробному техническому заданию заказчика.

После построения системы и ввода ее в эксплуатацию наступает период опытной эксплуатации (1 – 2 месяца), во время которого осуществляют следующие организационно-технические мероприятия по доработке системы. Проводится обучение администратора системы, персонала дежурной смены и в зависимости от объема задач по наблюдению составляются адаптированные инструкции для операторов-наблюдателей. Распределяются уровни доступа пользователей к настройкам системы, определенным группам камер и архивам. Составляется таблица паролей для этих групп пользователей, определяются скоростные режимы отображения/записи (к/с) для всех видеокамер, фиксированная длительность архивных записей для наиболее важных видеокамер. Уточняются зональные настройки и чувствительность детектора движения для каждой из камер. Для удобства работы операторов создаются экраны (виртуальные мониторы) с разбивкой камер по группам: этажи, периметр, главный вход и т.д. На камеры с высоким приоритетом создаются “тревожные мониторы”, с помощью которых картинка от камеры выводится на весь экран в момент тревоги. При необходимости возможно звуковое оповещение срабатывания детектора движения по каждой из камер.

Наличие такой системы дает широкие возможности администрации и представителям различных служб объекта по видеоконтролю и аналитике текущей жизнедеятельности большого объекта:

- контроль перемещения людских потоков (сотрудники и посетители);
- видеозапись ситуации на объекте с возможностью последующего анализа информации (длительность архива позволяет анализировать события, произошедшие за период последних нескольких недель или месяцев);
- проверка достоверности тревожных сообщений других систем безопасности;
- работа персонала по наведению порядка в служебных помещениях и на прилегающей территории и др.

Ключевой элемент сети IP видеонаблюдения – сетевая (IP) видеокамера, которая имеет объектив, оптический фильтр, ПЗС-матрицу



(светочувствительная полупроводниковая пластинка, преобразующая падающий на нее свет в электрический сигнал), встроенный микропроцессор для оцифровки/сжатия видеоизображения, сетевой контроллер для подключения в сеть Ethernet и другие элементы. Самое главное, что каждая сетевая видеокамера имеет свой собственный IP-адрес, вычислительные функции и встроенное ПО, что позволяет ей функционировать как IP серверу, FTP серверу, FTP клиенту и клиенту электронной почты. Другие привлекательные функции включают, например, детектор движения, вход/выход тревоги, поддержку e-mail и пр. Со встроенным IP-сервером, служащим для передачи полученного изображения по сети, сетевая камера в отличие от обычной видеокамеры не нуждается в прямом подключении к компьютеру или любым другим аппаратным либо программным средствам. Ее подключение может происходить как при помощи проводов (по «меди» или «оптоволокну»), так и без них (Wi-Fi, GPRS/EDGE, 3G, спутниковая связь и пр.). Таким образом, достигается полная или частичная мобильность пользователя, который способен следить за удаленными объектами практически из любой точки земного шара.

Кроме IP видеокамер (могут также использоваться аналоговые камеры, но в этом случае для оцифровки/кодирования, сжатия и транслирования в сеть Ethernet потребуются дополнительные устройства – IP видеосерверы) для организации полноценного сетевого видеонаблюдения требуются IP видеорегистратор (он служит для записи видеосигнала), IP декодер (для преобразования цифрового видеосигнала в несколько каналов аналоговых – по числу камер), охранный монитор (специализированный монитор для вывода изображения с устройств обработки видеосигнала) и ПК (компьютер, подключенный к сети, – позволяет просматривать изображение с IP и аналоговых видеокамер, а также хранящийся на жестких дисках регистраторов видеоархив).

## **8.2. Характеристики видеосерверов и плат захвата изображения**

Рассмотрим типовые характеристики видеосерверов и плат видеозахвата на примере оборудования видеосерверов Matrix (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Технические характеристики видеосерверов MATRIX

Параметры	MATRIX iX
Количество видеовходов	От 1 до 64
Тип видеовходов	BNC PAL 352 × 288, 704 × 288, 704 × 576 BNC NTSC 320 × 240, 640 × 240, 640 × 480
Количество тревожных видеовыходов	От 1 до 4
Тип тревожных видеовыходов	Программируемые BNC PAL 352 × 288, 704 × 288, 704 × 576 BNC NTSC 320 × 240, 640 × 240, 640 × 480
Количество сквозных видеовыходов	Опция: от 1 до 16
Тип сквозных видеовыходов	Усиленные BNC PAL 352 × 288, 704 × 288, 704 × 576 BNC NTSC 320 × 240, 640 × 240, 640 × 480
Количество аудиовходов	От 1 до 32
Тип аудиовходов	RCA оцифровка до 44 кГц
Количество аудиовыходов	До двух
Тип аудиовыходов	MiniJack
Количество входов/выходов тревоги (реле/лучи)	От 4/4 до 64/16
Тип входов/выходов тревоги (реле/лучи)	Винтовой разъём, «сухие» контакты
Количество одновременно подключаемых мониторов	До четырех
Возможность подключения интерфейса RS-232 COM	1-я ветка. 2-я ветка – опция
Возможность подключения оборудования с интерфейсом RS-485	1-я ветка (до 255 устройств) – опция
Сетевой интерфейс	1-й канал до 1 Gb. 2 канал до 1 Gb – опция
Количество съёмных дисков	До шести
Максимальная ёмкость встроенного видеоархива	До 3 Тб
Возможность подключения внешнего видеоархива	Опция: интерфейс SCSI или FC
Максимальная ёмкость внешнего видеоархива	Неограниченная
Напряжение питания	От 100 до 240 В
Потребляемая мощность	До 400 W
Тепловыделение (макс.)	До 180 Вт (~155 Ккал/ч)
Уровень шума (макс.)	До 70 дБ
Габаритные размеры	177,8 (В) × 528,3 (720) (Г) × 482,6 мм (Ш)
Вес	От 18 до 35 кг

Плата видеоввода FS-8 (в качестве примера) предназначена для использования в промышленных видеоохранных системах (табл. 8.2). Плата FS-8 – это мультиканальная PCI плата оцифровки и обработки видео- и аудиосигналов. На плате видеоввода FS-8 установлено восемь АЦП (чипов оцифровки аналоговых видео- и аудиосигналов). Данная плата имеет встроенные функции управления яркостью, контрастностью и цветовой насыщенностью изображения.

*Таблица 8.2*

**Характеристики платы видеоввода FS-8**

Шина PCI, bit/MHz	32/33, с работой в PCI-X (64/66)	
Количество видеовходов	16	
Тип сигнала	CCIR PAL, NTSC	
Аналоговый видеовыход	Встроен в плату	
Разрешение, пиксели	PAL	NTSC
	352 × 288	320 × 240
	704 × 288	640 × 240
	704 × 576	640 × 480
Разрешение, ТВЛ (чб/цвет)	500 (500)	
Цветовая палитра	16 млн цветов или 256 градаций серого	
Количество мультиплексируемых видеовходов	16	
Количество немультитпл. "живых" видеовходов	8	
Скорость ввода видеосигнала по каждому немультитплексируемому каналу, fps в системе PAL (NTSC)	25 (30)	
Суммарная скорость ввода по мультиплексируемым каналам, fps в PAL	16	
Суммарная скорость ввода по мультиплексируемым каналам в формате PAL	128 (704 × 288, 352 × 288) 96 (704 × 576)	
Охранных шлейфов (лучи), гальваническая развязка.	16, 2000 В	
Управляющих выходов (реле) открытый коллектор	4, 24 В, 30 мА	
Количество аудиовходов	8, линейный, 1 кОм	
Частота оцифровки аудиосигнала, кГц	8, 16, 32	
Аппаратный контроль зависания операционной системы Watchdog	Есть	
В какой системе используется	Видео7, Интеллект	

MATRIX iX (в качестве примера) – платформа для создания комплексных, интегрированных и распределенных систем на основе ПО "Интеллект" (фирма ITV). Встроенная операционная система "Windows Embedded XP" позволяет гарантировать в отличие от обычных ОС минимальное количество программных сбоев благодаря модульной архитектуре. К видеорегистратору MATRIX iX можно подключить до четырех мониторов и использовать его как основу для комплексной системы безопасности: осуществлять видео- и аудиоконтроль, контроль доступа, управлять системами охранно-пожарной сигнализации и устройствами телеметрии. В единой системе возможно использование неограниченного количества аналогичных видеорегистраторов, что делает систему масштабируемой.

**Особенности платформ MATRIX iX/MATRIX vX.** Корпуса размерности 3U – 4U, монтируемые в стандартные промышленные 19-дюймовые шкафы (стойки). Возможность установки в стандартном настольном варианте "Desktop". Системы питания с двойным и тройным резервированием. Аппаратные системы контроля внутрикорпусного температурного режима. Высокая степень защищенности от программно-аппаратных сбоев. Использование технологии Hot-Swap, RAID. Аппаратная система предотвращения сбоев программного обеспечения (Watchdog). Использование твердотельных накопителей для хранения операционной системы (DoM, DoC).

**Дополнительные возможности MATRIX iX/MATRIX vX.** Подключение внешних дисковых и ленточных систем хранения данных для создания дополнительного видеоархива неограниченной ёмкости. Подключение устройств телеметрии. Запись аудио- и видеоинформации на сменные носители.

### **8.3. Использование специализированного программного обеспечения в сетевых телевизионных системах видеонаблюдения**

Рассмотрим возможности использования специализированного программного обеспечения в сетевых ТСВН на примере одного из самых распространенных на рынке продуктов ПО „Интеллект” фирмы «ITV».

**Платы с аппаратной компрессией FS.** Аппаратное сжатие видеопотока на основе Wavelet-преобразования обеспечивает высокую производительность – до 24 каналов цветного «живого» видео для отображения, записи, передачи данных при минимальной загрузке процессора.

Все платы поддерживают до 500 ТВЛ в цвете, что позволяет использовать системы безопасности фирмы «ITV» на объектах с высокими требованиями к качеству изображения и скорости. PCI-платы предназначены для оцифровки и передачи видеосигнала в системах видеонаблюдения. Позволяют вести наблюдение и запись аудио- и видеоинформации на жесткий диск или другие цифровые носители в режиме реального времени. Имеют встроенные функции управления яркостью, контрастностью и цветовой насыщенностью изображения.

Видеодекодер располагает высокопроизводительным, адаптивным 4-линейным комбинированным фильтром для PAL/NTSC, универсальным VBI ограничителем данных и усовершенствованным up/down двумерным счетчиком (scaler) с интерполяционными фильтрами и видео FIFO. Имеет Anti-aliasing (эффект сглаживания изображения).

**Общие возможности.** Объектная ориентация. Система рассматривает подключённый аппаратный охранный модуль как виртуальный программный объект, наделённый списком заранее зарезервированных свойств. К объектам относятся подключаемые охранные модули, интерфейсные модули и вспомогательные программные блоки. Возможность управления охранными устройствами системы, манипулируя их виртуальными аналогами. Связи объектов по событиям системы. Конструктор охранной системы из доступного списка объектов. Элементы программирования – программирование автоматических действий по принципу события – группа реакций. Простые элементы программирования – МАКРОКОМАНДЫ (событие – группа реакций). Сложные элементы программирования – СКРИПТЫ (событие – группа реакций с анализом условий и времени и возможностью организаций циклов и запуска внешних программ). Программирование пользовательских элементов интерфейса с помощью "Окна запро-

са оператора". Расписание. Неограниченное количество временных зон. Настройка реакций системы на заданный момент времени или событие. Учет рабочих, выходных, праздничных дней.

Карта – многоуровневый план объекта формата bmp. Настройка внешнего вида и расположения пиктограмм оборудования. Настройка реакций на тревожные события: автопереключение слоев карты, изменение пиктограмм. Автоматическое отображение видеоизображения при активации значка камеры на карте. Отображение событий – от 1000 событий за текущие сутки. Для просмотра большого количества информации рекомендуется использовать внешнюю «Подсистему отчетов». Звуковое оповещение. Настройка звукового оповещения на каждое событие по каждому объекту. Необходимо наличие звуковой платы. Возможность настройки звукового оповещения как через один, так и два динамика. Группировка объектов по областям и разделам для оптимизации структуры рабочей области.

**Видеоподсистема.** Количество камер – до 100 тыс. в распределенной системе. До 64 на один компьютер, но не более 400 fps совокупно. Количество плат – до четырех с программным сжатием и до шести с аппаратным сжатием в один компьютер. Отображение – до 64 камер на один компьютер на одном виртуальном экране. Количество виртуальных экранов не ограничено. Отображение видео ведется через Windows GDI или через DirectDraw. Рекомендуется использовать видеоакселераторы с объемом оперативной памяти от 128 Мб. Детектор движения – отслеживание наличия движущихся объектов. Высокая помехозащищенность. Эмпирические настройки по размеру и контрастности изображения. Конфигурирование области детекции движения независимо для каждой камеры. Визуальное выделение контуров движущихся объектов (опция). Запись тревог независимо для каждой камеры с установками периодов предзаписи и дозаписи. Перераспределение ресурсов для тревожной камеры. Сжатие видеоизображения – алгоритм MotionWavelet. Размер кадра зависит от разрешения, цветности камеры, степени сжатия и детализации изображения – от 2 до 80 Кб. Формат записи – Wavelet-фрагменты по 500 (настраивается) кадров по кольцу стирания старых и записи новых

фрагментов со свободным буфером 100 (настраивается) Мб в пределах каждого локального диска. Локальная запись и запись видео по сети – независимые для каждой камеры. Воспроизведение – одновременное синхронное воспроизведение из архива по нескольким видеокамерам. Индексация видеоархива для быстрого поиска. Поиск в видеоархиве по дате и времени. Отображение плотности записи за сутки. Покадровое проигрывание вперед и назад. Увеличение скорости проигрывания в 2, 4, 8 раз. Утилита внешнего декодирования и просмотра видеозаписей, сделанных системой.

Цифровое увеличение в 2, 4, 8, 16 раз. Контрастирование изображения для выделения деталей при низкой освещенности. Зависимость режимов работы с видеоизображением (отображение, запись, воспроизведение) – запись ведется всегда независимо от других режимов. Отображение и воспроизведение по одной камере зависимы только при использовании одного виртуального монитора. Работа по TCP/IP – конфигурирование и управление всеми объектами по LAN, Dialup, а также по беспроводным сетям. Удаленный контроль – просмотр и управление через Internet камерами и поворотными устройствами. В состав системы входит встроенный Web-server. Архивирование (резервное копирование) на локальный и сетевой диски – ручное и (или) автоматическое. Экспорт кадров и фрагментов – кадров в JPG, фрагментов в AVI с использованием любого из установленных в операционной системе видеокодеков. Экспорт в AVI синхронного видео со звуком.

**Система паролей.** Ограничение доступа в настройки – три уровня доступа к настройкам структуры системы и свойствам объектов. 1. Администратор распределенной системы. Пароль единый для всей распределенной системы. 2. Администратор локальной системы. 3. Оператор локальной системы.

**Сетевые возможности.** Принцип построения сетевых решений – распределенность, независимость свойств объекта от места его физического подключения. Протокол передачи данных – TCP/IP. Виды удаленного доступа – LAN, Dialup, IDSN, Internet. Количество видеосерверов и удаленных рабочих мест – не ограничено. Отображение

на одном рабочем месте видеоизображения с различных серверов – без ограничений. Синхронизация настроек серверов – при подключении серверов друг к другу реализуется синхронизация настроек с учетом изменений, произведенных за время отсутствия соединения. Настраиваемая синхронизация протоколов событий.

**Интегрированные устройства телеметрии.** Интегрированные поворотные устройства. Sensormatic Ultra Dome IV; Panasonic WV-CSR600; Samsung SCC-641; Nevis; JVC TK-675E; Sony EVI-D70, EVI-D70P; GANZ ZC-NAF27; CNB-AP200/ AP200L/AP202/AP800/AP802; Dynacolor D7720; Pelco Spectra II; Fastrax II; LTC 8561/50, LTC 8566/50, LTC 8564/20; ТКУЗ; GANZ ZC-S123P; GANZ ZC-S122P; Kalatel KTD-312; KOCOM KCC-PT400; Vortex 5" Dome; Sensormatic SpeedDome Optima; Panasonic WV-CW860; VCL Microsphere Orbiter; JVC TK-C676; DONGYANG TEV-PTZ340/440; Panasonic-WJ-FS616; CBC CMD08; Pelco Spectra III; American Dynamics AD2150; Lilin PIH 7000/7600; Panasonic CS854; Panasonic CS850; DTRMX; Samsung SCC-643(AP); Samsung SCC-421p; поворотное устройство YAAN; MINTRON MTV-64G5DHP; MINTRON MTV-04G5HC; SunKwang SK-2172X; Sanyo VCC-ZM300PA; Sanyo VSP-9000; Everfocus VPTZ1000; EverFocus EPTZ 500; Videotec DTRMX1; KOCOM KCC-ODPTZ220; KOCOM KCC-DPZ220; YOKO; ОКО; ТС-404. Подключение – RS485/RS232. Интерфейс работы – управление с помощью диалогового окна, мыши, USB или GAME джойстика. Программирование обхода предустановленных позиций. Программирование следований в предустановленных позициях по различным событиям в системе.

Интегрированное ip-оборудование следующих производителей: AXIS, D-Link, PIXORD, Vivotek, Panasonic, AVIOSYS, Lilin, Sony, Arecont Vision.

**ОПС/СКУД Интегрированное оборудование.** ADEMCO Vista 50P; НВП Болид Сигнал-20; НВП Болид Сигнал-20П; НВП Болид С2000-4; НВП Болид С2000-КДЛ; НВП Болид С2000; НВП Болид С2000М; НВП Болид С2000-К; НВП Болид Сигнал-20П исп.01 и Сигнал-20П SMD; НВП Болид С2000-БИ; контроллер КСО; АБ4; выносная панель управления ВПИУ-16; Дозор-16; Импалс КОНТУР-4К;



Импалс КОНТУР-1А; Satel Integra. СКУД: универсальный контроллер LEGOS FRP 8\*\*/8\*\*Т/83\*\*, L 5\*\*/5\*\*Т; Northern Computers N-1000; TSS-207; TSS-office; «Золотые ворота» ITV; TSS-201; бесконтактный считыватель EM-Reader; APOLLO AAN-100; APOLLO AAN-32; система контроля и управления доступом PERCo-SYSTEM-12000; APOLLO AIM4; контроллер доступа NAC-51; APOLLO AIM-4SL; APACS интеграция с ПО; контроллер серии ADEMANT 500V; Видикон-ОТ ACS-221; контроллер Кронверк АТ+; контроллер GATE-4000; считыватель PERCo Card Reader; контроллер системы доступа КСД-128.

Интерфейс работы – Карта, Протокол событий, Рабочее место "Бюро пропусков", Подсистема отчетов, Учет рабочего времени, Окно тревожных сообщений, Окно запроса оператора, Фотоидентификация. Принципы интеграции – полное конфигурирование из системы интегрированного оборудования. Прием, обработка и отображение любых событий от оборудования и выработка команд как ручных, так и автоматических. Оборудование работает независимо от наличия связи с системой. При восстановлении связи – пересылка накопленных протоколов. Автоматическая синхронизация времени между системой и оборудованием. Сервисные возможности. Сервис почтовых сообщений (Mail Messaging Service) – отправка электронных писем с вложением тревожных кадров либо видеофрагментов (опционально). Сервис голосовых сообщений (Voice Messaging Service) – автоматический дозвон по различным телефонным номерам в случае тревожных событий и проговаривание соответствующих сообщений. Сервис коротких сообщений (Short Messaging Service) – отправка *sms* по различным телефонным номерам в случае тревожных событий. Спецклавиатура. Подключение программируемых клавиатур с присвоением кнопкам различных действий в системе.

**Специальные возможности (интеллектуальные модули).** POS-Intellect – параллельная запись видеоизображения кассовых операций и содержимого чека. Позволяет выявлять несанкционированные действия кассиров в торговых точках. Интегрированы все популярные в России модели POS-терминалов. Авто-Интеллект – распознавание автомобильных номеров. Face-Интеллект – видеозахват лиц и распознавание человека по изображению лица. АТМ-Интеллект –

централизованный видеоконтроль сети банкоматов. ЖД-Интеллект – система контроля движения железнодорожного транспорта.

**Планирование системных ресурсов.** Операционная система Windows 2000 (Service pack 4), Windows Server 2003 SP1 и Windows XP SP2. Это требование распространяется на все компьютеры в системе (в настоящее время ядро системы поддерживает более новые операционные системы, в том числе Линукс).

**Дисковое пространство.** Для хранения архивной информации применяются SCSI, IDE и SATA диски, причем более быстрый поиск информации происходит при использовании SCSI дисков. Объем диска зависит от интенсивности записи. Минимальный объем оперативной памяти – 512 Мб. Рекомендуемый объем оперативной памяти – не менее 1024 Мб (для видеоподсистемы). Рекомендуемый объем памяти видеокарты: от 128 Мб. Минимальная мощность процессора Pentium 4 – 2,6 МГц (в настоящее время поддерживаются более производительные интерфейсы и аппаратные требования более высоки).

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите особенности использования ip-видеокамер.
2. Назовите основные преимущества использования цифровых комплексов охранного телевидения.
3. Назовите типовые технические характеристики плат видеозахвата.
4. Дайте определение скорости видеопотока в платах видеозахвата.
5. В чем заключается преимущество использования специализированного ПО систем цифрового охранного телевидения?
6. Каковы возможности специализированного ПО систем цифрового охранного телевидения?
7. Что такое интеграция в АРМ СВН устройств телеметрии различных производителей?
8. Нарисуйте типовую структурную схему современного комплекса цифровой системы охранного телевидения.

## ГЛАВА 9. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

### 9.1. Типы структур и параметры выбора телевизионных систем видеонаблюдения

В зависимости от вида применяемого оборудования охранные системы видеонаблюдения разделяют на аналоговые и цифровые. Аналоговые системы видеонаблюдения стали первопроходцами на рынке охранного видеонаблюдения, но сегодня мало, где применяются. Скажем больше, аналоговые системы видеонаблюдения можно смело отнести к прошедшему этапу истории охранного теленаблюдения.

Структурная схема системы видеонаблюдения на базе аналогового видеорегистратора приведена на рис. 9.1. Гибридная структурная схема системы видеонаблюдения на базе цифрового видеорегистратора приведена на рис. 9.2. На рис. 9.3 и 9.4 приведены структурная схема видеонаблюдения на базе локальной компьютерной сети учреждения и структурная схема рабочей станции управления видеонаблюдением с записывающим IP-устройством соответственно.



Рис. 9.1



Рис. 9.2

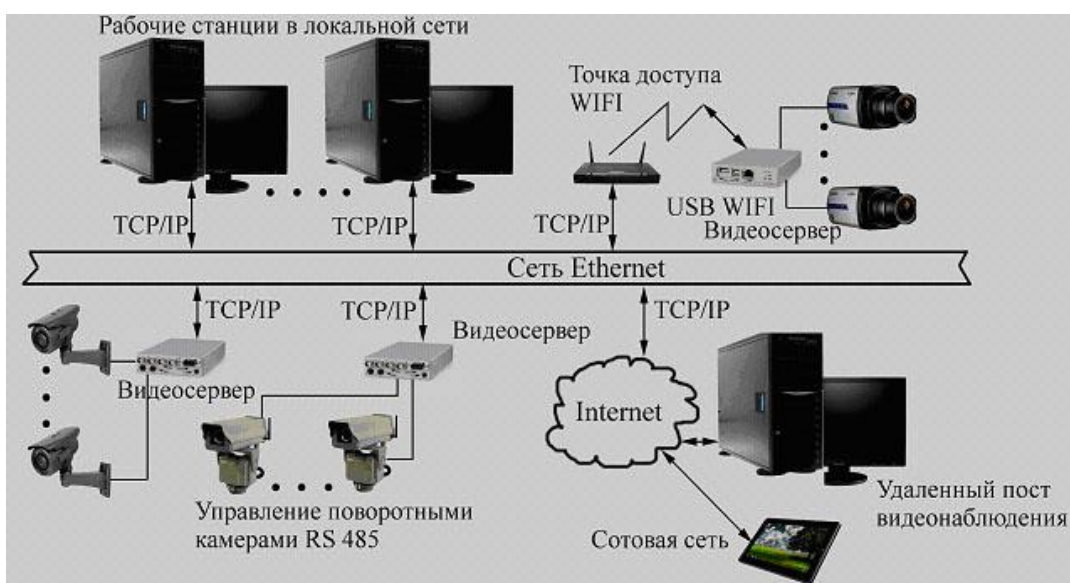


Рис. 9.3

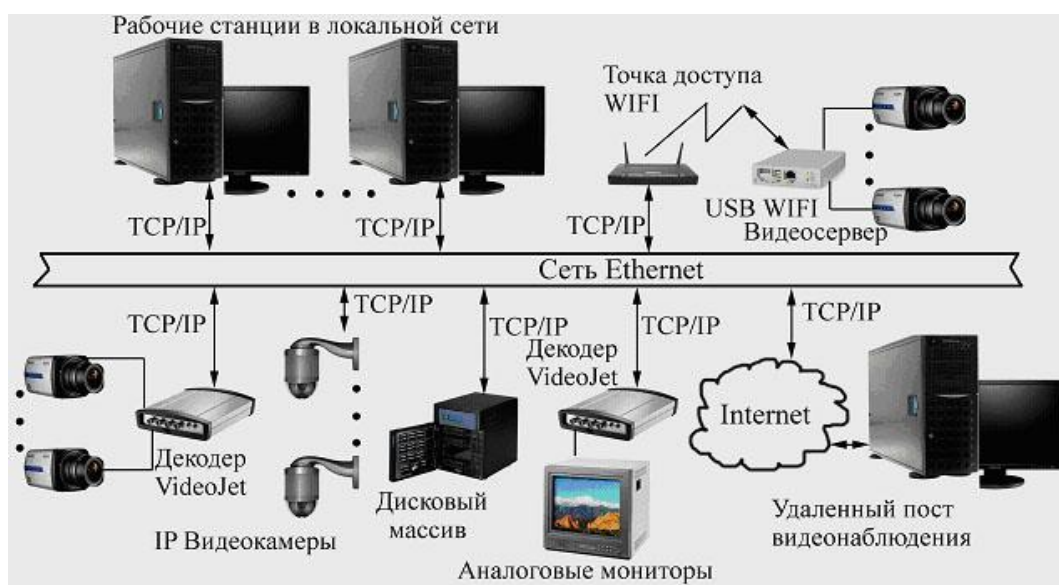


Рис. 9.4

Перед тем как приступить к закупке аппаратуры и оборудованию объекта, желательно хотя бы ориентировочно оценить сложность будущей системы. Для этого вначале определяют необходимое количество камер, а затем систему условно относят к соответствующей группе: системы, содержащие до 8 камер; системы, содержащие от 9 до 16 камер; системы, содержащие более 16 камер.

Правильный выбор телевизионных камер является принципиально самым важным моментом в проектировании системы, так как именно характеристиками камер определяются в конечном счете характеристики других компонентов системы и в целом ее стоимость. При выборе телекамеры и места ее установки учитываются *геометрические размеры зоны*, по которым определяют *угол зрения* камеры.

$$\alpha = 2 \arctg(h/2f),$$

где  $\alpha$  – угол зрения по горизонтали;  $h$  – размер матрицы по горизонтали, мм;  $f$  – фокусное расстояние объектива, мм.

Усредненные значения углов зрения камер с различными форматами ПЗС-матрицы и объективами с разными фокусными расстояниями приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Усредненные значения углов зрения камер

Фокусное расстояние, мм	1/3"	1/2"	2/3"	1"
2,8	98°			
4	64°	86°		
6	42°	58°		
8	33°	42°	55°	
12	22°	30°		
16	17°	23°	30°	43°
25	11°	14°	19°	28°
50	5,5°	7°	10°	15°
75	3,6°	5°	6,6°	10°
100			5°	
150				4,9°
235				3,1°
350				2,1°

Если в соответствии с геометрическими размерами зоны уже выбран требуемый угол зрения камеры, то минимальный размер объекта (детали объекта) можно определить как  $S = 150L \operatorname{tg}(\alpha/2)/R$ , где  $L$  – расстояние от камеры до наблюдаемого объекта, м;  $S$  – минимальный размер объекта (детали объекта), который требуется различать, мм;  $R$  – разрешение камеры в ТВ-линиях.

Следующая важная для идентификации объекта характеристика камеры – наличие *компенсации заднего света* (Back Light Compensation), которая позволяет получить, например, качественное изображение лица человека, стоящего спиной к солнцу, в то время как обычная камера даст только темный силуэт.

В табл. 9.2 и 9.3 приведены примерные значения освещенности на объекте для средней полосы России и отражательная способность некоторых объектов.

*Таблица 9.2*

Примерные значения освещенности на объекте для средней полосы России и отражательная способность некоторых объектов

Освещенность в помещении, лк		Освещенность на улице, лк	
Склад	20 – 75	Яркий солнечный полдень 1100000-1000000	
Коридор, лестница	30 – 200	Пасмурный день	100 – 10000
Магазин	75 – 300	Сумерки	1 – 10
Офис	200 – 500	Полная луна	0,1 – 1
Светлая комната (у окна)	100 – 1000	Безлунная ночь	0,0001 – 0,001

*Таблица 9.3*

Отражательная способность некоторых объектов

Объект	Коэффициент отражения, %
Пустой чистый асфальт	5 – 10
Трава, кусты, деревья	20 – 25
Красный кирпич	35 – 40
Автомобиль	40 – 50
Стекло	70 – 80
Белая краска	55 – 75
Снежный покров	65 – 85

**Количество телевизионных камер.** При определении количества ТК необходимо иметь в виду следующее:

1) недостаточное количество ТК приводит к наличию на охраняемом объекте непросматриваемых зон, в которых может перемещаться нарушитель, оставаясь незамеченным, либо могут находиться материальные ценности;

2) чрезмерное количество ТК приводит:

- к возможности многократного повторения большого количества ракурсов из одной зоны видеоконтроля, что может помешать оператору правильно оценить ситуацию;
- неоправданному росту стоимости оборудования (камеры, объективы, кожухи, кабели, разъемы и др.);
- усложнению коммутационной аппаратуры;
- уменьшению времени наблюдения каждой камеры или уменьшению размеров изображения на экране монитора (при отображении мультикартины).

В итоге вместо ожидаемого увеличения информативности происходит ее уменьшение.

## 9.2. Особенности выбора и установки видеокамер

**Поле зрения объектива.** Выбор каждой конкретной телевизионной камере начинают с расчета необходимого поля зрения объектива по горизонтали  $V$  и вертикали  $H$ , а также расстояния до объекта контроля  $D$ . По этим данным углы зрения необходимого объектива по горизонтали ( $\alpha_{\Gamma}$ ) и вертикали ( $\alpha_{\text{в}}$ ) определяют по формулам:

$$\alpha_{\text{в}} = 2\text{arctg}\left(\frac{V}{D}\right), \quad \alpha_{\Gamma} = 2\text{arctg}\left(\frac{H}{D}\right),$$

где  $V$ ,  $H$  – поле зрения объектива по горизонтали и вертикали, м;  $D$  – расстояние до объекта контроля, м.

Затем определяют фокусное расстояние объектива ( $f$ ):

$$f_1 = \frac{H}{2} \text{tg}\left(\frac{\alpha_{\Gamma}}{2}\right), \quad f_2 = \frac{V}{2} \text{tg}\left(\frac{\alpha_{\text{в}}}{2}\right),$$

где  $V$  и  $H$  – размеры ПЗС-матрицы по горизонтали и вертикали, мм (табл. 9.4);  $f_1, f_2$  – фокусные расстояния объектива, мм.

Из значений  $f_1$  и  $f_2$  выбирают меньшее для охвата всего необходимого поля зрения. Затем выбирают стандартный объектив с ближайшим меньшим фокусным расстоянием, обеспечивающий несколько большее поле зрения.

*Таблица 9.4*

Значения ширины и высоты матрицы для разных форматов

Оптический формат ПЗС-матрицы, дюйм	Ширина $V$ , мм	Высота $H$ , мм
1	12,8	9,6
2/3	8,6	6,6
1/2	6,4	4,8
1/3	4,8	3,6

Далее определяют минимальную деталь объекта контроля, которую можно различить с помощью выбранных камеры и объектива:

$$S_H = \frac{2000D}{R} \operatorname{tg} \frac{\alpha_z}{2}, \quad S_V = \frac{2000D}{625} \operatorname{tg} \frac{\alpha_B}{2},$$

где  $R$  – разрешение ТК, ТВЛ;  $D$  – расстояние до объекта контроля, м;  $S_H, S_V$  – размеры МРД по горизонтали и вертикали, мм.

После этого рассчитанное значение размера МРД по горизонтали сравнивают с показателями, приведенными в табл. 9.5.

*Таблица 9.5*

Размер МРД в зависимости от целевой задачи видеоконтроля

Целевая задача видеоконтроля	Размер МРД по горизонтали, мм
Идентификация	До 2
Различение	До 15
Обнаружение	Свыше 15

Для выбранной телекамеры с объективом определяют целевую задачу видеоконтроля и сравнивают с задачей, определенной для данной СОТ. Если для выполнения поставленной целевой задачи видеоконтроля требуется лучшее распознавание объекта контроля, чем могут обеспечить выбранный объектив и камера, то:



- выбирают объектив с бóльшим фокусным расстоянием. При этом уменьшается поле зрения телекамеры и, чтобы не оставить без внимания всю зону видеоконтроля, ставят несколько ТК;

- выбирают ТК большего разрешения;

- выбирают вариообъектив, у которого наименьшее фокусное расстояние определяется требуемым полем зрения ТК, а наибольшее – необходимостью выполнения целевой задачи. Для решения задачи обнаружения рекомендуется использовать камеры обычного, а для решения задачи идентификации – высокого разрешения. В любом случае отношение сигнал/шум ТК не должно быть менее 40 дБ, а коэффициент модуляции выходного видеосигнала при максимальном разрешении – не менее 15 %.

Для идентификации человека (незнакомого) он должен занимать не менее 100 % высоты экрана. При этом предполагается, что лицо человека (голова) составляет примерно 15 % высоты человека. Если используется оцифрованное изображение, то голова должна занимать не менее 90 пикселей по высоте, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

Для распознавания человека (знакомого) он должен занимать не менее 50 % высоты экрана. Если используется оцифрованное изображение, то высота человека должна составлять не менее 288 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

Для обнаружения нарушителя человек должен занимать не менее 10 % высоты изображения. Если используется оцифрованное изображение, то высота человека должна составлять не менее 60 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

Для наблюдения за группой людей человек должен занимать не менее 5 % высоты изображения. Если используется оцифрованное изображение, то высота человека должна составлять не менее 30 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

Для визуального распознавания автомобильных номеров нужно, чтобы высота символов номерной пластины была не менее 5 % высоты экрана. Если используется оцифрованное изображение, то высота символов должна составлять не менее 30 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения (рис. 9.5).



Рис. 9.5

**Чувствительность телевизионной камеры.** При определении необходимой чувствительности ТК во внимание должно приниматься:

- тип источника освещения (спектральная характеристика);
- освещенность сцены;
- коэффициент отражения объекта контроля;
- коэффициент пропускания объектива.

Последовательность определения чувствительности следующая:

- 1) с помощью люксметра, который имеет спектральную характеристику, соответствующую характеристике зрения человека, измеряют освещенность сцены;
- 2) определяют значение коэффициента отражения реального объекта контроля;
- 3) по технической документации определяют светосилу объектива для определения необходимого коэффициента прохождения;
- 4) рассчитывают минимальную освещенность на датчике изображения ( $E_{\text{sensor}}$ ), которая может быть получена в зоне контроля камеры по формуле

$E_{\text{sensor}} = E_{\text{scene}} RT / (4F^2)$ , где  $E_{\text{sensor}}$  – освещенность на датчике изображения, лк;  $E_{\text{scene}}$  – освещенность сцены, лк;  $R$  – коэффициент отражения объекта контроля;  $F$  – светосила объектива;  $T$  – коэффициент передачи объектива. Параметры объективов приведены в табл. 9.6.

Полученный результат  $E_{\text{sensor}}$  должен быть выше чувствительности, указанной в паспорте на ТК для данного типа источника освещения.

Таблица 9.6

Светосила объектива и коэффициент прохождения

Светосила	Относительное отверстие	Коэффициент прохождения
$F 0,80$	1:0,80	0,310000
$F 0,95$	1:0,95	0,200000
$F 1,20$	1:1,20	0,140000
$F 1,40$	1:1,40	0,100000
$F 2,00$	1:2,00	0,050000
$F 2,80$	1:2,80	0,025000
$F 4,00$	1:4,00	0,012500
$F 5,60$	1:5,60	0,006250
$F 8,00$	1:8,00	0,003125

Наиболее простой способ настройки синхронизации телекамеры состоит в следующем: 1) одну из камер принимают за образцовую, а вторую – за регулируемую; 2) обе камеры подключают на один монитор – на два видеовхода или на один видеовход с помощью Т-соединителя; 3) с помощью регулировки монитора "Стабильность по горизонтали" добиваются однородного изображения; 4) с помощью регулировки монитора "Стабильность по вертикали" выводят на экран две черные полосы (импульсы вертикальной синхронизации); 5) регулировкой фазы синхронизации ТК совмещают указанные две полосы.

В моделях ТК, которые питаются постоянным напряжением, стандартной является внутренняя синхронизация по кварцевому генератору.

**Установка телевизионной камеры.** При установке ТК следует руководствоваться следующими принципами:

- камеру следует располагать на местности так, чтобы избежать возможных прямых засветок объектива яркими источниками света (солнце, фары машин и др.);
- размещать ТК так, чтобы размеры "мертвой" зоны были минимальными (рис. 9.6).

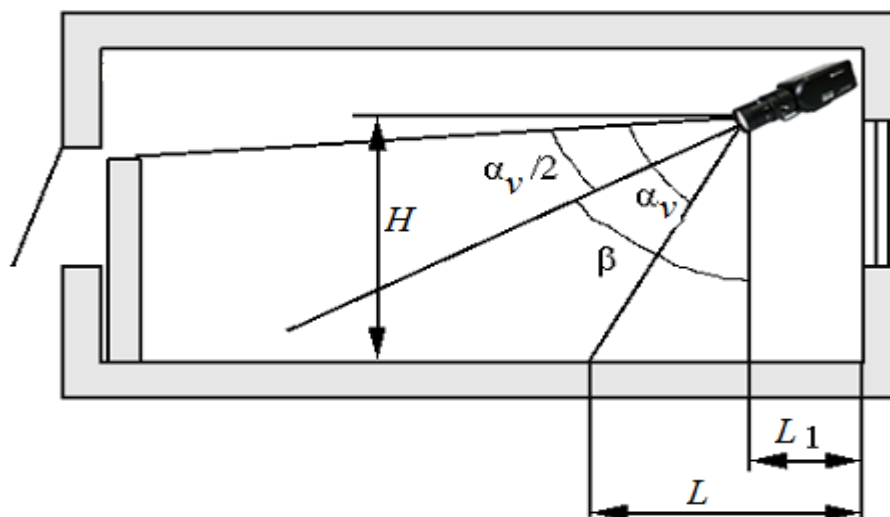


Рис. 9.6

Размер «мертвой» зоны определяют по формуле  $L = L_1 + H \operatorname{tg}(\beta - \alpha_v / 2)$ , где  $L_1$  – расстояние от стены до объектива ТК, м;  $H$  – высота установки ТК, м;  $\alpha_v$  – угол зрения объектива ТК по вертикали;  $\beta$  – угол между вертикальной осью и осью ТК (угол наклона ТК). Указанные расчеты проводят для каждой выбранной зоны видеоконтроля и затем рассчитывают общее число камер в СОТ.

### **Варианты оборудования объектов**

Многообразие помещений и территорий, существующих на различных объектах, не позволяет дать однозначные рекомендации по размещению телекамер на объекте. Рассмотрим некоторые стандартные помещения (комната, коридор, лестница) и территории (периметр, стоянка автомобилей), которые могут находиться на большинстве объектов, и даны рекомендации по размещению ТК в этих помещениях (на территориях). В любом случае варианты оборудования объектов должны выбираться индивидуально для каждого объекта на стадии его обследования и согласовываться с заказчиком.

Для рис. 9.7 – 9.11, представленных далее, введены следующие обозначения:  $A$ ,  $B$  – длина и ширина зоны видеоконтроля, м;  $V$  – поле зрения ТК по горизонтали, м;  $H$  – поле зрения ТК по вертикали, м;  $h$  – высота установки ТК, м;  $\alpha_{\Gamma}$ ,  $\alpha_{\text{в}}$  – углы зрения ТК по горизонтали и вертикали. Расчеты МРД проведены для ТК обычного разрешения (380 твл).

**Помещения.** При охране помещений с помощью СОТ (рис. 9.7) возможно выполнение следующих задач: общее наблюдение за текущей обстановкой в помещении; контроль за входной дверью; наблюдение за всеми проемами (двери, окна) помещения.

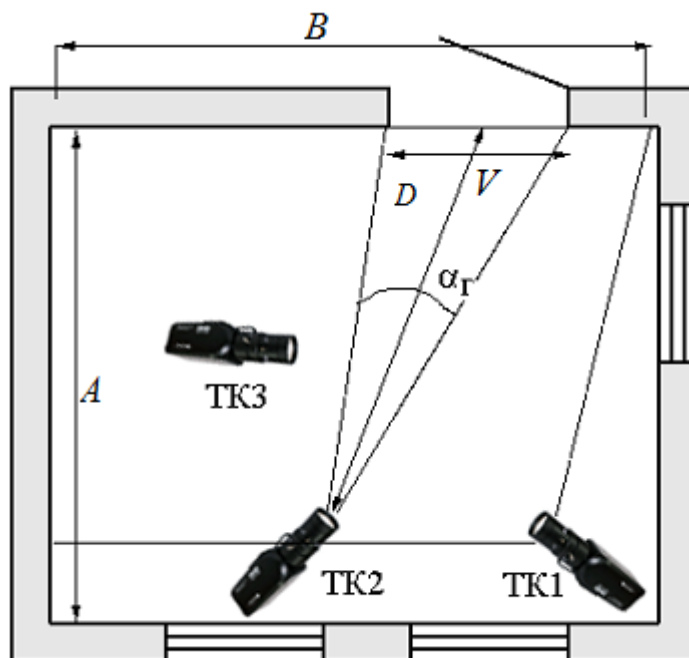


Рис. 9.7

Для решения примера возьмем конкретные размеры помещения  $A = 3$ ,  $B = 4$  м. Первую задачу решает ТК1 (см. рис. 9.7), обладающая широким углом обзора (до  $100^\circ$ ), а следовательно, охватывающая всю площадь помещения. Минимальная различимая деталь (изображения) на дальней границе зоны видеоконтроля при этом  $S_{\text{н}} = 31$  мм. С помощью ТК1 возможно выполнение только целевой задачи – обнаружения. Для контроля всех входящих в помещение используется ТК2, которая имеет малый угол обзора. Выбирают камеру с углом обзора по вертикали, исходя из высоты двери или роста человека (т.е. поле

зрения по вертикали  $H$  примерно равно 1,8 м). Минимальная различимая деталь (изображения) при этом  $S_n = 4$  мм. С помощью этой телекамеры возможно выполнение целевой задачи различения объекта контроля. Для идентификации объекта контроля применяют ТК высокого разрешения ( $R = 600$  твл). Для наблюдения за всеми проемами помещения используется расположенная на потолке на поворотном устройстве ТКЗ, оборудованная объективом с трансфокатором и имеющая предустановки на окна и двери.

**Коридоры.** Для охраны коридора, как и для охраны комнаты, возможно решение следующих задач: наблюдение за всеми лицами, выходящими в коридор из кабинетов; контроль всех лиц, входящих в коридор через входную дверь (например с лестничной клетки). Решение этих задач можно выполнить с помощью одной ТК (рис. 9.8), оборудованной объективом с трансфокатором, или двух ТК с большим и малым углами обзора ( $\alpha_{Г1}$  и  $\alpha_{Г2}$ ).

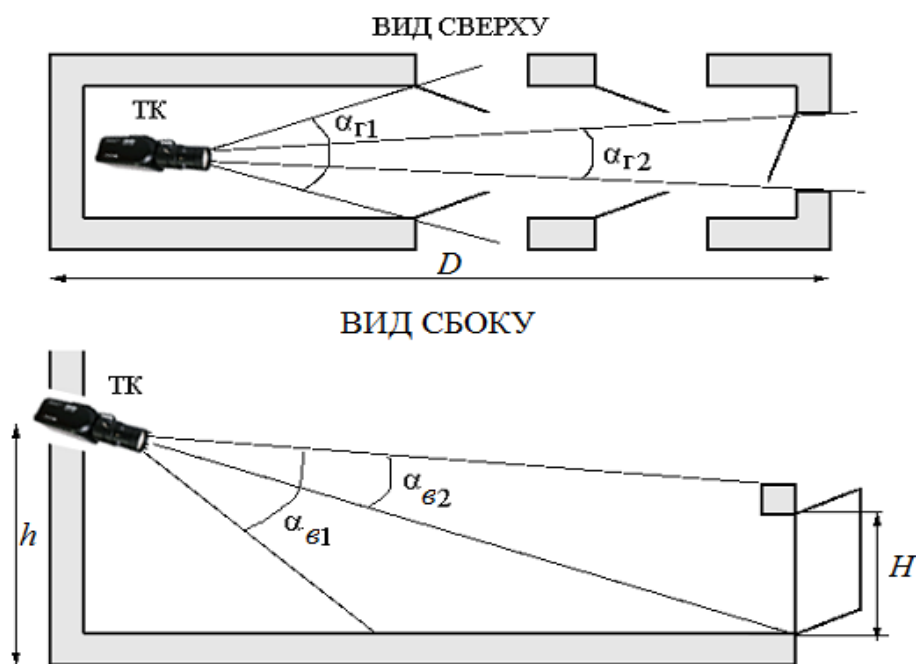


Рис. 9.8

При длине коридора 10 м, ширине 2,5 м и расположении первой двери на расстоянии 3 м от ТК имеем на дальней границе зоны контроля  $S(\alpha_{Г1}) = 21$  мм;  $S(\alpha_{Г2}) = 6$  мм. С помощью таких телекамер можно выполнять целевую задачу обнаружения и различения соответственно. Если применяют объектив с трансфокатором, его увеличение должно быть равно не менее трем при минимальном угле обзора  $\alpha_{Г2} = 15^\circ$ .

Для выполнения задачи по идентификации входящих в торцевую дверь лиц используют ТК высокого разрешения.

**Лестницы и входные двери.** Наблюдение лестничных пролетов первого и второго этажей (рис. 9.9) рекомендуется вести с промежуточных площадок между этажами (выше второго этажа устанавливать ТК нецелесообразно). На указанных площадках следует устанавливать по две камеры, направленные соответственно вверх и вниз по лестнице, и располагать их под потолком.

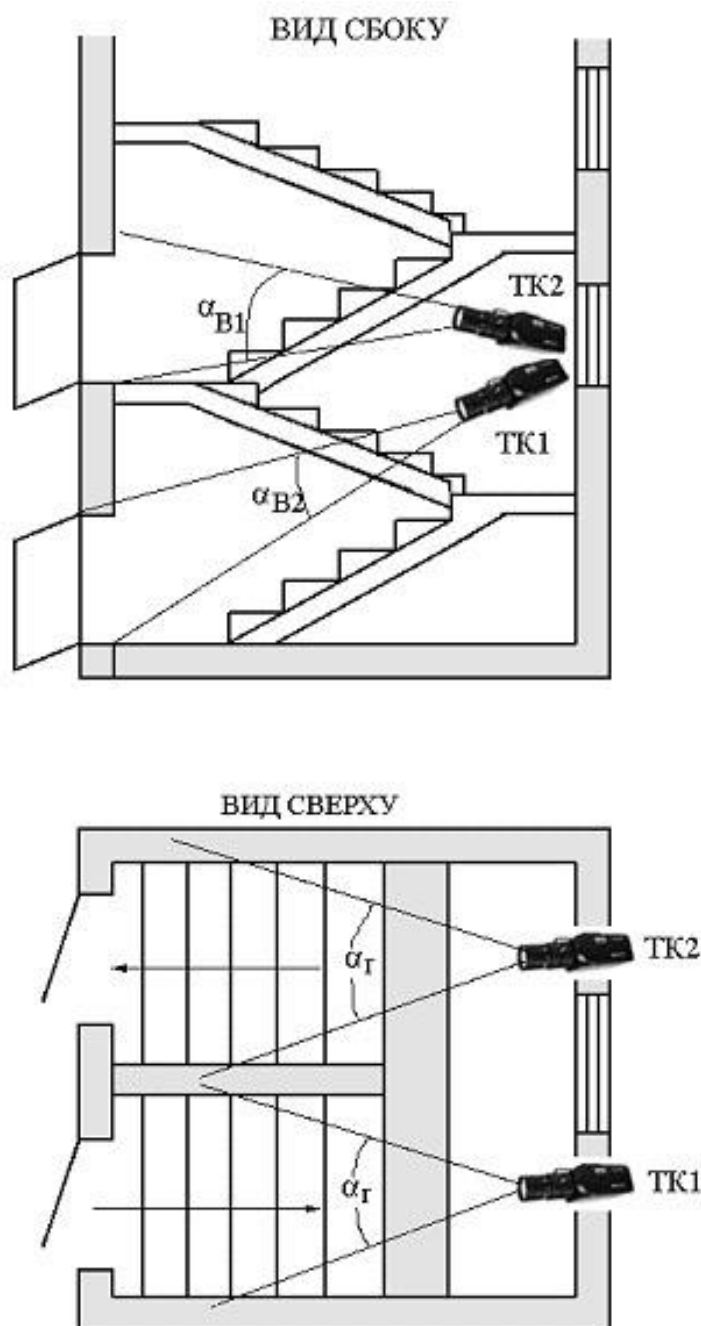


Рис. 9.9

**Периметр.** При охране периметра территории объекта вдоль забора выделяют зону отторжения (не менее 2 м), в которой не должны находиться посторонние предметы, деревья, кустарники, высокая трава и другие преграды. Весь периметр разбивают на прямолинейные участки и устанавливают размеры контролируемых зон. Телевизионную камеру, контролирующую участок периметра, располагают на поворотном/наклонном устройстве и оборудуют объективом с трансфокатором (рис. 9.10). Минимальное фокусное расстояние выбирают исходя из условия уменьшения "мертвой" зоны под ТК, а максимальное – чтобы обеспечить поле обзора ТК, равное ширине зоны отторжения ( $V$ ) на дальней границе зоны контроля. При длине контролируемого периметра  $D = 100$  м, ширине зоны отторжения  $V = 2$  м и выборе объектива (с трансфокатором) с увеличением не менее шести и максимальным углом обзора  $45^\circ$  имеем на дальней границе зоны контроля: при максимальном угле зрения  $S = 218$  мм; при минимальном угле зрения  $S = 32$  мм. То есть на дальней границе зоны контроля ТК с указанными параметрами возможно выполнение целевой задачи обнаружения. Для большей детализации объекта контроля необходимо применять ТК более высокого разрешения и объектив с большим увеличением.

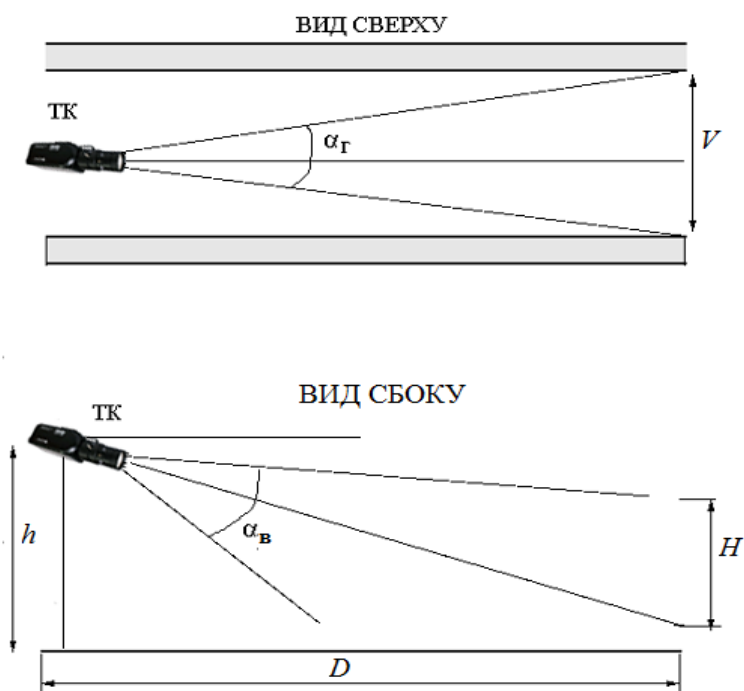


Рис. 9.10



**Открытые площадки.** Для охраны открытых площадок (например стоянок автомобилей) применяют телекамеры на поворотном/наклонном устройстве и объектив с трансфокатором (рис. 9.11). При минимальном фокусном расстоянии объектива проводится обзор всей площади стоянки. При максимальном фокусном расстоянии возможно определение номера автомобиля, въезжающего или выезжающего со стоянки. Телевизионная камера может быть подключена к системе распознавания номеров автомашин. Выбор объектива (с трансфокатором) с увеличением не менее десяти и максимальным углом обзора  $45^\circ$  при длине и ширине открытой площадки, равной 100 м, дает результат  $S(a_{\min}) = 13$  мм, т.е. при минимальном угле зрения объектива возможно различение номера автомобиля на экране монитора. Применение ТК высокого разрешения дает результат  $S(a_{\min}) = 9$  мм, т.е. камеры высокого разрешения позволяют определить номер автомобиля на большем расстоянии.

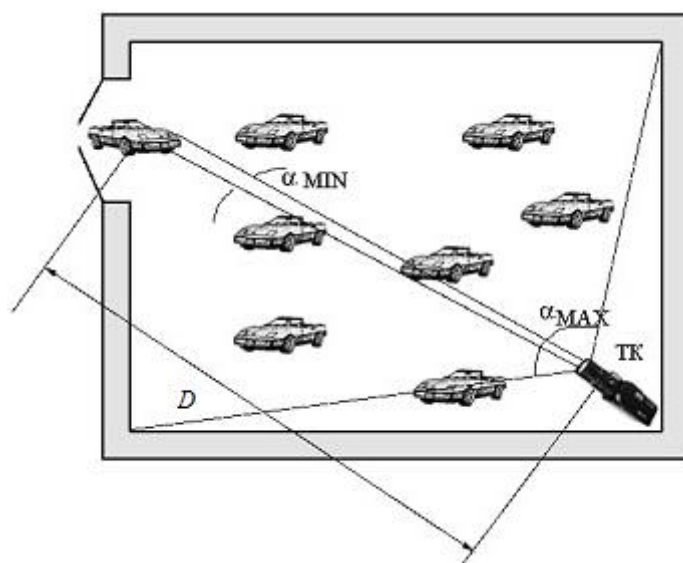


Рис. 9.11

При организации видеоконтроля на стоянках автотранспорта следует учитывать то, что в темное время суток въезд автомобиля на стоянку происходит с включенными фарами, на фоне которых номер автомобиля может стать неразличимым. Из этого положения есть два выхода: на въезде на стоянку автотранспорта применять дежурное освещение, компенсирующее свет фар; использовать ТК с функцией "Инверсия белого".

### **9.3. Базовые требования по монтажу телевизионных систем видеонаблюдения**

При монтаже систем видеонаблюдения необходимо знать определенные постулаты, которые помогут избежать неприятностей, связанных с некачественным изображением на мониторе или помехами, которые присутствуют на экране.

Приведем основные правила.

1. Использовать радиочастотный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом и плотностью навивки экранирующего чулка не менее 80 %.

2. Использовать радиочастотные разъемы, не «портящие» волновое сопротивление кабеля. Разъемы с креплением центральной жилы винтиком или обжим радиокабеля до такой степени, что он сплющивается, приводят к непредсказуемому поведению видеосигнала в этом месте.

3. Следить за тем, чтобы оплетка видеокабеля, включаемого в камеру, не имела гальванической связи с местом крепления кронштейна. Основная масса видеокамер имеет такую связь, а это прямой путь для блуждающих токов 50 Гц в обратный провод (оплетку) и на экран монитора.

4. Нарращивание строительной длины радиокабеля должно выполняться только с использованием специальных переходников «мама-мама», соединяющих два конца кабеля, оформленных разъемами.

5. Любое соединение по длине кабеля должно быть заизолировано с помощью термоусаживающихся трубок.

6. Радиус изгиба радиочастотного кабеля должен быть не меньше требуемого по ТУ на данный тип кабеля или составлять величину не менее десяти внешних диаметров кабеля.

7. Не забывайте, что по длине питающего кабеля происходят значительные потери напряжения, и выбор правильного сечения может устранить многие проблемы.

8. При передаче видеоинформации от камер на большие расстояния необходимо позаботиться о компенсации потерь амплитуд видеосигнала. Первый способ компенсировать потери – использовать радиокабель большего диаметра. Второй способ – установить видеоусилители. Обычно их устанавливают перед монитором, но в боль-

шинстве случаев это позволяет восстановить только контраст изображения. Мелкие детали на нем таким способом не восстановить. Правильно решить эту задачу можно, установив видеоусилитель непосредственно после видеокамеры и перед монитором, причем усилитель должен иметь высокочастотную коррекцию, настраиваемую на реальную длину кабеля.

9. Seriously отнеситесь к источникам питания камер и местам их установки. Это основная причина появления на экране пульсации 50 Гц. Если используются видеокамеры с низковольтным питанием постоянным током и блок питания размещен на посту охраны, то мерцание изображения на экране во многих случаях гарантировано. Это связано с принципом работы стабилизатора постоянного напряжения, который отслеживает пульсации только на своем выходе. На другой стороне питающего кабеля пульсации могут иметь любое значение, а кабель, проложенный по стене, может «насосать» блуждающие токи 50 Гц.

10. Все устройства должны питаться от одной фазы сети. Избегайте фаз, от которых питаются лампы дневного света, тиристорные регуляторы и сильноточные устройства.

11. Проектировщики систем, а тем более монтажные организации совершенно не уделяют внимание устройствам защиты от перенапряжений по цепям питания, управления и видеосигнала (в обиходе – грозозащита). В нашей стране устройства защиты от перенапряжений, к сожалению, совершенно новое направление в проектировании различных систем. Как показывают мировая практика и наш собственный опыт, материальные средства, вложенные в системы защиты от перенапряжений, в процессе эксплуатации систем окупаются. Ни для кого не секрет, что атмосферные явления в виде грозовых разрядов и ударов молний создают в атмосфере мощные электромагнитные поля. Эти поля, пересекая кабельные коммуникации, наводят в них высокие значения ЭДС, которые в виде потенциалов прикладываются к оконечному оборудованию, выводя его из строя. Для снижения наведенных ЭДС в кабельных коммуникациях до допустимых значений и используются системы защиты от перенапряжений.

12. Если видеокамеры установлены на больших расстояниях от поста наблюдения, то рассмотрите целесообразность прокладки ка-

бельного хозяйства по заборам или воздушным линиям, может быть, значительно дешевле использовать радиоканал для передачи видеосигнала и управления видеокамерами.

13. Заземляйте оборудование поста видеоконтроля только на РЕ-проводник электрощита. Не пользуйтесь сомнительными устройствами заземления. Сечение заземляющего проводника от поста видеоконтроля до электрощита выбирайте в соответствии с требованиями соответствующих правил и нормативных документов.

Для упрощения проектирования системы охранного телевидения рекомендуется воспользоваться специализированной программой «Проектировщик ССТV». Этот выбор подкреплен еще и тем, что программа получила положительное экспертное заключение от МВД РФ.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Каким образом определяют угол обзора и фокусное расстояние видеокамеры?
2. Каким образом определяют минимальный размер объекта на экране монитора?
3. Какие должны быть размеры изображения для задач обнаружения?
4. Какие должны быть размеры изображения для задач идентификации?
5. Какие должны быть размеры изображения для задач распознавания?
6. Как определяется размер «мертвой зоны» видеокамеры?
7. Назовите основные способы расстановки видеокамер.
8. Назовите особенности расстановки видеокамер при охране периметра и открытых площадок.
9. Назовите особенности расстановки видеокамер при охране коридоров.
10. Назовите базовые требования при монтаже видеокамер.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Использование методов и средств обеспечения безопасности объектов приобретает все большее значение, так как связано с обострением конкуренции, нестабильностью экономической ситуации, сложной криминогенной обстановкой, высоким уровнем коррупции.

Стремительное развитие технических средств охраны предъявляет новые, повышенные требования к техническим специалистам в области систем безопасности. Современные охранные средства используют микропроцессоры, вычислительную технику, самые современные достижения в области радиотехники по обработке сигналов.

Основными направлениями развития охранных технологий средств охранного видеонаблюдения являются:

- использование цифровых технологий и новейших достижений оптики, развитие IP-видеокамер;

- использование локальных вычислительных сетей, ВОЛС и каналов сотовой GSM связи, Internet и Ethernet для передачи видеоизображений;

- совершенствование интегрированных систем безопасности, создание универсальных контроллеров, программно меняющих свое предназначение для разных подсистем безопасности;

- активное развитие новых технологий сжатия изображений, средств вычислительной техники и телекоммуникаций, что позволяет значительно повысить имитостойкость, помехозащищенность и криптозащиту технических средств охраны и безопасности;

- интеграция систем охраны и безопасности с инженерно-технологическим оборудованием зданий.

Широкое применение современных систем безопасности для защиты объектов требует и соответствующего подхода к подготовке кадров, способных профессионально и грамотно не только проектировать, но и осуществлять монтажные и пусконаладочные работы, эксплуатировать, оперативно устранять возникающие неполадки.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов, А. Н. Телевизионное наблюдение при ярком солнечном свете / А. Н. Куликов // Специальная техника. – № 1. – 2001. – С. 11 – 20.
2. Куликов, А. Н. Реальная разрешающая способность телевизионной камеры / А. Н. Куликов // Специальная техника. – № 2. – 2002. – С. 20 – 26.
3. Машовец, А. Н. Применение мультиплексов в системах CCTV / А. Н. Машовец. – URL: <http://www.avtolik.ru/cctv/articles/multiplex.htm> (дата обращения: 28.10.2013).
4. Гонта, А. С. Глубина резкости в системах охранного телевидения / А. С. Гонта // Алгоритм безопасности. – № 1. – 2005. – С. 16 – 20.
5. Ашихмин, И. Особенности построения распределенных цифровых систем видеонаблюдения для высотных зданий / И. Ашихмин, А. Калугин // Алгоритм безопасности. – № 3. – 2007. – С. 58 – 60.
6. Гонта, А. С. Программа для проектирования видеосистем «Проектировщик CCTV» / А. С. Гонта, Е. А. Седов. – URL: <http://www.lonacomputerservices.com/CCTV/CCTVrus.html> (дата обращения: 28.10.2013).
7. Гонта, А. С. Характеристики изображения: контраст, динамический диапазон, резкость / А. С. Гонта // Алгоритм безопасности. – № 5. – 2006. – С. 56 – 60.
8. Гонта, А. С. Резкость изображения и оборудование CCTV / А. С. Гонта, Е. А. Седов // Алгоритм безопасности. – № 1. – 2007. – С. 30 – 32.
9. Гонта, А. С. Практическое пособие по CCTV / А. С. Гонта. – М. : Спецкнига, 2006. – 260 с.
10. Владо Дамьяновски. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии : пер. с англ. – М. : Ай-Эс-Эс Пресс, 2006. – 480 с. – ISBN 5-87049-260-2.
11. Волхонский, В. В. Телевизионные системы наблюдения : учеб. пособие / В. В. Волхонский. – 2-е изд., испр. – СПб. : Экополис и культура, 2005. – 167с. – ISBN 5-86882-072-X.

12. ГОСТ Р 51558-2000. Системы охранные телевизионные. Общие технические требования и методы испытаний. – URL: <http://gostexpert.ru/gost/51558-2000> (дата обращения: 28.10.2013).

13. Уваров, Н. Е. Настройка системы диафрагмирования ТВ камер / Н. Е. Уваров // Скрытая камера. – 2003. – № 8 – 9 (16).

14. Будзинский, Н. В. Методическое пособие по системам охранного телевидения / Н. В. Будзинский [и др.]. – М. : НИЦ «Охрана» МВД России, 2010. – 278 с.

15. ООО «Салон безопасности». Матричные коммутаторы. – URL: <http://www.videoglazok.ru> (дата обращения: 28.10.2013).

16. Р 78.36.002-2010. Рекомендации. Выбор и применение систем охранных телевизионных. – М. : НИЦ «Охрана» МВД России, 1999. – 185 с.

17. Р 78.36.008-99. Рекомендации. Проектирование и монтаж систем телевидения и домофонов. – М. : НИЦ «Охрана» МВД России, 1999. – 53 с.

18. Самойлов, В. Ф. Основы цветного телевидения / В. Ф. Самойлов, Б. П. Хромой. – М. : Радио и Связь, 1982. – 160 с.

Учебное издание

*Комплексная защита объектов информатизации. Книга 25*

ТЕЛЬНЫЙ Андрей Викторович

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ  
СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор Е. А. Амирсейидова

Подписано в печать 22.11.12.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 8,37. Тираж 62 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.