

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Информационно-измерительная техника
и технологии»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Учебное пособие

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по специальности
«Техническое обеспечение безопасности»*

Минск
БНТУ
2021

УДК 621.397.13: 654.9 – 025.13(075.8)

ББК 32.94.5я7

П79

А в т о р ы:

*К. Л. Тявловский, Р. И. Воробей, О. К. Гусев,
А. Л. Жарин, А. К. Тявловский, А. И. Свистун*

Р е ц е н з е н т ы:

зав. кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем
УО «Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники», канд. техн. наук, доцент *В. В. Хорошко*;
начальник цикла технических и специальных дисциплин
УО «Центр повышения квалификации руководящих работников
и специалистов» Департамента охраны МВД РБ,
подполковник милиции, канд. техн. наук, доцент *В. В. Маликов*

Проектирование систем охранного телевидения : учебное посо-
П79 бие / К. Л. Тявловский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – 383 с.
ISBN 978-985-583-562-3.

В книге изложены основные правила проектирования систем охранного телевизионного видеонаблюдения (СОТ) применительно к требованиям учебного проекта СОТ, которые отличаются от требований к рабочему проекту. Приводятся рекомендации по выбору компонентов и расчету основных характеристик СОТ, что в большинстве случаев позволяет использовать данное пособие самостоятельно. Материалы учебного пособия могут быть использованы при разработке курсовых и дипломных проектов, обучении в магистратуре, аспирантуре и в дальнейшей практической деятельности при проектировании СОТ и интегрированных систем технического обеспечения безопасности различных объектов охраны.

УДК 621.397.13: 654.9 – 025.13(075.8)

ББК 32.94.5я7

ISBN 978-985-583-562-3

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Охранное телевидение представляет собой самостоятельную ветвь систем телевизионного наблюдения, которая быстро развивается практически во всех странах, включая и Беларусь. В целом системы телевизионного наблюдения используются в качестве средства дистанционного получения визуальной информации об объекте и ее критериальной оценки в целях принятия решения. По различным направлениям применения систем телевизионного наблюдения имеется широкий объем информационного обеспечения: учебники, монографии, статьи и т. д. Однако охранное телевидение, выполняющее функции видеонаблюдения в технологиях обеспечения безопасности, до сих пор испытывает недостаток учебно-методических материалов. Так, в России за последние пять лет издано всего шесть книг по данному направлению, в Республике Беларусь – ни одного. Охранное телевидение характеризуется специфическими особенностями критериальных оценок визуальной информации, с учетом которых разрабатываются специальные аппаратные и программные средства, алгоритмы их взаимодействия в системах охранного телевидения (СОТ), способы взаимодействия СОТ с другими системами обеспечения безопасности. Эти особенности СОТ нуждаются в специальном информационном обеспечении. При этом, отсутствие необходимой номенклатуры государственных стандартов по проектированию и эксплуатации систем охранного телевидения приводит к тому, что различные ведомства и специалисты по-разному воспринимают одни и те же решения по организации и проектированию СОТ.

Книга написана коллективом авторов, имеющих опыт проектирования систем технического обеспечения безопасности различных объектов при выполнении дипломных проектов и магистерских исследований, и преподавания дисциплин «Системы охранного телевидения», «Проектирование систем охранного телевидения», «Технические средства телевизионного наблюдения» по специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности».

Материалы учебного пособия базируются на руководящих документах и ГОСТ Республики Беларусь и Российской Федерации. В силу разнообразия рассматриваемых вопросов и ограниченного объема учебного пособия, каждый из разделов не содержит в полной

мере сведений по данному направлению, поэтому для более детального рассмотрения некоторых вопросов требуется изучение дополнительных специализированных изданий.

Навыки, полученные при выполнении учебного проекта СОТ, включая дипломный проект, могут быть использованы при обучении в магистратуре, аспирантуре и в дальнейшей практической деятельности при проектировании СОТ и интегрированных систем технического обеспечения безопасности различных объектов охраны.

ВВЕДЕНИЕ

Системы телевизионного охранного телевидения (СОТ, СТВН или *CCTV* (англ. *Closed Circuit Television* – система замкнутого телевидения) осуществляют процесс, при котором применяются опико-электронные устройства, предназначенные для визуального контроля или автоматического анализа изображений (автоматическое распознавание лиц, государственных номеров), записи и хранения видеоизображений событий на объекте охраны. Системы телевизионного охранного телевидения являются надежным средством обеспечения безопасности людей и объектов охраны. В силу возможности регистрации и анализа не только события преступления или чрезвычайного происшествия, но также событий до и после него, применение СОТ способствует раскрытию преступлений или расследованию причин чрезвычайных происшествий, и в ряде случаев, их предупреждению. Угроза жизни людей и сохранности ценностей уменьшается благодаря применению видеотехники для защиты промышленных предприятий, для наблюдения в торговых помещениях, для защиты и гарантии перевозки денег, защиты от вандализма и обеспечения сохранности частной собственности. За последние годы охранное телевидение стало неотъемлемой функцией комплексной системы безопасности объекта, поскольку современные системы видеонаблюдения позволяют не только наблюдать и записывать видеоизображения, но и программировать реакцию всей системы безопасности при возникновении тревожных событий.

Телевизионные камеры позволяют получить визуальную картину состояния охраняемого объекта, обладающую такой высокой информативностью, какую не могут дать никакие другие технические средства охраны. При этом человек (оператор системы) выводится из зоны наблюдения в безопасную зону, что создает ему условия для спокойного анализа получаемой информации и принятия обдуманного решения.

Средний житель крупных городов СНГ (Москва, СПб, Минск) попадает в поле зрения видеокамер слежения несколько раз в день. Лондон – первый мегаполис мира, в котором вся городская среда стала просматриваться видеокамерами. При этом среднего лондонца видеокамеры фиксируют более 300 раз в день. По оценкам юристов, это нарушает права граждан и противозаконно в 70 % случаев,

но при этом установка видеокамер привела к снижению преступности в 5 раз. Видеокамеры устанавливаются как на стационарных объектах, так и в транспортных средствах: электричках, туристических автобусах, самолетах и т. д. В настоящее время одной из наиболее контролируемой страной, причем оснащенной самыми современными камерами и средствами идентификации, стал Китай. Системы охранного телевидения совместно с системами пожарной и охранной сигнализации, системами контроля управления доступом образуют интегрированные высокоэффективные комплексы обеспечения безопасности объектов, персонала и посетителей, граждан. Таким образом, отрасль охранного телевидения имеет непосредственное отношение к безопасности государства и общества, способствует расследованию преступлений. Значительная часть систем охранного телевидения устанавливается и поддерживается органами государственной, региональной и муниципальной власти.

Непрофессионалу сложно выбрать оптимальное решение для организации видеонаблюдения, которое бы эффективно решало те проблемы, для устранения которых планируется внедрение системы охранного телевидения. Конечный пользователь при самостоятельном выборе системы безопасности вынужден полагаться на собственные представления и рекламу; производители и инсталляторы же заинтересованы, в первую очередь, в получении прибыли, поэтому навязываемые ими продукты хоть и являются дорогими и сложными, но не обязательно будут наилучшим решением именно для данной конкретной компании. Область проектирования и применения систем охранного телевидения является сравнительно новой, и заказчику трудно сориентироваться в обилии имеющихся на рынке предложений. Таким образом, роль проектировщика системы охранного телевидения в обеспечении безопасности объектов различного назначения и форм собственности весьма высока.

В настоящее время существует методическая и терминологическая несогласованность в оценке эффективности и параметров СОТ, что дает возможность вводить в заблуждение потребителя или заказчика проекта. Этому способствует и конкурентная борьба ведущих производителей оборудования систем видеонаблюдения, стремящихся установить свои частные нормы и правила в качестве стандарта «де факто». Некоторые затруднения при обсуждении вопросов проектирования СОТ вызывает всеобщее распространение

вещательного телевидения и попытки перенести понятия из этой области в область охранного телевидения. Для СОТ принципы формирования изображений в плоскости фоточувствительной матрицы, формирования и передачи видеосигнала, параметры объектов близки к области применения в фотографии, любительском и профессиональном телевидении, что ввиду широкого применения фото- и видеомодулей делает привлекательным их распространение и на принципы проектирования СОТ. Однако, проектирование и применение компонентов и систем охранного телевидения имеет существенные особенности на всех стадиях жизненного цикла таких систем, что и требует специального изучения всех этапов проектирования СОТ.

Следует отметить, что технические средства телевизионного наблюдения: видеокамеры, регистраторы, оборудование систем связи, процессоры цифровой обработки сигналов и программное обеспечение – развиваются очень быстрыми темпами. Появление новых моделей видеокамер и регистраторов происходит каждые полгода, а цикл обновления модельного ряда оборудования СОТ с новыми функциональными возможностями и техническими характеристиками происходит примерно раз в два года. Поэтому и срок действия сертификатов специалиста по оборудованию систем видеонаблюдения ведущих фирм мира также ограничен двумя–тремя годами. В связи с этим к характеристикам оборудования СОТ, следует относиться критически, с поправкой на временной интервал их технологического старения. В то же время, основные принципы формирования изображений, сигналов, их обработки и передачи остаются неизменными долгое время.

1. СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЗАМКНУТОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Эффективное проектирование систем охранного телевидения невозможно без знания основных принципов их построения и функционирования.

В главе приводятся основные термины и определения (СТБ ГОСТ Р 51558-2003, Системы охранные телевизионные. Общие технические требования и методы испытаний), используемые в технике проектирования систем охранного телевидения, правовые основы их применения, рассматриваются типы и классификации систем охранного телевидения, принципы формирования и режимы работы зон видеонаблюдения, тенденции развития систем охранного телевидения – от аналоговых к цифровым, с широким применением гибридных систем.

Система охранная телевизионная (СОТ) – это телевизионная система замкнутого типа, предназначенная для получения телевизионных изображений (со звуковым сопровождением или без него), служебной информации и извещений о тревоге с охраняемого объекта. В системах замкнутого телевидения (СЗТВ) сигналы доступны только ограниченному кругу пользователей, т. е. сосредоточены в замкнутой цепи или сети (в системах вещательного телевидения сигнал доступен всем).

Техническое средство СОТ (ТС СОТ) – конструктивно и функционально законченное (аппаратно-программное) устройство, входящее в состав системы.

Охраняемый объект – территория, здание, сооружение или помещение, оборудованные действующими средствами охранной сигнализации и охраняемые специальными подразделениями.

Общественная безопасность – урегулированная нормами права система общественных отношений, целями функционирования которой являются обеспечение личного и имущественного спокойствия, безопасности, создание условий для реализации прав граждан, обеспечения функционирования государственных органов, организаций.

Обязательными для систем охранного телевидения (СТБ ГОСТ Р 51558-2003) являются следующие функциональные характеристики:

– телевизионный анализ изображений с помощью одной или нескольких ТК (телевизионных камер);

- синтез телевизионных изображений, полученных от всех ТК;
- сопровождение цели;
- приоритетное отображение тревожных событий;
- сигнализация о несанкционированных действиях.

Технические средства систем охранного телевидения должны изготавливаться в исполнении, обеспечивающем защиту от прогнозируемых несанкционированных действий (НСД), и/или размещаться в помещениях, местах (сейфах, боксах и др.), защищенных от этих действий. Системы должны быть устойчивы к разрушающим механическим НСД и несанкционированному доступу к программному обеспечению.

Как и другие системы обеспечения безопасности, СОТ должна иметь резервное электропитание при отсутствии напряжения основного источника питания. В качестве запасного источника питания может использоваться резервная сеть переменного тока или источники питания постоянного тока. Переход на резервное питание должен происходить автоматически, без нарушения установленных режимов работы и функционального состояния системы. При переходе на резервное электропитание должен выдаваться световой и/или звуковой сигнал, а выполнение основных функций системы должно быть обеспечено на время не менее 2 ч.

Обязательные устройства для СОТ:

- телевизионная камера;
- видеомонитор;
- источник электропитания, в том числе резервного электропитания;
- соединительные линии.

Необязательные для СОТ устройства:

- устройства управления и коммутации видеосигналов;
- обнаружитель движения;
- видеонакопитель;
- вспомогательное оборудование.

Отметим, что термин «видеонаблюдение» по отношению к системам охранного телевидения некорректен. Собственно, видеонаблюдение – наблюдение непосредственно, т. е. глазами человека или с помощью дополнительных оптических средств (бинокль). Правильно, и отражено в стандартах, использование терминов **«телевизионное наблюдение»** и **«телевидение»** – часть слова «теле» означает

«дистанционно». Телевидение – это передача видеосигналов на расстоянии, т. е. видеокамера и получатель видеоизображения пространственно разнесены. При теленаблюдении оптический сигнал преобразуется в электрический (другая физическая форма представления), передается по каким-либо каналам связи и затем снова преобразуется в оптический, воспринимаемый глазом человека. В месте совершения преступления находится только видеокамера, а оператор в защищенном и безопасном помещении может спокойно и объективно оценивать ситуацию и корректировать действия групп по ликвидации и минимизации последствий обнаруженных событий.

Одним из любопытных, и поэтому легко запоминающихся определений СТБ ГОСТ Р 51558-2003 является термин **стандартная цель**: человек весом от 50 до 70 кг, ростом от 165 до 180 см, одетый в белый хлопчатобумажный халат. Во-первых, вес человека на изображении определить невозможно, во-вторых, ни один нарушитель, кроме как в медицинском учреждении, не станет совершать преступление, переодевшись в белый халат. Но ведь надо же от чего-то отталкиваться при определении параметров системы в целом и ее испытаниях, а белый халат – это самый воспроизводимый (стандартный) тип и цвет одежды.

1.1. Цели и задачи систем охранного телевидения.

Роль охранного телевидения в обеспечении безопасности объектов

Функционирование системы безопасности, в том числе СОТ, должно обеспечивать в режиме реального времени постоянный контроль за охраняемой зоной в целях обеспечения общественной безопасности и порядка. Телевизионной системой видеонаблюдения обеспечивается контроль за зонами повышенной опасности, местами пребывания граждан (залы ожидания, трибуны стадионов, станции метро и другие), входами в охраняемую зону и выходами из нее, торговыми и операционными залами, местами расчетно-кассового обслуживания посетителей, хранения наличных денежных средств и ценных бумаг.

При этом не стоит путать понятия «в режиме реального времени» и режимы записи в полнокадровом режиме и режиме с прореживанием кадров. Режим реального времени подразумевает неза-

медлительную передачу видеосигнала и отображение контролируемой зоны на мониторе, т. е. в пределах интервала времени, когда реакция служб охраны правопорядка достаточна для предотвращения или ликвидации последствий правонарушения, как если бы наблюдение производилось непосредственно, а не удаленно. Поэтому и запись с частотой кадров 2 к/с событий на складе и 25 к/с в зоне наблюдения в зале магазина проводятся «в режиме реального времени». Кроме того, запись видеосигналов в популярных форматах сжатия H.264, H.265 эквивалентна записи с прореживанием кадров. Ведь полные кадры, и то со сжатием, передаются только как опорные, а промежуточные кадры содержат все ту же информацию, что и предыдущий опорный плюс интерполированную, вычисленную информацию, которая на самом деле нужна для плавного просмотра видеоизображения при относительно редкой передаче действительно информативных кадров. Поэтому действительно покадровый просмотр видеозаписи в форматах сжатия H.264, H.265 невозможен, а ряд служб предпочитают форматы, обеспечивающие сжатие каждого кадра, несмотря на меньшую достижимую степень сжатия.

Главная задача телевизионной системы – это дистанционное формирование видеосигнала и видеоизображения контролируемых зон, пригодное для дальнейшей обработки, анализа и принятия решения. Результат этого процесса дает возможность оператору на основе анализа видеоизображения в ручном, автоматизированном или автоматическом режимах решать следующие основные задачи:

- контроль и оценка текущей ситуации в местах наблюдения, в том числе, в местах недоступных или опасных для присутствия человека (туннели, вентиляционные каналы, реакторные залы атомной электростанции и т. п.);

- анализ ситуации, которая имела место в прошлом (записанной на носителе информации);

- охрана объекта (обнаружение преступных действий);

- выявление нештатных ситуаций, требующих принятия определенных действий для их разрешения (пробки на дорогах или дорожно-транспортные происшествия);

- обнаружение опасных ситуаций (например, возгораний или отказа систем жизнеобеспечения), требующих принятия безотлагательных мер;

- идентификация объектов (к примеру, личности людей, входящих на предприятие, или въезжающего автотранспорта);

- оценка степени угрозы при возникновении нештатных или опасных ситуаций для принятия адекватных мер;
- обнаружение несанкционированных действий;
- осуществление визуальной проверки правильности срабатывания других подсистем интегрированной системы безопасности (в частности, систем охранной и пожарной сигнализации);
- архивирование видеoinформации о состоянии контролируемых зон (запись видеосигнала на носитель), в том числе с обеспечением юридической законности использования этих архивных данных.

СОТ позволяет решать практически любые задачи систем безопасности (рис. 1.1).

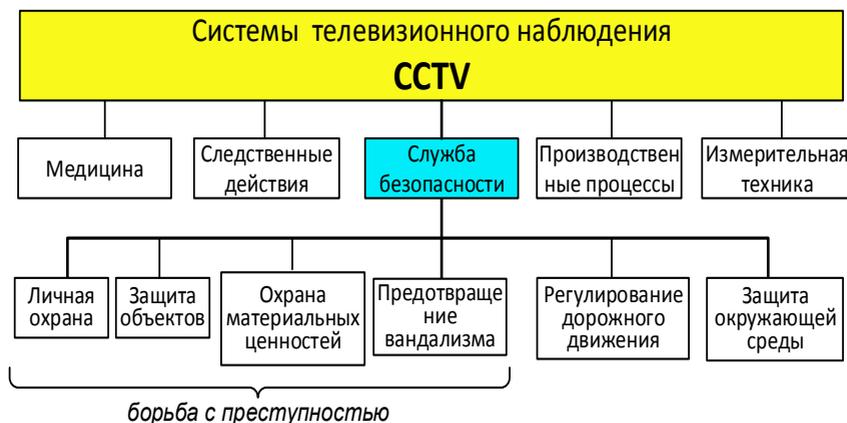


Рис. 1.1. Области применения технологий систем замкнутого телевидения

Часть из них может решаться в ручном или автоматизированном режимах оператором, часть – в автоматическом программно-аппаратными средствами СОТ. Перечень задач телевизионных систем наблюдения (ТВСН), в частности СОТ, постоянно растет с развитием программных и аппаратных средств телевизионных систем и расширением круга решаемых задач. Современные средства СОТ позволяют визуально контролировать объект в различных условиях: при разном уровне освещенности объекта, в том числе в полной темноте (для зрения человека); на различном расстоянии; скрытно; автоматически обнаруживать перемещение на защищаемом объекте и многое другое.

Распределение СОТ по типу объектов охраны приведено на рис. 1.2. Сегмент «Госструктуры» включает объекты армии, правоохранительных органов, спецобъекты. Сегмент «Соц. объекты» включает общественные и спортивно-зрелищные объекты. Сегмент «Жильё» включает не только жилые помещения, но и помещения частных предприятий и офисные помещения. Причем в общем объеме проектируемых СОТ доля IP-видео постоянно растет [1] (рис. 1.2) и составляет более 40 %.



Рис. 1.2. Распределение СОТ по сегментам рынка в РБ и РФ [2]

Телевизионная система наблюдения может использоваться автономно или в качестве одной из подсистем комплексной системы безопасности объектов. В сочетании с системами охранно-пожарной сигнализации, контроля и управления доступом ТВ-системы позво-

ляют значительно повысить эффективность всей системы безопасности объекта в целом (например, один оператор может наблюдать за состоянием нескольких зон одновременно) и тем самым уменьшить возможный ущерб от последствий реализации угроз. Видеооценка, автоматически связанная со срабатыванием датчика, значительно уменьшает время, требуемое для определения источника тревоги, позволяет дистанционно определить условия возникновения сигнала тревоги, и увеличивает шансы успешного прерывания действий нарушителя.

Однако, ошибки проектирования и непродуманное применение СОТ может привести к нежелательным последствиям. Например, могут быть нарушены права собственности и личности, возможно появление дополнительных каналов утечки информации из-за:

- считывания информации с экрана монитора СОТ лицами, входящими в помещение по производственной необходимости;
- считывания информации с экрана компьютера на мониторе поста охраны СОТ;
- возможно СОТ увидеть пароль, вводимый с клавиатуры, если клавиатура компьютера попадает в поле зрения видеокамеры.

На современном этапе охранное видеонаблюдение чаще всего не предотвращает совершение фиксируемых им правонарушений. Разумеется, на любом объекте можно разместить подразделение охранников, наблюдающих за мониторами и готовых в любой момент произвести задержание нарушителей. Однако это очень дорогое решение, применяемое, как правило, на специальных объектах.

Системы видеонаблюдения наиболее эффективно решают розыскные задачи, когда на основании анализа архива можно понять, что происходило в тот или иной момент на охраняемом объекте. С учетом задач, выполняемых системами видеонаблюдения, осуществляется выбор оборудования для того или иного объекта.

1.2. Обеспечение безопасности средствами систем видеонаблюдения. Правовые нормы применения СОТ

Наряду с техническими, функциональными и организационными аспектами при проектировании СОТ необходимо учитывать и правовые ограничения, действующие в области видеоконтроля. Суще-

ствуют весьма значительные расхождения в практике использования видеотехники в разных странах. В отношении обеспечения внутригородской безопасности первенство исторически принадлежит Великобритании. Там уже многие годы широко и с большим успехом применяют видеотехнику в целях борьбы с правонарушениями. Сигналы от видеокамер, установленных (обычно совершенно открыто) на улицах, в метро, пассажах или на пешеходных зонах, поступают на центральный пульт, записываются там и при необходимости используются позднее в качестве доказательного материала. Число преступлений в оборудованных таким образом местах заметно сократилось. Это способствовало тому, что граждане заинтересовались возможностями видеотехники и применительно к своему собственному дому. Постепенно они признали достоинства охранных систем и начали активно приобретать их, несмотря даже на то, что это иногда воспринималось как определенное вторжение в их личную жизнь. В Германии принята концепция 3-S (Sauberkeit, Service, Sicherheit – чистота, сервис, безопасность).

Системы видеонаблюдения, монтируемые с соблюдением действующих правовых норм, будут все шире применяться в целях обеспечения безопасности в общественных местах.

В Республике Беларусь началом правовой регламентации создания систем видеонаблюдения за состоянием общественного порядка стало утверждение постановлением Совета Министров РБ от 11.12.2012 № 1135 Положения о применении систем безопасности и телевизионных систем видеонаблюдения, которое устанавливает требования к системам безопасности и телевизионным системам видеонаблюдения. Система безопасности предусматривает наличие электронных пропускных систем, средств локализации взрыва, телевизионных систем видеонаблюдения с возможностью контроля за обстановкой, в том числе во внутренних помещениях и в пределах территории объекта, систем охранной сигнализации и инженерно-технических средств, обеспечивающих защиту от несанкционированного проникновения на территорию посторонних лиц и транспортных средств, доставки средств совершения актов терроризма, несанкционированного доступа к коммуникациям и информационным сетям (абзац 2 п. 5 Положения № 1135).

13 декабря 2013 года принято постановление Совета Министров РБ № 1074 «О перечне средств системы видеонаблюдения за состо-

янием общественной безопасности, технических требованиях к ним и внесении дополнений и изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 декабря 2012 года № 1135».

Указанное постановление внесло ряд изменений в части технических требований к средствам системы видеонаблюдения. Во-первых, нормативно закреплено, что система безопасности должна строиться с возможностью ее дальнейшего масштабирования, а также с возможностью быстрого доступа для проведения ремонта, технического обслуживания. Во-вторых, дополнены требования к техническим средствам, используемым для создания телевизионных систем видеонаблюдения. В-третьих, уточнена разрешающая способность видеокамер в системах безопасности и телевизионных системах видеонаблюдения. Разрешающая способность видеокамер должна быть не менее 720×576 пикселей. В-четвертых, Постановлением № 1074 упразднены количественные требования к чувствительности видеокамер. Для наблюдения за плохо освещенными участками местности (объектами), объектами, имеющими малую отражательную способность, может применяться дополнительная подсветка. При этом в темное время суток допускается формирование и передача черно-белого видеоизображения по предварительному согласованию с территориальным органом внутренних дел. В-пятых, определено качество изображения на границах контролируемой зоны для распознавания событий – не менее 50 pix/m.

Дальнейшие уточнения в этом направлении определены в Указе Президента Республики Беларусь от 25 мая 2017 г. № 187 «О республиканской системе мониторинга общественной безопасности» [3], данная система создается в целях повышения уровня общественной безопасности путем использования современных информационно-коммуникационных технологий.

Задачами системы мониторинга являются:

- мониторинг объектов страны в интересах обеспечения общественного порядка;
- профилактика, раскрытие, пресечение преступлений и правонарушений;
- предупреждение и обнаружение чрезвычайных ситуаций;
- организация оперативного реагирования на чрезвычайные события.

Абонентами системы мониторинга являются государственные органы, иные организации и индивидуальные предприниматели, в собственности, оперативном управлении или хозяйственном ведении которых находятся объекты, подлежащие обязательному оборудованию средствами системы видеонаблюдения, а также объекты, оборудованные локальными системами видеонаблюдения и специальными детекторами.

Пользователями системы мониторинга являются органы внутренних дел, государственной безопасности, пограничной службы, органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям, таможенные органы, Служба безопасности Президента Республики Беларусь, Оперативно-аналитический центр при Президенте Республики Беларусь и Департамент финансовых расследований.

Порядок подключения к системе мониторинга (<https://panoptes.by>) состоит из нескольких шагов:

1. Оформление заявления на получение технических условий (ТУ) на подключение к системе мониторинга.

2. Заключение договора об оказании услуг техническим оператором путем подписания соглашения о присоединении к договору.

3. Оплата услуг технического оператора по выдаче ТУ на основании полученного счета.

4. Приведение в соответствие системы видеонаблюдения согласно ТУ.

5. Обращение к техническому оператору и предоставление информации о готовности системы видеонаблюдения к подключению к системе мониторинга.

6. Получение от технического оператора разрешения на подключение.

7. Оплата услуг технического оператора по подключению к системе мониторинга на основании полученного счета.

8. Организация канала связи от объекта абонента до системы мониторинга совместно с техническим оператором и проведение приемных испытаний системы видеонаблюдения абонента.

9. Подписание акта подключения к системе мониторинга после успешного прохождения приемных испытаний.

Нормативная база СОТ еще не устоялась и часто содержит противоречивые требования. Многочисленные поправки затрудняют пользование нормативными документами, но их существование хо-

рошо уже тем, что они есть. Однако нужно понимать, что эти документы содержат ряд неточностей и противоречий не только между несколькими документами, но и внутри.

В области контроля на промышленных предприятиях и организациях также не стоит забывать о личном пространстве человека и, соответственно, о его «праве на собственное изображение». Видеокамеры не могут устанавливаться, например, в туалетных комнатах, раздевалках и помещениях для отдыха. При необходимости наблюдения за участками с неизбежным попаданием в поле зрения работающих там сотрудников иногда требуется испросить их разрешение. В отношении использования дистанционного слежения разработаны многочисленные предписания и регламенты Союзов промышленников и предпринимателей, которые предусматривают, при попадании сотрудников в поле зрения камеры, прибегать – по соображениям общей безопасности – к монтажу систем пространственного обзора.

Видеосистемы на рабочем месте допустимы, если речь идет о защите работника от возможной опасности, исходящей, например, от сложных в эксплуатации машин в цехе. В перспективе во многих странах будут действовать одинаковые правовые нормы с принятием за основу Европейской директивы по защите данных 95/46/ЕС, содержание которой распространяется и на эксплуатацию систем охранного телевидения. При этом отдельные страны-члены ЕС могут издавать собственные правовые предписания. Исходя из общих правовых принципов можно выделить следующие положения:

- общественные места могут контролироваться на принципах видеонаблюдения исключительно по специальному разрешению правоохранительных органов либо судебного ведомства;

- при организации охраны государственных объектов (банков, автозаправочных станций и др.) в обязательном порядке вывешивается табличка «Объект находится под видеонаблюдением»;

- наблюдение за сотрудниками и запись их действий возможны только при их четко выраженном согласии;

- слежение за помещениями социального назначения, душевыми, раздевалками и прочими категорически запрещается;

- при охране частных земельных участков должна полностью исключаться возможность обзора прилегающих территорий, тротуаров, соседних участков и т. п.

При проверке правового обеспечения первоочередное внимание уделяется следующим факторам:

- видеокамера (зона обзора, возможности дистанционного управления, ограничения по времени, права доступа);
- освещение (настройка, видимый или ИК-диапазон, ограничения по времени);
- видеозапись (постоянная запись, запись по расписанию или событийный режим, объем буферизации, права доступа);
- воспроизведение (блокирование определенных камер или зон наблюдения, ограничение по времени, права доступа).

Сейчас в перечне ТНПА, взаимосвязанных с ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» более 500 ТНПА, из которых 402 применяются на добровольной основе. Это означает, что право выбора ТНПА предоставлено проектировщику или заказчику, а неприменение ТНПА из Раздела 2 не свидетельствует о том, что разработанная проектная документация не соответствует ТР 2009/013/ВУ. Однако уже только приведение ссылки на ТНПА в задании на проектирование делает упомянутые в нем требования обязательными. Актуальный перечень можно найти по ссылке <https://stn.by/standartisation/tr/list>.

1.3. Основные задачи видеонаблюдения.

Нормирование СОТ. Требования к видеозаписи

Система охранного телевидения – часть системы безопасности объекта. При этом ввиду того, что нет абсолютно одинаковых объектов, так нет и одинаковых систем безопасности и одинаковых СОТ. Кроме того, даже для одного и того же объекта могут быть спроектированы несколько СОТ (с разным числом и схемами размещения камер, разным набором типов камер и объективов и т. д.), каждая из которых будет успешно решать поставленные задачи. Таким образом, выработка четких детализированных норм, как в случае, например, систем пожарной сигнализации, невозможна и не нужна. При этом допуск к проектированию и эксплуатации СОТ специалистами обеспечивается лицензированием этого вида деятельности. А главным критерием решения задач СОТ является возможность идентификации изображения объекта наблюдения

(человека, автомобиля и пр.) с изображением на фото или представленными несколькими людьми. Несмотря на отсутствие единых стандартов, при проектировании СОТ используются региональные стандарты и руководящие документы, основанные на базовых рекомендациях Британского МВД, накопившего значительный опыт в разработке и применении СОТ.

Видеоархивы СОТ часто используются для проведения следственных действий. Экспертно-криминалистическими подразделениями МВД для проведения портретно-идентификационной экспертизы на основе стандарта *ISO/IEC* установлены следующие требования:

– **формат** получаемых изображений должен быть *JPEG* или *JPEG2000*;

– **разрешение** изображений должно обеспечивать не менее 240 пикселей на горизонтальный размер головы или 120 пикселей на расстояние между центрами глаз;

– **место размещения камер** должно обеспечивать съемку только анфасного положения, допускающего угол поворота головы не более ± 5 градусов (это очень жесткое требование, почти не реализуемое в реальных СОТ);

– **источник света** должен быть расположен так, чтобы лицо было освещено равномерно (тоже трудно реализуемое на практике требование);

– **применение камер с широкоугольными объективами** для целей идентификации недопустимо.

При записи речевого сопровождения предъявляются следующие требования:

– **формат записи** аудиоданных – *WAV PCM*;

– **частота дискретизации** – 16 000 Гц;

– **разрядность квантования** – 16 бит;

– **неравномерность АЧХ** в полосе частот 200–4500 Гц – не более ± 3 дБ;

– **алгоритмы сжатия** для хранения аудиоданных – только без потерь качества (*FLAC*, *TAK* и т. д.), применение алгоритмов кодирования и сжатия с потерями качества (*ADPCM*, *MP3*, *WMA* и др.) запрещено.

При выемке цифровых видео- и аудиозаписей не допускаются сжатие, перекодировка и другие изменения формата файлов и их содержимого.

При использовании проводных линий связи должна обеспечиваться скорость передачи данных не менее 64 Кбит/с (стандартный телефонный канал связи).

Скорость записи видеоизображения для зон наблюдения с задачей идентификации СОТ среднего и высшего классов сложности должна быть не менее 5 кадров в секунду.

Фактически все руководящие документы, относящиеся к проектированию и эксплуатации СОТ, содержат набор рекомендаций и правил, часто выглядящих элементарными или само собой разумеющимися. Однако только неукоснительное соблюдение этих элементарных правил позволяет оправдать затраты на приобретение дорогостоящего оборудования и эффективно использовать СОТ для увеличения безопасности объекта охраны.

1.4. Классификация СОТ

Системы охранного телевидения состоят из множества подсистем и блоков различной сложности, назначения и областей применения. Поэтому их классификация формируется большим числом разнородных факторов. Различные источники предлагают разные классификации, но в любом случае основные признаки, которые используют при классификации систем охранного телевидения следующие:

- вид используемого оборудования;
- функциональное назначение;
- расположение системы;
- способ передачи видеосигнала;
- тип и число используемых камер;
- разрешение видеокамер, и т. д. (рис. 1.3).

Отметим, что даже простые системы видеонаблюдения всегда характеризуются сложной комбинацией классификационных признаков, и в этом отношении каждая система видеонаблюдения может характеризоваться как гибридная.

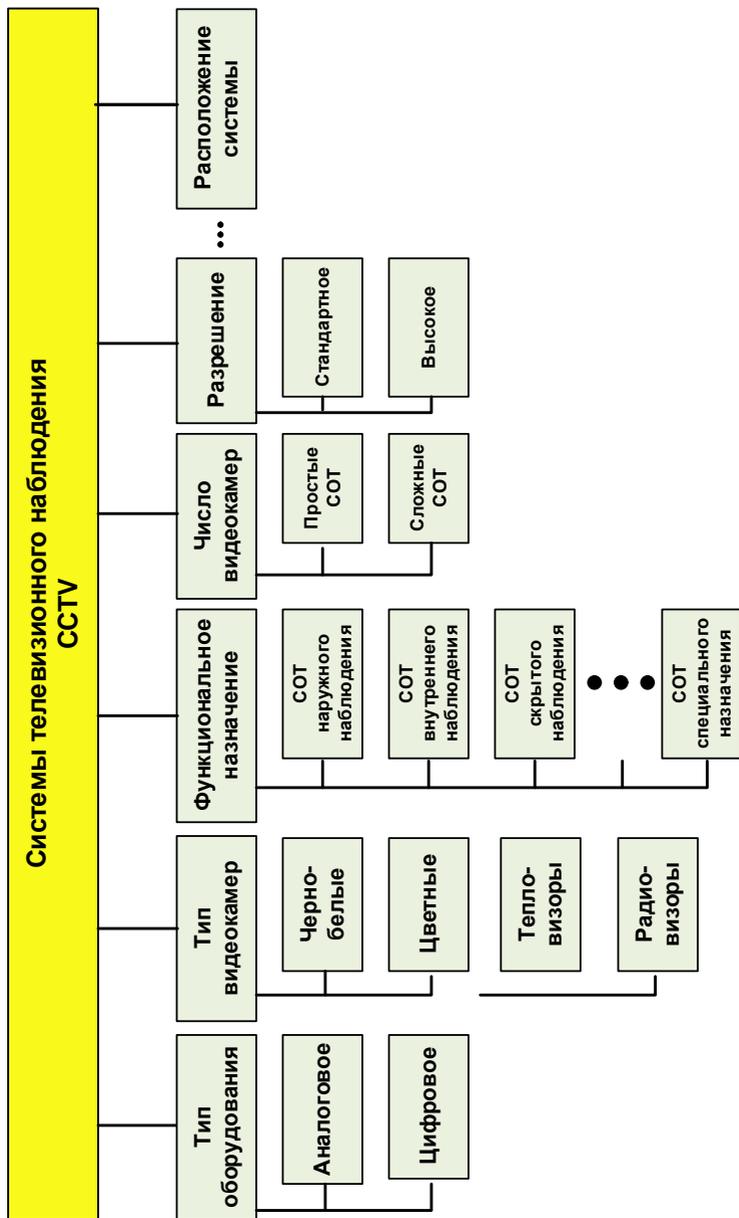


Рис. 1.3. Классификация систем охранного телевидения

1.4.1. Классификация СОТ по категории значимости и условиям эксплуатации объекта

Отметим, что классификация, с одной стороны, обобщает и унифицирует рассмотрение приведенных объектов, но, с другой стороны, любая классификация несколько условна, зависит от задач и времени ее разработки, учитываемых признаков, опыта разработчика и т. д. Поэтому они могут встречаться отличающиеся, но имеющие ряд общих признаков и связей. Так, в классификации СОТ (рис. 1.3) упоминаются черно-белые камеры, которые сейчас почти не используются, однако нужно помнить, что цветные видеокамеры при переходе в режим «ночь» формируют черно-белое (монохромное) видеоизображение. То же относится и к тепло- и радиовизионным телекамерам, а отображаемое на мониторе цветное изображение с таких камер образовано искусственно созданными программным обеспечением цветами. Классификация телевизионных систем видеонаблюдения по категории значимости объекта проводится на первом этапе проектирования СОТ и приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Классификация по категории значимости объекта

Класс системы	Категория значимости объекта	Характеристика значимости объекта	Производственное или другое назначение объекта
Высший	А	Объекты, зоны здания, помещения, территории, несанкционированное проникновение на которые может принести особо крупный или невосполнимый материальный и финансовый ущерб, создать угрозу здоровью и жизни большого количества людей, находящихся на объекте и вне его, привести к другим тяжелым последствиям	Предкладовые хранилища (хранилища) резервных фондов, вечерние кассы, серверные и депозитарии банков, места хранения вредных и радиоактивных веществ и отходов, оружия, боеприпасов, наркотических веществ и т. п.

Окончание табл. 1.1

Класс системы	Категория значимости объекта	Характеристика значимости объекта	Производственное или другое назначение объекта
Средний	Б	Объекты или отдельные зоны, несанкционированное проникновение на которые может принести значительный материальный и финансовый ущерб, создать угрозу здоровью и жизни людей	Кассовые залы банков, подъезды и боксы разгрузки инкассаторских машин, пути переноса денег инкассаторской службой, автостоянки (в т. ч. у банков), склады и помещения с ценными материалами, оргтехникой и т. п.
Обычного применения	В	Прочие объекты	Торговые залы магазинов, территории охраняемых объектов, служебные помещения учреждений (в т. ч. банков) и т. п.

В зависимости от категории значимости объекта выбирается класс телевизионных средств наблюдения. Например, для наблюдения зон (объектов) категории «А» необходимо применять только высококачественные камеры, ведущих специализированных фирм, несмотря на их высокую стоимость. На объектах категории «Б» оправданно применение оборудования среднего класса, а на объектах категории «В» целесообразно применение дешевых камер. При этом, отнесение значимости объекта к определенной категории может меняться по времени (например, при проведении каких-либо значимых спортивно-развлекательных мероприятий и др.) и в зависимости от того, в какую систему или системы обеспечения безопасности включен объект (например, городская площадь может быть включена в систему регулировки и обеспечения безопасности движения, систему Безопасный Город, временно созданную систему обеспечения безопасности при проведении спортивного мероприятия, концерта и т. д.). По условиям эксплуатации СОТ в целом или отдельные ее блоки различают для работы:

- в закрытых отапливаемых помещениях;
- под навесом на улице;
- на улице в условиях умеренно холодного климата;
- в особых условиях (повышенная влажность, запыленность, вибрация и т. п.).

1.4.2. Классификация систем охранного телевидения по уровню освещенности

По уровню освещенности объекта (рис. 1.4) системы охранного телевидения в настоящее время не разделяют, но использовавшееся разделение по уровню освещенности полезно рассмотреть с точки зрения требований к широкому динамическому диапазону чувствительности видеокамер, работающих в различных условиях. Для классификации СОТ по уровню освещенности использовались:

– класс I – системы, работающие при дневном освещении, 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, в которых используются инфракрасные источники в дополнение к существующему уровню освещенности (например, для работы в полной темноте).

Солнечный свет примерно в миллион раз интенсивнее лунного света. Отметим, что спектральный состав солнечного и лунного света в видимом диапазоне спектра совпадают (луна «светит» отраженным солнечным светом). Учитывая, что объекты способны отражать от 1 до 99 % этого света, диапазон интенсивностей, который необходимо перекрывать, составляет около ста миллионов раз.

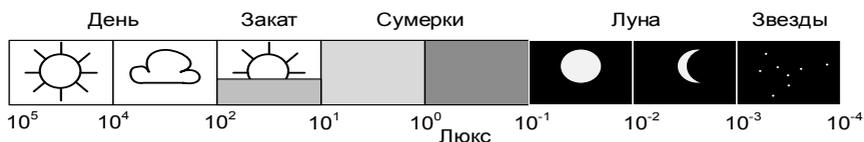


Рис. 1.4. Уровни освещенности в различное время суток

Отметим, что для одной и той же зоны видеонаблюдения уровень освещенности существенно изменяется в зависимости от времени суток, погодных условий, времени года, возможной засветки от перемещающихся искусственных источников освещения. В то же время, уровень освещенности разных сцен наблюдения в одно и то же время может отличаться более чем на порядок величины для разных видеокамер, например, установленной на южной стороне здания и во внутреннем дворике, всегда затененном стенами этого же здания.

Человеческим глазом воспринимается электромагнитное излучение с длиной волны от 380 до 760 нм, причем в условиях низкой освещенности (ночное зрение) максимум спектра чувствительности человеческого глаза несколько смещается в коротковолновую область. Условия зрительного восприятия существенно изменяются в зависимости от силы света:

	$> 10^5$ кд/м ²	ослепление
	от 10^2 до 10^5 кд/м ²	«дневное» зрение (оптимальное цветовое восприятие)
	от 10^{-2} до 10^2 кд/м ²	переход с «дневного» на «ночное» зрение, адаптация спектральной чувствительности глаза к изменяющемуся спектру источника света при различной его интенсивности
	$< 10^{-2}$ кд/м ²	«ночное» зрение, цветовое восприятие теряется
	$< 10^{-6}$ кд/м ²	возможна ориентация, теряется различение формы предметов

Динамический диапазон датчика электронной камеры обычно составляет от 300 до 1000 и определяется как отношение самого большого уровня сигнала, который можно измерить, к уровню внутренних шумов устройства. Объективы камеры имеют диафрагму, которая может изменять площадь пропускания света в 300 раз. Это означает, что типичная камера имеет динамический диапазон в несколько сот тысяч. Очевидно, что одна и та же камера не может

быть достаточно хороша одновременно и при ярком солнечном свете, и темной ночью. А вот глаз человека имеет динамический диапазон, почти полностью перекрывающий диапазон изменения внешних условий.

1.4.3. Режимы работы и типы зон наблюдения

По одной из классификаций системы охранного телевидения работают в режимах видеонаблюдения, охраны и видеозаписи. В зависимости от назначения, характера решаемых задач и выполняемых функций можно разделить следующие режимы работы:

- видеонаблюдение;
- видеонаблюдение с видеозаписью;
- одновременное наблюдение и видеоохрана;
- видеонаблюдение и видеоохрана с приоритетным выбором (выделением) для видеонаблюдения и видеозаписи телекамеры (телекамер), с которой поступает сигнал тревоги;
- видеозащита, то есть видеонаблюдение и видеоохрана с видеозаписью и приоритетным выбором (выделением) телекамер, из зон наблюдения которых приходит сигнал тревоги от средств сигнализации, устройств контроля доступа или других приборов, входящих в интегрированную систему охраны (ИСО).

На объекте охраны с помощью СОТ могут создаваться следующие типы зон:

- видеонаблюдения, где осуществляется слежение с применением телевизионных камер;
- видеоохраны с передачей сигнала тревоги при изменении ситуации;
- видеозащиты, которые оборудованы интегрированными системами охраны (включая средства сигнализации: устройства контроля доступа и т. п.) и в которых видеонаблюдение производится по сигналам тревоги.

Необходимо учитывать, что на ряде объектов охраны существуют зоны, запрещенные для видеонаблюдения. В некоторых случаях в зонах видеонаблюдения и видеоохраны могут быть выделены области и объекты, изображение которых должно быть заблокировано, например, окна частных владений или банков, клавиатура и монитор компьютера главного бухгалтера, и т. п. В этих случаях про-

граммы управления элементами СОТ и обработки изображения либо регулируют траекторию движения поворотных камер и трансфокаторами объективов так, чтобы изображения запрещенных областей вообще не попадали в поле зрения видеокамер, либо эти области «заливаются» (рис. 1.5) серым (или другим) цветом, по яркости соответствующим средней яркости кадра (функция *Privacy Masking* – маска приватности).

Кроме того, в пультах управления имеется память положений и настроек видеокамер на определенные углы обзора, что позволяет запрограммировать режим автоматического функционирования устройства.



Рис. 1.5. Применение программной маски приватности

При выборе опции порядка просмотра зон наблюдения (*tour, patrol*) такие предустановки могут автоматически выбираться на заданное время (их может быть достаточно много, например 100). Данная опция полезна в местах, где важным является контроль за быстроменяющейся, но прогнозируемой ситуацией, например, за столиками казино. Некоторые устройства позволяют запоминать действия оператора, что облегчает их программирование. Еще одна опция – запоминание основного положения (если оператор вручную изменил настройку, такая поворотная видеокамера через некоторое время вернется в исходное положение). Некоторые скоростные видеокамеры позволяют автоматически изменять ракурс при наблюдении за человеком, проходящим под ними, что исключает неудобства при его наблюдении, автоматическую фокусировку.

1.5. Гибридные системы охранного телевидения. От аналога к цифре

Современные системы СОТ строятся на основе цифровых видеокамер с использованием сетевых технологий. Исторически освоение телевизионных систем наблюдения в целях охраны и обеспечения безопасности началось с использования полностью аналоговых систем с применением в качестве сенсоров принципиально аналоговых видеоконов (электровакуумных приборов). Появление полупроводниковых сенсоров с дискретизированной структурой (ПЗС и КМОП) и интегральных схем большой степени интеграции позволило использовать цифровые методы формирования и обработки видеосигналов, что привело к появлению гибридных аналого-цифровых и цифровых систем. Однако большой объем аналогового оборудования и установленных систем на их основе все еще оставляет существенной долю аналоговых и гибридных систем в общем объеме эксплуатируемых СОТ. Кроме того, применение IP-систем видеонаблюдения не исключает необходимости знакомства с принципами формирования зон видеонаблюдения на основе примеров с применением элементов аналоговых систем.

В настоящее время чаще используются системы охранного телевидения на основе:

1. Камер с аналоговым выходом и регистрирующими устройствами (это оборудование предыдущего поколения, но оно имеет ряд достоинств – наименьшая инерционность при передаче сигнала, дешевизна, отсутствие искажений, вносимых обработкой). Аналоговые системы включают в себя, помимо видеокамер, записывающие магнитофоны, мониторы, аналоговые коммутаторы или квадраторы, позволяющие регулировать последовательность вывода на монитор видеосигналов с нескольких камер или мультиплексировать изображение с нескольких камер, и имеющие тревожные входы для различных охранных и пожарных датчиков, которые в случае нештатной ситуации подают тревожный сигнал, и на мониторе появляется изображение от соответствующей камеры.

2. Аналоговых камер с цифровой обработкой сигнала и видеосерверов, видеорегистраторов.

3. Цифровых камер с IP-выходом с внутренним процессором, оцифровывающим видеосигнал и передающим его в сеть в сжатом

виде, и серверов, обрабатывающих архив от нескольких таких камер. *IP*-системы видеонаблюдения в настоящее время наиболее перспективны и позволяют формировать системы охранного телевидения с практически неограниченными функциональностью, возможностями видеоналитики, передачи и хранения видеосигналов, гораздо лучшим качеством формируемого изображения, чем аналоговые системы. Комплекс свойств *IP*-систем видеонаблюдения обусловил требования системы мониторинга общественной безопасности к применению в СОТ именно *IP*-систем.

4. Гибридных систем видеонаблюдения для одновременного подключения аналоговых видеокамер и камер с *IP*-выходом. Эти системы обеспечивают объединение камер с аналоговым и цифровым выходами в единую сеть с созданием общего архива и возможностью доступа к камерам нескольких удаленных операторов. Эти системы занимают промежуточное место среди остальных СОТ и обеспечивают переходный период по замене их и аналоговых систем на *IP*-системы видеонаблюдения.

Аналоговый сигнал представляет собой непрерывный поток, характеризующийся изменением частоты и амплитуды. При этом каждое усиление, преобразование, промежуточное хранение, каждая передача по кабелю или эфиру ухудшает аналоговый сигнал.

Цифровые сигналы состоят из дискретных значений. Допускаются некоторые отклонения от их величины. Например, напряжение может принимать два значения: от 0 до 0,5 В (уровень логического 0) или от 2,5 до 5 В (уровень логической 1). Так как существуют зоны допустимых отклонений, цифровой сигнал защищен от воздействия шумов, наводок, помех.

В камерах с цифровой обработкой сигнала, на выход камеры сигнал поступает в аналоговом виде, однако внутри камеры происходит обработка сигнала с помощью цифрового процессора (***DSP – Digital Signal Processor***) для реализации функций: автоматическое управление электронным затвором, автоматическая регулировка усиления (АРУ), компенсация яркого фона, автоматический баланс белого, синхронизация камеры, режим подавления ярких точечных засветок и т. д. В камерах с *IP*-выходом или цифровых камерах осуществляется внутреннее преобразование сигнала и его трансляция с выхода камеры в сеть в сжатом виде в цифровой форме.

При рассмотрении систем видеонаблюдения очень важно использовать правильную терминологию, причем не только при описании типов видеокамер, но и при определении целей и задач, решаемых с помощью систем видеонаблюдения. Четкая формулировка назначения систем видеонаблюдения обеспечивает правильный подбор аппаратуры для выполнения желаемых задач.

Несмотря на деление основного оборудования телевизионных систем на аналоговое и цифровое, многие системы охранного телевидения в действительности являются гибридными. В системах охранного телевидения под «аналоговыми» компонентами понимаются те из них, которые выдают и принимают изображение в виде аналогового видеосигнала, соответствующего известным стандартам *EIA/NTSC* и *CCIR/PAL*, «цифровые» компоненты имеют дело с изображением, передаваемым в виде пакетов информации по сетям передачи данных. Такое разграничение отражает различия в структуре СОР и отличается от классического определения аналоговых и цифровых (дискретных) сигналов в электронике.

При этом, снимаемая телекамерой сцена, как и итоговое изображение, видимое наблюдателем, – суть потока света с пространственно-различными интенсивностью и спектром, изменяющимися во времени, которые имеют аналоговую (непрерывную) природу. С другой стороны, чисто аналоговой передачи изображения от сцены к наблюдателю не существует, так как уже при формировании видеосигнала даже аналоговым сенсором изображение разбивается на строки, что является пространственной дискретизацией, а строки формируют полукадры и кадры, передаваемые друг за другом в определенной последовательности – т. е. присутствует также и временная дискретизация. Применение ПЗС- или КМОП-матриц в качестве светочувствительного элемента обуславливает разбиение строк на пиксели (дополнительная пространственная дискретизация). Таким образом, из всех параметров передаваемого изображения в аналоговом телевидении – геометрии, интенсивности, цветности и времени – только два были аналоговыми. Кроме того, даже в «чисто аналоговых» системах охранного телевидения, применение устройств обработки видеосигнала – квадраторов, коммутаторов, мультиплексоров – также приводит к дискретизации сигнала. Видеорегистраторы с цифровой записью изображений на жесткий диск, сменившие ленточные спецвидеомагнитофоны, в терминологии СОР

остаются аналоговыми до тех пор, пока ввод и вывод из них изображений осуществляется посредством аналогового видеосигнала.

Таким образом, ряд действительно цифровых устройств при описании СОТ относят к разряду аналоговых. При этом деление компонентов СОТ на аналоговые и цифровые определяется только способом передачи изображения между ними и не зависит от того, что происходит внутри устройства.

Эволюция СОТ от «аналоговых» систем к «цифровым» происходит естественно и постепенно через гибридные системы (рис. 1.6–1.8). В аналоговой системе (рис. 1.6) не было компонентов с цифровой обработкой видеосигнала, поэтому отсутствовало мультиэкранное отображение, а запись производилась выборочно (как правило, при поступлении сигнала тревоги соответствующая телекамера переключалась на вход видеомagniтофона). Линии связи – коаксиальный кабель. Для протяженных линий использовались усилители. Выбор камер на мониторах происходил с помощью аналогового матричного коммутатора. Простая структура и минимум преобразований видеосигнала обеспечивали простоту сопряжения компонентов и высокую надежность СОТ.

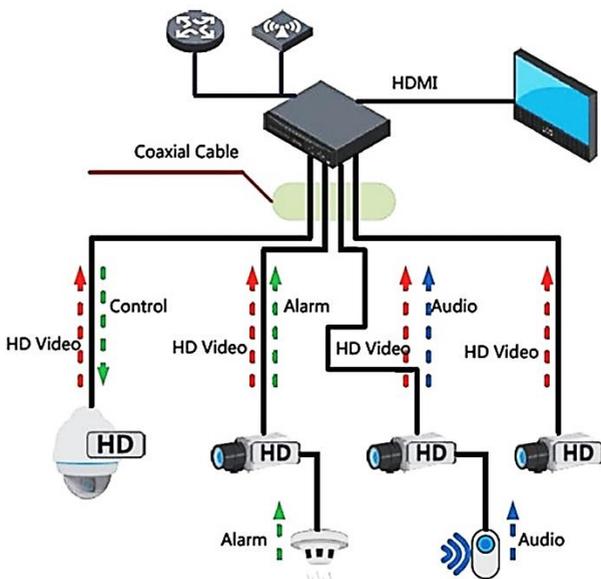


Рис. 1.6. Типовая структура «аналоговой» СОТ

Основное отличие гибридной СОР (рис. 1.7) от аналоговой схемы заключается в цифровых видеорегистраторах. Выполняя те же функции, что и замененные ими мультиплексоры и видеомагнитофоны, они вместе с тем имеют важное отличие. В них изображения хранятся в виде информационных файлов, пригодных для дальнейшей передачи и использования в цифровом виде. Небольшая модификация – добавление в видеорегистратор сетевого интерфейса – превратила эту систему в полноценную гибридную СОР.



Рис. 1.7. Структура «гибридной» СОР

В системе появилось два независимых канала – аналоговый (через матричный коммутатор и видеомониторы) и цифровой (через сеть и рабочую станцию). Каждый из них мог быть самостоятельно использован для решения задач теленаблюдения, но у каждого на том этапе переходе были свои недостатки. Аналоговый канал давал наилучшее качество и работу в режиме «реального времени», но не предоставлял доступа к видеозаписи. Цифровой канал напротив, позволял воспроизвести видеозапись, но возможности наблюдения в реальном времени ограничивались сравнительно невысоким качеством и большими задержками.

Со временем новое поколение видеорегистраторов, работающих в режиме реального времени, доказало, что и качество, и скорость передачи, и задержки могут быть улучшены настолько, что необходимость в отдельном аналоговом канале отпадает. Более того, цифровые компоненты могут обеспечивать характеристики, недостижимые в аналоговых системах, например, в случае с IP-камерами мегапиксельного разрешения (рис. 1.8). Программное обеспечение, совершенствуясь, превратилось в универсальное средство доступа к живой и архивной видеоинформации, с развитыми средствами поиска, видеоанализа и различными сервисными функциями.

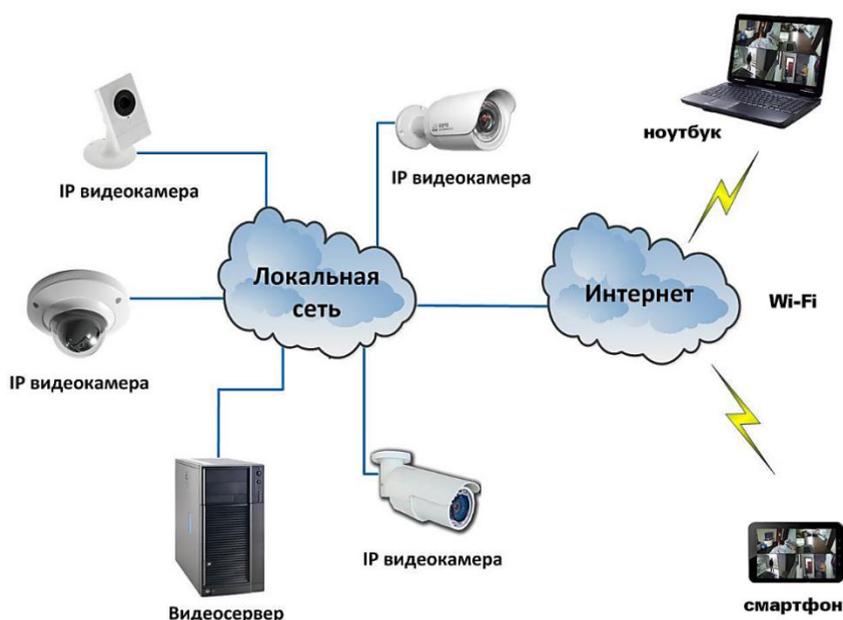


Рис. 1.8. Структура «цифровой» СОР

Для обеспечения совместимости с аналоговыми системами предусматриваются кодеры и декодеры, выполняющие преобразование аналогового видеосигнала в поток данных, передаваемый через *IP*-соединение, и наоборот. Последние дают основания назвать гибридной и такую систему, хотя, строго говоря, их присутствие не является обязательным.

В настоящее время для каждого компонента существует цифровое воплощение. Внедрение полностью цифровых систем иногда сдерживается, например, несовместимостью протоколов цифровой передачи разных производителей, рядом других проблем, однако все эти трудности не носят принципиального характера и с успехом преодолеваются. Темпы смены поколений *IP*-систем видеонаблюдения, включая аппаратные и программные компоненты, составляют около 3 лет.

2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Важная особенность систем охранного телевидения – уникальность проекта любой видеосистемы. В различных реализациях имеется много схожего (повторяющегося), но каждый новый проект СОТ даже типовых объектов охраны – это иная конфигурация, другая совокупность задач СОТ, иные углы обзора видеокамер, освещенность объекта, уровни сигналов и помех, что обуславливает и другой подбор технических средств систем видеонаблюдения, т. е. другой объект – новая видеосистема. Разнообразие объектов, на которых устанавливаются СОТ, чрезвычайно велико, и рассмотрение всех возможных типов СОТ в ограниченном объеме одного издания невозможно, поэтому в дальнейшем рассматриваются несколько разнотипных объектов проектирования.

Структура и состав телевизионной системы наблюдения в основном определяются

- количеством телевизионных камер;
- количеством постов наблюдения;
- особенностями режима отображения;
- особенностями режима видеорегистрации (сжатия и записи);
- необходимостью дистанционного управления телекамерами;
- каналами связи между элементами системы.

Наиболее важны вопросы, связанные с выбором количества телекамер, их параметров и мест установки. В свою очередь, количество телекамер будет определять организацию постов наблюдения (их количество, способы отображения, обработки и регистрации) и их оборудование. А от взаимного расположения камер и постов наблюдения будут зависеть и каналы связи.

Для различных типовых объектов существуют различающиеся, но имеющие схожие параметры концепции безопасности. Например, для решения задач СОТ промышленных предприятий необходимо

- предотвращение и расследование хищения продукции и сырья;
- обеспечение безопасности персонала;
- соблюдение технологических норм;
- учет рабочего времени;
- предупреждение аварий и травм;
- обеспечение пожарной безопасности.

Для АЗС характерно решение следующих задач:

- предотвращение и расследование правонарушений кассиров;
- предотвращение краж, аварий;
- оперативное реагирование сотрудников АЗС на чрезвычайные ситуации;
- раскрытие должностных преступлений, помощь в решении спорных ситуаций;
- предупреждение аварий и травм;
- обеспечение пожарной безопасности.

Для банков и финансовых предприятий необходимо решение следующих задач:

- обеспечение безопасности сотрудников и клиентов;
- обеспечение сохранности финансовых средств;
- предотвращение правонарушений кассиров и операторов;
- предотвращение несанкционированных проникновений;
- раскрытие должностных преступлений, помощь в решении спорных ситуаций;
- обеспечение централизованного сбора информации из всех отделений в головной офис банка.

Также для всех типов объектов актуальны задачи расследования преступлений, связанных с проявлениями терроризма и вандализма.

2.1. Основные задачи и этапы проектирования систем охранного телевидения

Целью системы охранного телевидения является уменьшение последствий опасных ситуаций, выявляемых средствами телевизионного видеонаблюдения (включая наблюдение в невидимых для глаза спектральных диапазонах), обнаружение и верификация опас-

ных ситуаций (возгорание, проникновение на охраняемую территорию посторонних лиц с целью совершения действий, представляющих угрозу личной, общественной или имущественной безопасности и др.), и формирование с участием оператора извещений о тревоге с охраняемого объекта (указывается наименование, тип объекта охраны).

Целью записи (архивирования) видеoinформации является ее последующий просмотр для обеспечения анализа, использования как доказательной базы или проведения следственно-оперативных мероприятий.

Проектирование системы охранного телевидения включает решение следующих основных задач:

- разработка концепции безопасности объекта с утверждением сценария действий охраны в различных ситуациях технического задания (ТЗ);

- первоначальный выбор конфигурации системы охранного телевидения в соответствии с требованиями ТЗ;

- подбор необходимого видеооборудования и аксессуаров с использованием каталогов и прайс-листов различных компаний;

- выбор варианта подключения приборов и корректировка конфигурации видеосистемы в соответствии с параметрами реально существующего на рынке систем безопасности оборудования.

На первом этапе проектирования необходимо обследовать объект и четко ответить для себя на основные вопросы, определяющие цели и задачи проектирования с учетом особенностей конкретного объекта.

1. Определение задач СОТ (обнаружение факта появления человека, считывание автомобильных номеров и т. д.). Европейский стандарт *EN 50132-7*, основанный на рекомендациях Британского МВД, определяет следующие градации эффективности систем наблюдения: *верификация, опознавание, идентификация*. Заметить человека на изображении, полученном видеокамерой с объективом с углом зрения 45–50° можно, если человек находится на расстоянии около 20 метров, опознать знакомого – с расстояния 5 м, незнакомого – с расстояния 2 м, зафиксировать номер автомобиля – с расстояния 4 м. Использование объектива с меньшим углом зрения позволяет увеличить эти расстояния. Этими условиями определяется геометрия расположения камер и их количество.

2. **Определение обязательных зон просмотра** (окон, дверей, конвейера и т. д.). Как правило, этими зонами являются места наиболее вероятного проникновения злоумышленников и места непосредственного сосредоточения материальных ценностей (склад, касса, торговый зал, кабинеты руководства и др.). Число зон видеоконтроля может варьироваться от единиц (входная дверь и торговый зал) до нескольких десятков или сотен, включающих большинство помещений объекта. Исходя из числа зон наблюдения определяется приблизительное количество камер в системе и, следовательно, другое необходимое оборудование для обработки сигнала, отображения видеoinформации и др. Определяются также зоны, где видеонаблюдение нежелательно или запрещено. Здесь может потребоваться применение маскирующих изображений.

3. **Определение количества зон с однотипными задачами видеонаблюдения**, расчет и моделирование их параметров, предварительное определение требований к разрешению сенсоров, углам зрения объективов, высоте установке камер, необходимости перекрестного наблюдения камерами друг за другом и т. д.

4. **Определение необходимости применения поворотных камер** с оптическим зумом, биспектральных камер, камер с *Fisheye*-объективом и др.

5. **Определение необходимости контроля быстро перемещающихся объектов, слабоконтрастных деталей.**

6. **Определение уровня освещенности на объекте**, возможного диапазона ее изменения, наличие ярких засветок, отражающих объектов, объектов, создающих тень, например, деревьев (зависит от сезона) и пр.

7. **Определение необходимости фиксации изображения при низкой освещенности**, в условиях меняющейся освещенности в широком диапазоне, необходимости применения тепловизоров, дополнительных источников освещения.

8. **Определение возможности установки, крепежа камер**, подводки к ним коммуникаций, определение необходимости применения устройств защиты линий связи и питания от электрических перегрузок (грозозащиты).

9. **Определение параметров питания СОР**. Определение требований и расчет параметров источников резервного и бесперебойного питания.

10. Учет климатических условий. Определение наличия сложных климатических условий на объекте (запыленность, повышенная влажность, резкие перепады температур, химически агрессивная среда, смоляной туман, взрывоопасность).

2.2. Основные этапы разработки системы охранного телевидения

В каждом конкретном случае особенности объекта и условий наблюдения существенно влияют на порядок и способы решения различных вопросов. Часть этапов разработки системы охранного телевидения взаимосвязаны. Кроме того, процесс проектирования часто имеет итерационный характер, с последовательным уточнением состава системы и параметров ее элементов, возвращением к уже выполненным этапам с целью их корректировки. Основные этапы разработки системы телевизионного наблюдения:

1. Анализ охраняемого объекта с определением зон, требующих контроля телевизионными средствами.

2. Выбор условий наблюдения (общий план, крупный план, монохромное (для тепловизоров и камер с ИК-подсветкой) или цветное изображение и др.).

3. Определение количества телекамер для контроля выделенных зон.

4. Выбор параметров объективов (углы обзора или фокусное расстояние).

5. Оценка условий освещенности с учетом изменений в процессе эксплуатации в течение суток, в разное время года.

6. Определение мест установки и положения (направленности) телекамер.

7. Определение требуемой чувствительности телекамер, необходимость автоматической регулировки диафрагмы объектива, устройства подсветки и т. п.

8. Анализ условий работы телевизионных средств наблюдения (климатические условия, возможность повреждения и т. п.).

9. Выбор типа установочных элементов (кронштейнов, корпусов и др.).

10. Выбор конкретного типа устройств.

11. Выбор режима отображения (последовательное переключение, мультисканное; количество мониторов).

12. Анализ требуемого режима регистрации видеосигналов и параметров записи.

13. Оценка требуемого характера обработки сигналов телевизионных систем (только визуальное наблюдение на экране монитора оператором, автоматическое обнаружение движения и т. п.).

14. Выбор структуры системы и определение количественного и функционального состава оборудования (стационарные камеры, управляемые камеры, скрытые камеры, мониторы, устройства отображения, видеорегистраторы, их количество и т. д.).

15. Монтаж оборудования (инсталляция СОТ).

16. Настройка ТВ-системы.

17. Обучение персонала.

18. Анализ результатов работы СОТ. Коррекция текущего проекта СОТ и учет выявленных ошибок проекта.

Схематически процедура коррекции проекта СОТ представлена на рис. 2.1.

Тактико-технические требования к СОТ необходимо удовлетворить с учетом финансовых ограничений. На рынке ТВСН представлена техника зарубежных фирм и стран СНГ (в основном российских предприятий). При выборе поставщика технических средств следует учитывать:

– класс оборудования с точки зрения соотношения качество/цена (дешевое, стандартное и высококачественное);

– наличие у торгующей организации достаточно широкого набора всех элементов технических средств СЗТВ;

– стоимость и технические характеристики оборудования;

– поддержку торгующей организацией заводских гарантий и условия их сохранения;

– сроки поставки;

– условия монтажа оборудования (представителями фирмы или другими организациями);

– возможность обучения персонала работе на закупленном оборудовании;

– возможность расширения системы и модернизации оборудования, обновления программного обеспечения.



Рис. 2.1. Процедура коррекции проекта СОТ

2.2.1. Проектирование системы охранного телевидения. Общение с заказчиком

Информацию для проектирования системы охранного телевидения, проектировщик получает из общения с заказчиком и осмотра объекта или только его архитектурных планов, если проект СОТ создается одновременно с проектированием объекта охраны до его введения в эксплуатацию. Однако при этом следует учитывать следующее:

– оценка задач, параметров СОТ в целом и ее компонентов носит частично субъективный характер даже при обсуждении характеристик проекта специалистами в области проектирования и эксплуатации систем видеонаблюдения. Заказчик может не обладать специальными знаниями в области охранного телевидения, поэтому проектировщик должен быть в определенной степени популяризатором и даже психологом, чтобы быть правильно понятым заказчиком. На практике техническое задание (ТЗ), как правило, пишет исполнитель и объясняет заказчику смысл каждого пункта документа;

– заказчик может иметь неправильные представления об охранном телевидении, быть неоправданно категоричным; он может поручить общение с проектировщиком лицу, далекому от понимания задач; обеспечения безопасности. Тем не менее, ответственность за принимаемые решения все равно лежит на проектировщике – надо внимательно выслушать заказчика, но никогда не следует идти у него на поводу;

– во избежание возможных недоразумений рекомендуется все требования заказчика оформлять документально. Ключевой фигурой при согласовании ТЗ должен быть руководитель службы безопасности объекта (а не директор компании, не архитектор, не системный администратор и т. п.) – работать с системой охранного телевидения предстоит ему;

– заказчик часто ограничен в деньгах, поэтому он будет настаивать на реализации более экономичных решений. Здесь допустимо идти навстречу лишь до определенного предела, иначе состав и качество оборудования могут быть ниже минимально необходимого уровня качества СОТ. При этом система охранного телевидения уже перестает быть таковой и реально служит в качестве самообмана, нежели действительно повышает безопасность;

– при сдаче готовой системы охранного телевидения целесообразно выполнить контрольную видеозапись, позволяющую оценить и подтвердить возможность видеосистемы осуществлять идентификацию.

В результате аналитической работы по оценке рисков и угроз объекту совместно с заказчиком, должен быть получен четкий ответ на главный вопрос: «Что должно быть видно?». Ответ на этот вопрос возможен только в том случае, если заказчик имеет четкую концепцию безопасности объекта, если проработаны сценарии возможного развития событий и меры парирования угроз. В частности, необходимо четко представлять:

- что должно быть видно в каждой из зон наблюдения;
- сколько должно быть постов видеонаблюдения (один или несколько с различными приоритетами, например, пост охраны, зам. директора, диспетчер автостоянки, горничная по этажу);
- кто и какие зоны будет контролировать;
- что, с какой скоростью обновления и в течение какого времени следует регистрировать для последующего анализа.

Целесообразно подготовить эскиз, на котором должны быть представлены экраны видеомониторов, на которых отображаются все контролируемые зоны («проходная», «ворота», «приемная», «касса», «двор» и т. п.). Количество таких сгруппированных зон видеонаблюдения определяет состав видеооборудования.

Следует отметить, что само по себе отображение на экране видеомонитора всех требующих наблюдения зон не гарантирует обнаружение злоумышленников или распознавание автомобильных номеров – каждый раз необходимо учитывать размер интересующего объекта, который может отображаться на экране, углы наблюдения, условия освещения и многое другое. Кроме того, необходимо учитывать то конечное время, в течение которого будет осуществляться видеорегистрация пересекающего сектор наблюдения объекта или наблюдение его на экране.

2.2.2. Основные задачи видеонаблюдения на объекте. Требования к компонентам СОТ

Одной из наиболее передовых стран по опыту производства и внедрения систем охранного телевидения является Великобрита-

ния. Рекомендации Британского министерства внутренних дел (*Home Office*) используются в том числе и в российском программном обеспечении проектирования *COT (VideoCAD)*. Отдел научных исследований министерства внутренних дел Великобритании (*Police Scientific Development Branch, PSDB*) разработал документ под названием «Руководство по составлению эксплуатационных требований к системе охранного телевидения». Согласно этому документу, планирование установки системы должно включать в себя четыре ключевых этапа (рис. 2.2). Эти же требования взяты за основу при разработке рекомендаций ведущих производителей оборудования систем охранного телевидения (*AXIS, HIKVISION* и др.), и еще более ужесточены в техническом регламенте республиканского оператора безопасности. Однако в последнем случае это ужесточение касается не всей системы, а только ее части, включаемой в состав республиканской системы безопасности.



Рис. 2.2. Ключевые этапы проектирования *COT* в соответствии с рекомендациями Британского МВД

Первый шаг проектирования системы безопасности заключается в определении проблемы – это может быть непосредственная угроза безопасности объекта, какой-либо из аспектов общественной безопасности или любая другая уязвимость. Сформулированную проблему определяют как эксплуатационное требование первого уровня. Специализированные аспекты, имеющие отношение исключительно к охранному телевидению, составляют второй уровень эксплуатационных требований. В дальнейшем их описание поможет конечному пользователю разграничить зоны ответственности сотрудников, понять все стороны процесса эксплуатации системы, адекватно с реагировать на ситуации, составить наиболее оптимальную конфигурацию системы охранного телевидения и принять верные управленческие решения.

Приведенный в документе алгоритм определения эксплуатационных требований позволит потенциальному пользователю системы видеонаблюдения получить структурированный список вопросов, с помощью которого он сможет окончательно сформулировать требования к будущей системе для передачи их производителю или поставщику. Третий этап – разработка более детальной технической спецификации системы видеонаблюдения. Сюда входит принятие решений о моделях камер, используемом алгоритме сжатия и распределении объема жестких дисков для хранения отснятого материала. Заключительный этап – верификация – проводится после завершения установки и запуска системы. В этот момент важно проверить, насколько результат соответствует заявленным требованиям и насколько производительность системы отвечает ее целям.

Наиболее типичные задачи, актуальные для большинства объектов – это контроль толпы, борьба с воровством, пресечение несанкционированного прохода, обеспечение общественной безопасности. Эти потенциальные проблемы или угрозы могут быть отмечены прямо на плане – в дальнейшем это поможет визуально отразить масштаб или актуальность проблемы и определить требуемый уровень покрытия объекта зонами обзора телекамер. При оценке угроз их можно определить качественно как низкие, средние или высокие.

После выявления проблемных зон и потенциальных угроз, следует определить наиболее эффективные способы решения описанных проблем. Внедрение системы видеонаблюдения может быть только одной из принимаемых мер. Возможно использование и других средств: улучшение освещенности, установка дополнительных

физических барьеров, датчиков присутствия и т. д. Правильно спроектированная система видеонаблюдения способствует решению трех основных задач – обеспечение физической безопасности, предупреждение противоправных действий и расследование преступлений. Первый и самый важный вопрос, который должен быть поставлен в начале проектирования СОТ – «Что я хочу наблюдать?» и следом – «Почему я хочу наблюдать за этим?».

Применение видеокамер может варьироваться от слежения за толпой или наблюдения за общественной безопасностью (когда требуется проследить движение большой группы людей через обширное пространство) до систем контроля управления доступом (СКУД), когда снятое с близкого расстояния высококачественное изображение используется для установления личности. Выбор телекамеры зависит, в первую очередь, от природы той деятельности, за которой предполагается вести наблюдение.

Между решением различных задач видеонаблюдения и пространственным разрешением телевизионных изображений существует следующая связь:

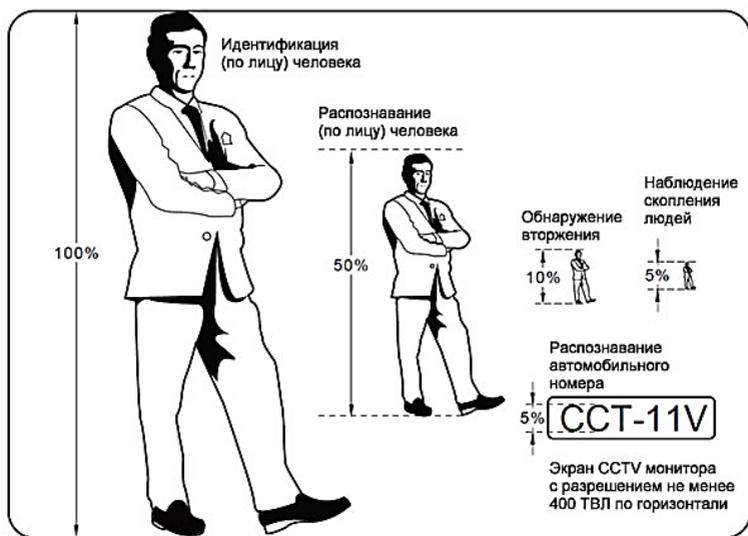
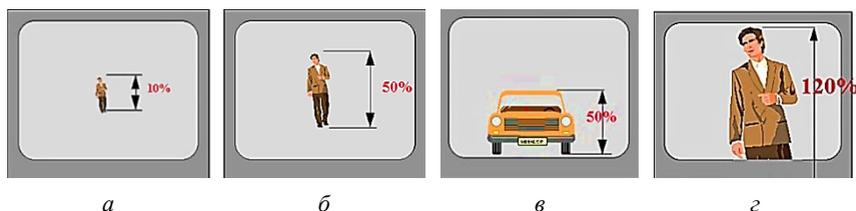
– **восприятие (*monitor & control*)** – позволяет наблюдателю видеть место, направление и скорость перемещения лица, если заранее известна зона, в пределах которой это лицо следует ожидать. **Мониторинг** – наблюдение за дорожным движением либо перемещением людей, где отсутствует необходимость останавливать внимание на отдельных лицах. Иногда применяют термин **различение** – наблюдатель имеет возможность разделить на изображении близко расположенные объекты (людей, автомобили);

– **обнаружение (*detection*)** – позволяет наблюдателю обнаружить отдельное лицо в любом месте зоны наблюдения с вероятностью, граничащей с достоверностью. В этих условиях видеодетектор обнаружения активности (то есть наличия движения) может использоваться по принципу тревожной сигнализации;

– **распознавание (*recognition*)** – при сохранении соответствующего уровня качества наблюдатель способен опознать известное ему лицо с вероятностью, граничащей с достоверностью;

– **идентификация (*identification*)** – воспроизведение мелких деталей настолько хорошо, что наблюдатель может уверенно идентифицировать даже не известное ему лицо с вероятностью, граничащей с достоверностью.

Эти условия выполнимы, если наблюдаемый объект отображается в минимальном размере, установленном в зависимости от поставленной задачи. Так, в случае следственных действий для человека ростом 1,7 м) принята процентная доля экрана (рис. 2.3). Отсюда вытекают, в зависимости от поставленной цели, максимальные значения для высоты и ширины изображения конкретной контролируемой зоны, что позволяет определить требуемое число видеокамер и качество используемых объективов.



д

Рис. 2.3. Относительная зависимость между человеческим ростом и распознаванием мелких деталей для различных задач СОТ:
 а – восприятие (5 %); б – обнаружение (10 %);
 в – распознавание (50 %); г – идентификация (120 %);
 д – критерии отображения на экране по требованиям стандарта AS4806

Следует отметить, что эти рекомендации были первоначально разработаны для полностью аналоговой системы, и потому их не вполне корректно переносить на цифровые стандарты. Кроме того, подобная классификация справедлива лишь в случае наблюдения в реальном времени с использованием стандартной PAL-камеры и PAL-монитора, при обычном разрешении в 576 ТВЛ. Однако ситуация станет гораздо сложнее при использовании телекамеры с цифровым выходом и компьютерного монитора, когда разрешение изображения может быть совершенно различным. В подобном случае при попытке деления по требуемому уровню детализации имеет смысл оперировать количеством «пикселей на цель».

Цель введения этих категорий – помочь выбрать подходящий размер изображения, чтобы проектируемая система отвечала требованиям заказчика, и была бы выработана некая отправная точка. Совсем не обязательно, что при высоте фигуры менее чем 50 % оператор или система не смогут опознать человека. В то же время, не существует гарантии успешной машинной идентификации, если фигура занимает значительно больше, чем 120 % экрана. Влияние оказывают и другие факторы, такие, как уровень освещенности или угол съемки. Однако такие требования хороши уже только тем, что существуют конкретные установленные нормы для решения задач видеонаблюдения.

Ситуация оценки качества системы еще больше осложняется, если мы имеем дело с уже записанным изображением. В процессе записи видеосигнал проходит процедуру сжатия с использованием различных технологий, способных значительно снизить качество по сравнению с первичным изображением. Это может привести к ситуации, когда занимающая 50 % высоты экрана фигура легко может быть опознана при наблюдении в реальном времени, но при просмотре записанного изображения это будет невозможно сделать из-за потери качества. Поэтому при заказе и проектировании системы необходимо обращать внимание на качество записанного изображения в той же мере, как и на качество первичного «не сжатого» изображения.

Алгоритм составления эксплуатационных требований второго уровня проектирования СОТ изображен на рис. 2.4.

Определение проблемы. Цель этого этапа – собрать информацию о местоположении и характеристиках камер. Основные угрозы уже должны быть определены на первом уровне формулирования

эксплуатационных требований, теперь же их необходимо рассмотреть более подробно.

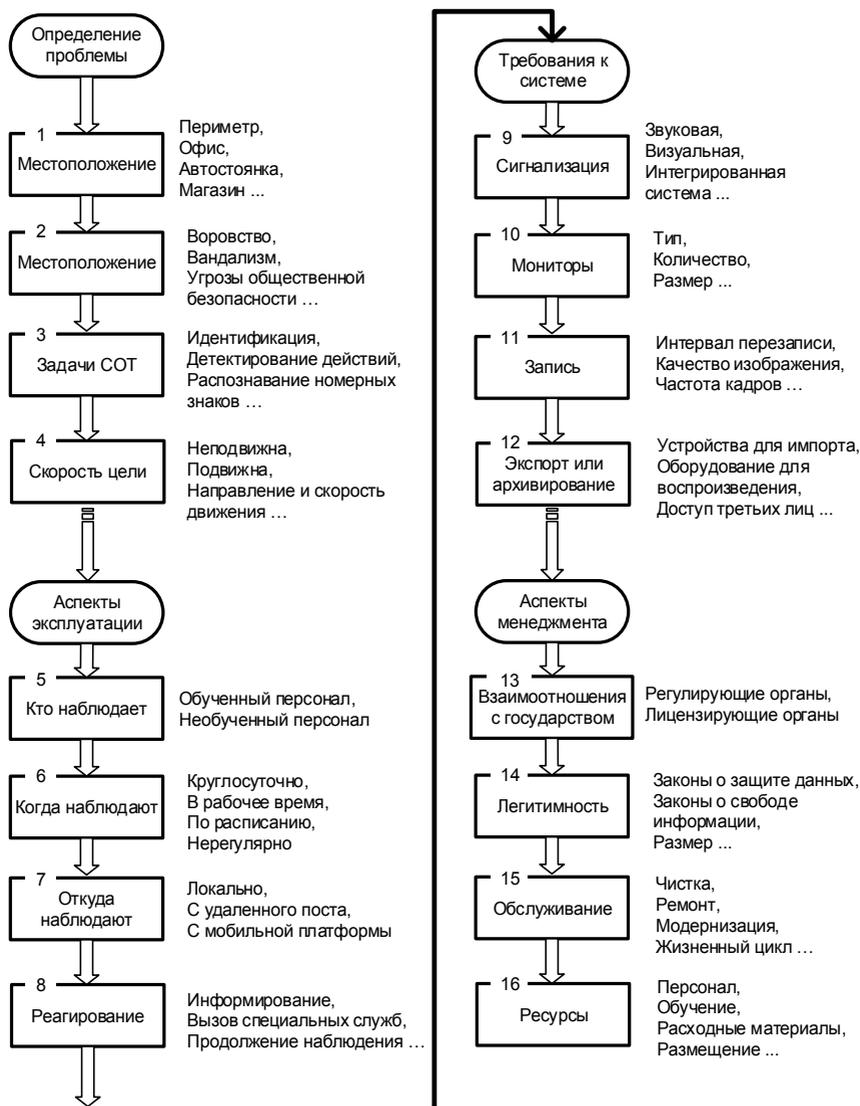


Рис. 2.4. Процесс составления эксплуатационных требований второго уровня

Местоположение. Ситуационный план разделяется на отдельные зоны. Такой зоной может быть область, где существует какая-то определенная угроза, или это может быть стратегическая зона в отрыве от конкретного влияющего на безопасность фактора – например, место, где легко могут быть получены требуемые высококачественные изображения, такое, как входная дверь или проходная. Необходимо решить, существует ли необходимость слежения за каждым объектом на всей охраняемой площади; также следует знать обо всех «мертвых зонах» камер. Например, на автостоянке могут быть выделены две зоны: одна для считывания номерных знаков транспортных средств, вторая для мониторинга состояния машин на парковке.

Нежелательные действия. Типы действий, которые обычно необходимо детектировать: воровство, нарушение общественной безопасности, скопление толпы, несанкционированный доступ, асоциальное поведение, похищение или оставление предметов.

Задачи видеонаблюдения. Здесь определяется, какой из уровней детализации наилучшим образом подходит для решения конкретной проблемы. Возможно, потребуется мониторинг некой большой области, или детектирование приближающихся к зданию людей, или распознавание известных вам личностей на проходной. Возможно, также в СОТ потребуется автоматизированная идентификация лиц для обеспечения работы СКУД.

Скорость цели. Информация о скорости передвижения наблюдаемых объектов критически важна для выбора оптимальной частоты кадров. В редких случаях отснятый видеоматериал записывается при частоте кадров «реального видео» (25 кадров в секунду). Для слежения за коридором, где люди ходят достаточно редко и не совершают внезапных действий, может хватить и 1 кадра в секунду, но для записи изображения стеллажей в торговом зале, где подготовленный вор действует быстро, необходимо не менее 12 кадров в секунду.

Эксплуатационные аспекты. Здесь рассматривается процесс ежедневной эксплуатации системы; в этом разделе документа описываются какой персонал работает с системой, откуда происходит наблюдение, как люди должны реагировать на различные ситуации и т. п.

Значительная часть систем охранного телевидения предполагает наличие операторской (поста охраны СОТ) – специального помещения, откуда происходит мониторинг зон наблюдения. Однако небольшие или мобильные СОТ разрабатываются преимущественно только

для видеозаписи – тогда в случае инцидента записанное изображение пересматривается постфактум. Поэтому указанные ниже пункты могут быть несправедливы для некоторых решений, однако в процессе составления эксплуатационных требований должно быть определено, должна ли ваша система быть ориентирована на «живой» мониторинг либо только на запись для последующего просмотра.

Кто наблюдает. Это может быть или специально выделенный для этой функции персонал, или работу с системой могут осуществлять прочие сотрудники в отрыве от своих основных обязанностей. Некоторые системы могут быть спроектированы и развернуты таким образом, что для их постоянного функционирования вообще не требуется участие человека. Также следует решить, необходимо ли персоналу проходить специальное обучение перед работой с системой.

Когда наблюдают. Сколько часов в сутки и сколько дней в неделю требуется «живое» наблюдение? Имеет ли смысл круглосуточный мониторинг, или достаточно производить его в течение только рабочего времени предприятия? Как сильно должен отличаться график дежурств в операторской по рабочим и по выходным дням? Возможно, наблюдение в реальном времени имеет смысл только во время неких экстраординарных, нерегулярных событий, таких, как футбольные матчи или акции протеста?

Откуда наблюдают. На этом шаге проектирования необходимо решить из какого физического местоположения оператор должен следить за изображением с камер. Возможно, это целесообразнее делать не из операторской, а из офиса сторонней охранной компании? Существенное значение имеет эргономика рабочего места оператора. Необходимо определиться по поводу таких вопросов, как размер и форма операторской, освещенность и наличие вентиляции, физическая безопасность поста, расстояние до охраняемого объекта. Часть видеоизображений отдельных зон может дублироваться на мониторах, установленных в кабинетах администрации предприятия: директора, главного инженера и т. д.

Реагирование. Что происходит в случае выявления инцидента? К примеру, в случае выявления инцидента оператор должен будет связаться с охранным патрулем, менеджером охраняемого объекта, специальными службами или соседним постом видеонаблюдения. В некоторых случаях будет достаточно сделать отметку о событии

в журнале и воздержаться от каких-либо активных действий. Пост видеонаблюдения должен быть снабжен аппаратурой связи. Необходимо оценить допустимое время реагирования на разные типы инцидентов и разработать служебную инструкцию для оператора.

Требования к системе. После разработки эксплуатационных требований по каждой из выявленных проблем, необходимо обратить внимание на собственно устройство системы видеонаблюдения.

Сигнализация. Какие действия должна произвести система после детектирования инцидента? Множество систем обеспечивают автоматическое уведомление в случае выявления того или иного события. Системы видеонаблюдения часто интегрируются с другими системами физической безопасности – например, системами охранной и пожарной сигнализации. Такое комплексное решение будет активировать камеру видеонаблюдения после открытия какой-либо двери.

На этом этапе проектирования необходимо поставить в соответствие разным типам событий разные способы оповещения. Это может быть простой однотонный звуковой сигнал, визуальное оповещение о тревоге с помощью мигающей лампочки (светодиода), текстовое сообщение, графическое изображение или автоматическая передача тревожного сигнала на центральный пост охраны. Это может быть также начало записи изображения с одной или нескольких камер: в целях экономии места на носителях данных некоторые системы не производят постоянную запись изображения, однако эта функция может включаться как реакция на какое-либо из событий. Еще имеет смысл сохранять видеоизображение, начиная не с временной точки детектирования тревоги, а за несколько секунд до события. Для реализации подобной возможности, разумеется, будет необходима буферизация данных в памяти.

В качестве автоматизированных реакций возможны автоматическое переключение монитора на ту камеру, где было зафиксировано событие, или автоматическая отметка в событийном журнале системы.

Мониторы. Если было принято решение о необходимости «живого» мониторинга, необходимо определиться с требуемым количеством мониторов и числом камер на один дисплей, а также распределением зон наблюдения на экране монитора.

Запись. Как долго видеoinформация будет сохраняться в системе, пока она не будет заменена новой (какова глубина архива)?

Насколько качество записанного изображения отличается от качества «живого»? Какая необходима частота кадров при записи? Какие метаданные (дополнительная информация, например, о времени или месте съемки) должны быть сохранены вместе с видео? На этом шаге проектирования необходимо ответить на все эти вопросы. Важным является принятие решения о выборе алгоритма сжатия. Отметим, что неправильный выбор алгоритма и степени сжатия может испортить даже исходно высококачественное изображение, и запись «пережатого» видеосигнала с камеры высокого разрешения может быть существенно хуже по качеству, чем запись видеосигнала с камеры стандартного разрешения.

На рис. 2.5 проиллюстрирована разница между воспроизводимыми видеоизображениями при использовании разных алгоритмов сжатия. На исходном изображении прекрасно читаются номерные знаки, а черты лица девушки легко поддаются описанию.



Рис. 2.5. Изображения при использовании различных методов сжатия:

a – исходное изображение;

б – сжатие по алгоритму дискретного косинусного преобразования (ДКП);

в – сжатие с использованием вейвлет-преобразования

При использовании сжатия по методу дискретного косинусного преобразования на изображении присутствуют артефакты, а на границах блоков – цветовые искажения. Наблюдается неоднозначность чтения некоторых символов автомобильного номера.

Сжатие с использованием вейвлет-преобразования характеризуется смазыванием всего изображения, мелкие детали потеряны на

всей картинке. Однако символы на номере достаточно хорошо распознаются, геометрия изображения почти не искажена.

Экспорт/архивирование данных. Система видеонаблюдения должна обладать функцией записи/переноса важной информации. В аналоговых системах для изъятия информации было необходимо достать из архива видеокассету, а в цифровых системах требуется произвести копирование данных с внутреннего жесткого диска на оптический *CD*- или *DVD*-диск перед тем, как информация на жестком диске будет перезаписана.

Аспекты менеджмента. В этом разделе рассматриваются аспекты взаимоотношений с государственными регулирующими органами, а также организационные вопросы о ремонте и обслуживании системы. Какие требуются документы для установки системы видеонаблюдения? Как часто необходимо будет проводить очистку оборудования от загрязнений? Кем будет выполняться техническое обслуживание и текущий ремонт системы? Эти вопросы также должны быть решены заранее. Британское министерство внутренних дел настоятельно рекомендует придерживаться принципа «семь раз отмерь – один раз отрежь». Необходимо помнить, что интересы продавца и покупателя могут сильно отличаться.

В ряде программ автоматизированного проектирования СОТ существует возможность выбора критериев качества СОТ. При этом проектировщику предоставляется право как самому назначить численные значения параметров системы и оборудования, так и воспользоваться типовыми рекомендациями, причем в верхней строчке подменю выбора располагаются именно рекомендации Британского МВД. Аналогом британских рекомендаций в Российской Федерации и Республике Беларусь являются ведомственные рекомендации (Р) и руководящие документы (РД).

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 25 мая 2017 г. № 187 «О республиканской системе мониторинга общественной безопасности» разрабатывается ряд документов, регламентирующих порядок использования государственным оператором точек доступа к системам охранного телевидения отдельных субъектов хозяйствования. В техническом регламенте оговаривается обязательное применение *IP*-видеокамер, предпочтительно с объемом матрицы 2 Мп, обеспечивающими оптимальное соотношение чувствительности и разрешения, использование только проводных интерфейсов.

Применение аналоговых видеокамер даже высокого разрешения и любых беспроводных интерфейсов исключается. Формируемые зоны видеонаблюдения на входе в объект охраны с задачей распознавания должны обеспечивать угол наклона к лицу не более $\pm 5^{\circ}$ и высотой установки камеры от 1,75 до 2,5 м, с формированием изображения лица не менее, чем 500 пикс./м по горизонтали. Отметим, что требования к зонам видеонаблюдения, не отдаваемым локальной системой безопасности в республиканскую систему мониторинга, не являются столь жесткими. Применение IP-видеокамер и IP-подсистем обработки и передачи данных обуславливается тем, что они являются основой формирования цифровых систем видеонаблюдения – одного из самых перспективных направлений в системах безопасности.

2.2.3. Модель нарушителя. Методика персонажей

При разработке сложных систем, в том числе систем охранного телевидения, в последнее время используется методика, призванная наглядно показать, что требуется от системы. Методика персонажей заключается в том, что проектировщик придумывает несколько конкретных персонажей (например, «директор Сергей Петрович», «кассир Леночка», «завсектором учета бродячих собак Марья Ивановна»). И далее наглядно представляете себе, когда, при каких обстоятельствах и как они будут вести себя на объекте охраны. Можно назвать условные модели преступников и обозначить легко запоминающимися словами, например, «Бандит», «Бомж», «Плохой менеджер» (внутренний вор), «Шпион (конкурент)». И все разделы проекта системы безопасности сверять (хотя бы мысленно) с действиями данных персонажей в конкретных обстоятельствах. Главное – представить себе противника достаточно наглядно, вжиться в его роль, смоделировать его действия (сценарий поведения) в конкретных ситуациях.

Эта методика не заменяет оценку вероятности рисков безопасности от действий различных персонажей при разработке модели нарушителя, но делает процесс проектирования более наглядным, упрощает его, и позволяет избежать ряд ошибок на всех этапах проектирования СОТ.

2.3. Проблема человеческого фактора в СОТ

Проектирование систем охранного телевидения связано с рядом специфических особенностей, отличающих процессы проектирования и эксплуатации СОТ от других технических систем обеспечения безопасности.

Любое изображение, тем более движущееся (видеоизображение), имеет очень большую информационную избыточность – с одной стороны, а с другой – оценивается субъективно, по-разному даже одним оператором в начале и конце смены. Невозможно определить технические требования ни к оператору, ни к цели обнаружения: какого роста, веса и возраста нарушителей должен обнаруживать оператор и т. д.

Таким образом, наличие человека как обязательного звена в СОТ не позволяет сформулировать технические требования к системе охранного телевидения в целом, как нельзя сформулировать требования к охраннику системы физической охраны. Возможно, техническую часть системы охранного телевидения удобнее называть видеосистемой. Если же по традиции эту часть называть охранным телевидением, то тогда при предъявлении технических требований к СОТ и при ее испытании надо учитывать, что человек в эту систему не входит.

Поскольку под системой охранного телевидения понимается лишь оборудование, то предполагается, что СОТ не обеспечивает охрану объекта, но способствует такой охране; иначе говоря, человек не входит в состав системы. В этом случае система охранного телевидения становится одним из возможных приложений видеонаблюдения, какими, например, являются видеосистемы для визуального контроля технологических процессов на производстве, в медицине, в сервисе и пр. При этом состав оборудования видеосистемы остается практически неизменным для решения самых различных задач.

Систему видеонаблюдения можно рассматривать как эффективный способ раннего выявления угроз при помощи обнаружения людей, объектов, их перемещений в поле зрения камер наблюдения. Это подразумевает и приближение к особо ценным предметам или их перемещение (хищение ценностей), и нарушение ограждений защищаемых территорий, несанкционированное движение и агрессивное или вызывающее подозрение поведение, нанесение ущерба и повреждений.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В главе приводятся факторы, влияющие на параметры проектируемой системы и состав технического задания учебного проекта системы охранного телевидения; рассматриваются параметры устройств формирования изображения, принципы определения основных параметров компонентов систем видеонаблюдения, основные критерии их выбора и их влияние на характеристики проектируемой системы охранного телевидения в целом.

3.1. Состав технического задания учебного проекта СОТ

Техническое задание разрабатывается обучающимся на первой стадии проектирования и утверждается руководителем проекта. В состав технического задания учебного проекта СОТ входят следующие обязательные разделы:

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В этом разделе содержатся подразделы:

1.1. Полное наименование системы: *например, Система охраны музея с использованием системы охранного телевидения и системы контроля и управления доступом.*

1.2. Шифр темы: *приводится в соответствии с методической инструкцией.*

1.3. Заказчик системы: *Учреждение образования «Наименование учреждения образования», факультет «Наименование факультета», кафедра «Наименование кафедры».*

1.4. Основание для проектирования: *задание по дипломному (курсовому и др.) проектированию.*

1.5. Проектировщик: *указывается должность (статус) проектировщика, Фамилия Имя Отчество.*

1.6. Сроки проектирования:

Начало: *дата.*

Окончание: *дата.*

1.7. Стадия проектирования: *например, строительный проект, модернизация.*

1.8. Перечень документов, на основании которых создается система: *приводятся ссылки на приказы и указания, определяющие процесс проектирования в учреждении образования, основные ТНПА.*

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ОХРАНЫ

В разделе приводятся конкретные характеристики и параметры объекта охраны, способные повлиять на проектные решения. Особенностью проектов СОТ является необходимость учета ряда факторов, влияющих на качество визуального восприятия и не существенных для других систем обеспечения безопасности: охранной и пожарной сигнализации и т. д. Такими факторами могут являться расстановка мебели и оборудования, отражающая способность стен, расположение объекта относительно сторон света и многие другие. Далее приведено одно из возможных описаний.

Объект охраны, историко-культурный музей-заповедник «Дворец», является достоянием Республики Беларусь и объектом посещения экскурсионных групп из стран ближнего и дальнего зарубежья, что обуславливает возможность массового пребывания людей на объекте. Замок, на основе которого был создан музей, основан в XVI веке и представляет собой большую историческую и культурную ценность.

Общая площадь земельного участка музейного комплекса составляет 11360 м². Замок находится на земляном валу высотой 9 м. Вал окружен каналом с водой глубиной 5 м. На территорию замка имеется 2 въезда. Въезд № 1 – центральный, через мост, длиной 22 м; въезд № 2 – по насыпи с тыльной стороны замка.

Музей представляет собой 3-этажное здание с чердаком и подвалом, размерами 80x142 м, площадью 11360 м², высота различная – от 10 до 18 м. Планировка сложного типа. Наружные стены кирпичные. Внутренние перегородки кирпичные оштукатуренные. Перекрытия смешанные (кирпичные своды, железобетонные, междуэтажные деревянные). Пол паркетный. Кровля двускатная жестяная по деревянной обрешетке. Чердак расположен над всем зданием, высота различная – до 3 м, пол – деревянный, жилых помещений нет. Общая площадь 3296 м².

Подвальные помещения расположены под корпусами «Дворца» (704 м²) и «Каменицы» (832 м²) общей площадью 1536 м², высота от 2 до 3 м. Пол бетонный, стены кирпичные. Входы снаружи и изнутри здания.

В здании дворцового комплекса расположены на 2 и 3 этажах экспозиционно-выставочные залы, администрация, ресторано-гостиничный комплекс; на 1 этаже – технические помещения (теплоузел, машинное помещение охл. камер, фондохранилище (хранение предметов декоративно-прикладного искусства из металла), аппаратная связи, серверная, противопожарная-насосная, кухня с овощным и мясо-рыбным цехом (оборудование под напряжением для приготовления пищи), помещение общественного питания, бельевая, сувенирный киоск, гардеробные помещения); в подвальном этаже находятся фондохранилища, венткамеры и тепловые узлы, в чердачных помещениях размещено оборудование кондиционирования. В отдельно стоящих зданиях расположены гостиница, с рассчитанной вместимостью на 49 человек, буфет и кухня; гараж для 2 автомашин; хозяйственный склад; трансформаторная подстанция с резервной дизельной электростанцией. Особую важность представляет нахождение исторических материальных ценностей в экспозиционно-выставочных залах.

Выставочные залы, а также администрация оборудованы системой охранной сигнализации согласно РД 28/3. 012 – 2005. Требования к технической укреплённости объектов, подлежащих обязательной охране Департаментом охраны Министерства внутренних дел Республики Беларусь.

3. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

Назначение системы охранного телевидения (*указывается наименование объекта охраны*) – противокриминальная защита объекта охраны путем формирования в режиме реального времени телевизионных изображений, включая их запись и хранение, формирования служебной информации и извещений о тревоге.

Основными задачами системы охранного телевидения являются

- визуальный контроль рубежей охраны;
- наблюдение за обстановкой на пунктах пропуска на объект персонала, посетителей, транспорта;

– отображение наблюдаемых зон с приоритетным отображением тревожных событий;

– обнаружение нарушений безопасности (нарушителей, оставленных предметов, пересечений выделенных зон и линий людьми, предметами, транспортом и др.);

– идентификация обнаруженных целей (нарушителей, оставленных предметов, транспорта и др.);

– верификация (подтверждение истинности и степени угрозы) тревожной ситуации;

– контроль за протеканием технологических процессов там, где возможна угроза жизни и здоровью людей;

– формирование и обработка дополнительной информации (число нарушителей, направление их движения и т. д.).

Системы охранного телевидения используются при наличии постоянного контроля за ними со стороны оператора.

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

В разделе приводятся основные требования к системе. Например:

4.1. Требования к системе СОТ

4.1.1 Установка должна функционировать круглосуточно.

Системой охранного телевидения необходимо оборудовать весь внешний периметр музея-заповедника, при этом требуется:

– обеспечить идентификацию всех посетителей, входящих в музей;

– обеспечить идентификацию всех посетителей, проходящих через турникеты;

– обеспечить наблюдение за действиями посетителей, а также за возможными нарушителями.

Система должна быть построена с использованием поворотных камер ССТV с разрешением не менее 2 Мп и чувствительностью не менее 0,1 люкс.

Электропитание видеокамер системы должно быть ориентировано на PoE.

Система должна иметь возможность автоматического переключения режима «день/ночь» в условиях изменяющегося освещения.

Центральный программно-аппаратный комплекс системы должен быть построен на базе отказоустойчивых серверных платформ и профессионального программного обеспечения.

Предусмотрены вывод видеоинформации на мониторы поста охраны; предусмотреть запись и хранение видеоинформации в течение 30 суток.

Запись видеоинформации производится как по факту обнаружения движения в зоне наблюдения, так и круглосуточно. Качество записи – не менее 8 кб/с.

Электропитание оборудования системы обеспечить от системы бесперебойного электропитания. Время автономной работы системы видеонаблюдения – не менее 2 часов.

4.2. Требования к системе СКУД

В подразделе приводятся основные требования к другим проектируемым системам обеспечения безопасности объекта охраны.

4.3. Общие требования для СОТ и СКУД

В подразделе приводятся требования к общим компонентам систем и правилам взаимодействия проектируемых систем обеспечения безопасности объекта охраны.

5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА

В разделе приводятся основные требования к содержанию проекта, составу его графической части, пояснительной записки, указывается перечень обязательных приложений.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

В разделе приводятся порядок контроля хода выполнения проекта по этапам и в целом, порядок приемки системы, определяется состав и полномочия приемной комиссии.

7. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

В разделе указывается в соответствии с какими нормативными документами требуется оформить чертежи планов размещения оборудования, электрических схем, записку и другие части проекта. Например

7.1. Техническое задание оформить в соответствии с ТКП 340-2011, ГОСТ 34.602-89.

7.2. Электрические схемы оформить и разработать в соответствии с ГОСТ 2.702-2011.

3.2. Выбор и установка телекамер. Определение числа видеокамер

Реальное проектирование системы охранного телевидения начинается с выбора количества видеокамер и мест размещения их на охраняемом объекте. Вариантов решений этой задачи может быть много. С одной стороны, количество видеокамер влияет на стоимость системы охранного телевидения, с другой стороны, их количество должно быть не меньше того, которое необходимо для обеспечения заданного уровня безопасности объекта. В этом случае говорят о необходимой достаточности.

Недостаточное количество видеокамер приводит к наличию в пространстве «мертвых зон», изображение которых не просматривается на экране монитора, а значит, подобная система не позволяет полноценно контролировать обстановку на объекте.

Чрезмерное количество видеокамер приводит к неоправданному повторению схожих изображений, к росту цены оборудования (видеокамеры, объективы, кронштейны, кожухи, кабели), усложнению оборудования обработки видеосигналов, значит, к неоправданному удорожанию системы охранного телевидения. Более того, увеличение числа видеоканалов приводит к уменьшению времени наблюдения по каждой зоне, к уменьшению размеров изображения при мультисекционном представлении изображений на экране, и вместо ожидаемого повышения информативности видеосистемы – происходит ее понижение.

При проектировании системы охранного телевидения пространство, охраняемое видеосистемой, разбивается на зоны обзора, формируемые каждой из видеокамер. Выбор оптимального количества видеокамер за счет их рационального размещения на объекте не только экономит деньги заказчика, но и упрощает обработку видеосигналов, облегчает работу службы охраны объекта.

Общей рекомендацией может быть следующая: в поле зрения видеокамер должно попадать максимальное количество дверей, коридоров, лестниц, холлов возле лифтов с тем, чтобы злоумышленник был обнаружен при любой траектории его движения по объекту. Особенно важными с точки зрения безопасности являются въезды и выезды, ворота и прилегающие к ним территории, заборы, дворы, стоянки автомобилей. Лицо злоумышленника должно попасть «в кадр» хотя бы одной из видеокамер при любом повороте его головы.

Путем использования плана помещений или местности, выбираются соответствующие зоны обзора видеокамер. Далее выбираются наиболее подходящие места крепления видеокамер.

Точка расположения видеокамеры и подлежащие наблюдению объекты (дверь, ворота, шлагбаум, склад и т. п.) в горизонтальной и вертикальной областях образуют сектор наблюдения. Выбранные секторы наблюдения определяют углы обзора видеокамер. Далее на основании этих параметров и знания форматов видеокамер определяются фокусные расстояния объективов.

Задача оптимизации расположения видеокамер до настоящего времени выполняется эвристически и не имеет однозначного решения, т. к. не существует однозначных оценок эффективности расположения видеокамер, выбора углов обзора объективов. Вообще процесс выбора большинства решений проекта СОТ носит компромиссный характер, что при необходимости учета множества параметров, обуславливает многовариантность близких по эффективности решений при проектировании СОТ даже простых объектов.

3.3. Размещение видеокамер. Выбор зон наблюдения

Информативность видеосигнала, следовательно, основные характеристики телевизионной системы наблюдения зависят от ряда факторов, основные из которых:

- характеристика и параметры телекамеры;
- угол обзора;
- место установки камеры;
- ориентация камеры;
- условия освещенности.

Ошибки в выборе любого из факторов могут существенно уменьшить информативность видеосигнала. Этот выбор – важнейшая задача, решение которой определит возможности СОТ в целом.

Первый этап процедуры разработки телевизионной системы наблюдения включает в себя определение количества и конфигурации зон, контролируемых СОТ. Для этого на начальном этапе разработки телевизионной системы необходимо определить три основные группы зон:

1. Приоритетного наблюдения средствами СОТ – зоны, которые должны обязательно контролироваться средствами телевизионной системы с точки зрения обеспечения требуемого уровня безопасности.

2. Желательного контроля средствами ТВ-наблюдения – зоны, для которых нет столь жесткой необходимости наблюдения, и решение об их контроле может приниматься на основании других соображений. Например, в системе будет использоваться 16-канальный регистратор, а камер, контролирующих первую группу зон – 14. В таком случае незначительное увеличение стоимости системы на две телекамеры позволит контролировать две дополнительные зоны или контролировать наиболее важные зоны несколькими телекамерами.

3. Запрещенные для наблюдения – такие зоны, как клавиатуры компьютеров, участки частных территорий или окна жилых домов (по крайней мере, без согласия их владельцев) или другие, затрагивающие частную жизнь людей.

Таким образом, фактически надо определить:

- положение и размеры зон наблюдения;
- их приоритетность или порядок по важности.

В дальнейшем количество этих зон и особенности телевизионного контроля могут корректироваться, и окончательно будут определяться в совокупности со стоимостными и другими ограничениями.

На втором этапе по каждой зоне необходима формулировка решаемых задач:

- общий обзор (например, общий план прилегающей территории);
- контроль ситуации (например, действия покупателей в торговом зале);
- идентификация (например, посетителей, входящих в офис).

Могут быть и их комбинации (к примеру, общий обзор стоянки автомашин с одновременной возможностью распознавания номеров). От этого будут зависеть количество и тип телевизионных камер в системе, параметры объективов. Так, в последнем примере потребуется минимум две телекамеры: одна общего обзора и вторая, управляемая по положению с объективом с трансфокатором.

На третьем этапе необходимо проанализировать условия освещенности контролируемой зоны. А именно, наличие, количество, параметры источников освещения и их расположение относительно зоны наблюдения. При этом надо учесть как первичные источники (естественные и искусственные), так и вторичные. И обязательно с учетом возможных изменений в процессе эксплуатации в течение суток и в разное время года. Например, мощный прожектор, освещ-

шающий территорию, включается в темное время суток и выключается в светлое, находится в фиксированном положении. Однако фары проезжающих автомашин в темное время суток изменяют освещенность (и могут создавать засветку), при этом меняют свое положение. Солнце может скрываться за облаками и изменять свое положение в течение суток, следовательно, будут существенно изменяться условия освещенности.

Четвертый этап состоит, собственно, в выборе количества телекамер для контроля выделенных зон, мест их установки и положения (ориентации или направленности). А также связанного с этой задачей выбора желаемого угла обзора (в дальнейшем определяющего фокусное расстояние объектива). Это выполняется с точки зрения наилучшего обзора требуемой зоны с учетом особенностей освещенности этой зоны. Таким образом, на четвертом этапе необходимо выбрать для телекамер:

- количество;
- места установки;
- ориентацию (положение в вертикальной и горизонтальной плоскостях);
- угол обзора.

Количество телекамер – важный параметр СОТ. С одной стороны, при большем количестве ТК лучше решается задача телевизионного контроля объекта. С другой стороны, с увеличением количества телекамер усложняется возможность реального наблюдения операторами за ситуацией на объекте. Для оператора эффективно контролировать десятки изображений в течение долгого времени практически невозможно. Поэтому стоит максимально использовать возможности автоматизации процесса выявления нештатных ситуаций и устанавливать приоритетность контролируемых зон. И, конечно, с ростом числа камер в системе возрастает ее стоимость.

Ориентация телекамеры зависит не только от формы и размеров зоны видеоконтроля, но и от решаемой задачи в ряде случаев. Например, для контроля потока людей, входящих в здание, телевизионная камера должна быть направлена навстречу им, а не в спину. В этом примере поставленная задача определяет и направление обзора, следовательно, и ориентацию камеры. Хотя в этом случае требуемое направление обзора вступает в противоречие с условиями освещенности, поскольку через дверь может иметь место встречная за-

светка телекамеры. Такой случай можно условно назвать ориентированным обзором. Другой пример – контроль пользователей банкомата. В этом случае необходимо наблюдать так, чтобы видеть лицо пользователя. То есть направление обзора или ориентация телекамеры также определены задачей. Пример неориентированного обзора – наблюдение за торговым залом. Покупатели могут перемещаться в любом направлении, поэтому с точки зрения общего направления обзора можно руководствоваться любыми другими соображениями. В частности, отсутствием непросматриваемых участков зоны.

Выбор угла обзора – также противоречивая задача. Его увеличение позволяет контролировать объект меньшим количеством телекамер. Но при этом снижается качество изображения. Телекамера формирует *зону обзора* – зону, ограниченную углами обзора в вертикальной и горизонтальной плоскостях и различными преградами (стены зданий, поверхность земли и др.). Может быть дано и другое определение: **зона обзора** – это часть контролируемой зоны, формирование изображения которой производится одной телевизионной камерой.

Реально зона обзора может иметь дополнительные ограничения. **Зона эффективного обзора** – это часть зоны обзора, в которой выполняются требования к качеству формируемого изображения, например, по разрешающей способности или фокусировке, и решаются поставленные задачи (обнаружения, распознавания или идентификации). Глубина резкости может еще больше ограничить зону эффективного обзора. Нужно учитывать и сдвиг диапазона глубины резкости при переходе от наблюдения в условиях хорошей освещенности к низкой, и наоборот. При большой скорости движения объекта или субъекта некоторые из задач СОТ не будут решаться. Например, при пересечении зоны автомашиной или бегущим человеком изображение может быть смазанным, поскольку скорость изменения изображения движущегося объекта соизмерима с длительностью кадра телевизионного сигнала (1/25 с). При изменении условий освещенности могут возникать дополнительные ограничения. Так, например, если днем освещенность достаточная, то ночью при использовании ИК-подсветки с ограниченной дальностью уменьшается и размер зоны. В зависимости от поставленных задач действие рассмотренных ограничений может быть различным. Например, фокусировка менее важна для задач обнаружения, но очень важна для идентификации.

3.4. Размещение видеокамер в различных типах зон видеонаблюдения

При выборе мест размещения видеокамер следует прогнозировать влияние возможных препятствий – деревьев, кустов, распахивающихся дверей. Следует исключить попадание в поле зрения видеокамеры источников света (прямые солнечные лучи, огни рекламы, осветительные фонари, фары автомобилей), а также отражений от создающих блики поверхностей (вода, стекла и т. п.). При этом должен обеспечиваться необходимый для нормальной работы видеокамеры уровень освещенности, который зависит не только от времени суток, но и времени года, погоды и др. Отметим, что часть препятствий или условий освещения имеют сезонный или временный характер и могут не выявиться при первичном осмотре или даже инсталляции системы (отсутствие листвы осенью и зимой, быстро растущие ветви кустов, установка рекламных щитов, закрывающих цель наблюдения от места установки видеокамеры и т. п.), но в дальнейшем проявятся при ее эксплуатации.

Количество видеокамер и места их расположения, в свою очередь, зависят от зон обзора видеокамер (от углов обзора, длины «мертвой (и/или условно мертвой) зоны», расстояния до границы дальней зоны). В настоящее время решение этой задачи носит итерационный характер, т. е. после определения приоритетных зон наблюдения видеокамеры размещают на плане объекта таким образом, чтобы добиться максимальной информативности видеосистем при минимальном количестве видеокамер. Затем выбирают наиболее подходящее фокусное расстояние каждого объектива, оценивают, какая часть площади попадает в его поле зрения, определяют ближнюю и дальнюю зоны. При неудовлетворительном результате задают другое фокусное расстояние или изменяют место установки видеокамеры и т. п.

Варианты расположения видеокамер можно разделить на следующие:

Видеонаблюдение внутри помещений. Помещения, как правило, имеют прямоугольную форму, причем на размещение видеокамер во многом оказывает влияние соотношение сторон.

Если задачей системы охранного телевидения является только видеонаблюдение приоритетных зон, то задача проектирования та-

кой системы является сравнительно простой. Например, если должны осуществляться видеонаблюдение и видеорегистрация входящих/выходящих через определенную дверь, то для выбора положения видеокамеры должны выполняться следующие условия:

- удобство и возможность размещения, прокладки кабелей;
- отсутствие прямой засветки источниками света;
- возможность выбора объектива с таким фокусным расстоянием, чтобы на видеомониторе дверной проем отображался бы во весь экран (с некоторым запасом).

Мертвая зона при наблюдении минимальна при невысокой установке видеокамер. Кроме того, для видеонаблюдения людского потока не следует устанавливать видеокамеру слишком высоко. Если требуется наблюдать не отдельную зону, а максимум площади внутри помещения, то варианты установки видеокамер зависят от соотношения сторон помещения. Если одной видеокамеры недостаточно для просмотра всего помещения, то устанавливают несколько камер. Желательно использовать встречное расположение видеокамер и стремиться к тому, чтобы видеокамеры оказывались в поле зрения друг друга. В этом случае решаются следующие проблемы:

- с помощью противоположной видеокамеры удастся просматривать ближнюю зону данной видеокамеры;
- просмотр противоположной видеокамеры не позволяет злоумышленнику незамеченно произвести повреждение или хищение видеокамеры.

Видеонаблюдение вне здания. При организации видеонаблюдения вне здания предпочтительно попарно встречное расположение видеокамер. Для контроля входа в здание следует избегать установки видеокамер в непосредственной близости от него – стремление защитить камеру от вандализма заставляет располагать ее достаточно высоко, но при этом ракурс изображения малоинформативен. В этом случае оптимальна установка видеокамеры с телеобъективом в некотором удалении от входа.

При организации видеонаблюдения за автостоянкой может потребоваться задача распознавания номеров автомобилей. Для облегчения решения этой задачи видеокамеры располагают в местах, где скорость автомобиля снижается. Для общего наблюдения за автостоянкой можно использовать высоко установленную камеру.

Отметим, что во всех случаях наружного размещения оборудования СОТ необходимо использование устройств защиты от электрических перегрузок (грозозащиты).

Видеонаблюдение периметра территории. Для видеонаблюдения периметра возможно поперечное, продольное, промежуточное размещение камер.

В зависимости от характера охраняемого объекта более важным может быть наблюдение за внешней стороной периметра (частное владение) или внутренней (склад). При наблюдении периметра задача идентификации не актуальна – важно только обнаружение (любой, кто перелезает через забор – нарушитель).

Достоинство продольного размещения – минимальное количество необходимых для видеонаблюдения камер.

Недостатки:

- видеокамеры оказываются в зоне досягаемости злоумышленников;

- предметы на переднем плане оказываются намного крупнее, по сравнению с удаленными;

- необходимо учитывать влияние «мертвой зоны» и «условно мертвой зоны»;

- прокладка кабелей вдоль забора в ряде случаев может оказаться сложной задачей (как с точки зрения технологичности, так и защищенности от внешних воздействий и вандализма).

Кроме того, отображение забора по короткой стороне экрана видеомонитора оказывается не самым рациональным с точки зрения эффективности использования площади экрана монитора.

3.5. Выбор телевизионных камер.

Совместимость компонентов охранного телевидения.

Факторы оценки качества компонентов системы охранного телевидения

Разумеется, основные характеристики телевизионной камеры в первую очередь определяются параметрами примененной светочувствительной матрицы. Но на характеристики камеры как части системы телевизионного наблюдения оказывают влияние и такие узлы, как корпус, не говоря уже об объективе и примененных электронных компонентах, микропрограммном обеспечении процессо-

ров управления и предварительной обработки видеосигнала. Внешний вид видеокамер различного назначения представлен на рис. 3.1, а на рис. 3.2 – состав и конструкция купольной камеры. Полностью телевизионная камера описывается множеством характеристик, но для общего описания, сравнения камер по качеству и оценки применимости камеры в конкретном проекте СОТ (с учетом задач, места установки, условий эксплуатации и т. д.) достаточно нескольких наиболее значимых параметров.



Рис. 3.1. Внешний вид видеокамер различного назначения

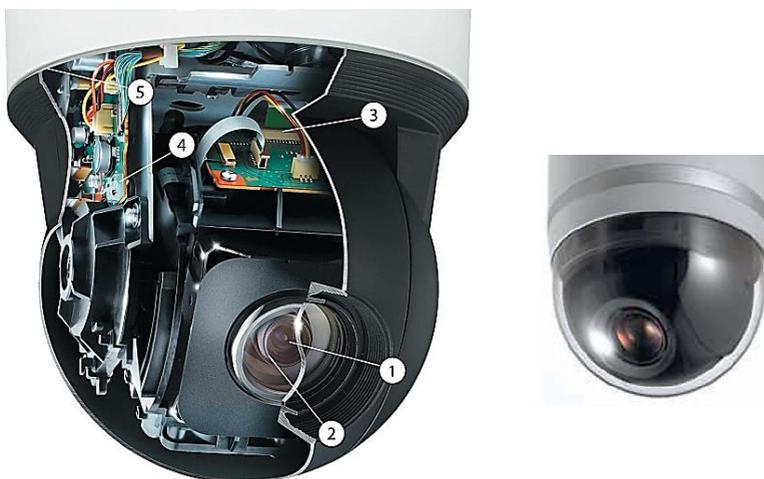


Рис. 3.2. Купольная видеокамера:
1 – светочувствительная матрица; 2 – объектив;
3 – процессор обработки видеосигнала;
4 – контроллер интерфейса – защитный кожух

Кроме этого, существует ряд интегральных характеристик и обобщенных параметров, определяющих применимость видеокамер в тех или иных системах охранного телевидения.

Невозможно судить о телекамере на основе только одной или двух характеристик, взятых из инструкции. Кроме того, различные производители используют различные критерии и методы оценки, и в большинстве случаев, даже если мы знаем, как интерпретировать все числа из технического паспорта, нам все же приходится самим оценивать качество изображения, сравнивая его с изображением, формируемым другой телекамерой.

Сравнительный тест – это зачастую наилучший и единственный объективный способ проверки характеристик телекамеры. Причем качество изображения формируется комбинацией многих факторов: разрешающей способности, бликов, ореола, четкости, чувствительности, шума, гамма-коррекции и пр.

Человеческий глаз не одинаково чувствителен ко всем этим факторам. Так, разница в разрешающей способности в несколько десятков ТВЛ (разрешающая способность и число строк, пикселей – это разные параметры) менее важна для качества изображения, чем, например, правильная установка гамма-коррекции или разница в 3 дБ в отношении сигнал/шум.

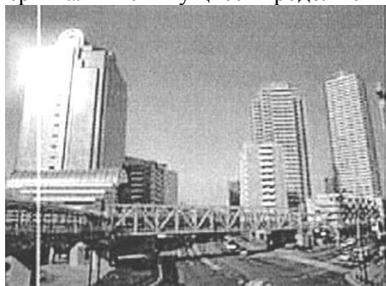
3.5.1. Характеристики видеокамер и сенсоров. Фоточувствительные сенсоры

В настоящее время в видеокамерах используются два основных типа твердотельных фоточувствительных матриц: ПЗС-сенсоры (*CCD*) и КМОП-сенсоры (*CMOS*). Не вдаваясь в подробности конструктивных отличий и принципов формирования сигналов, отметим, что основное отличие КМОП- от ПЗС-сенсоров заключается не в способе накопления заряда, а в способе его дальнейшего переноса.

Технология КМОП, в отличие от ПЗС, позволяет осуществлять большее количество операций прямо на кристалле, располагать дополнительно активные элементы. Благодаря своей «стандартности» она является гораздо более экономичной, чем ПЗС, что является причиной растущей популярности КМОП-сенсоров. Они могут обрабатывать изображения, выделять контуры изображения, уменьшать помехи и производить аналого-цифровые преобразования.

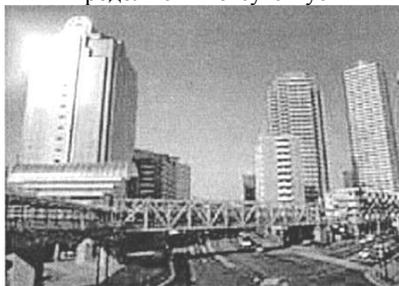
При использовании программируемых КМОП-сенсоров можно получить гибкое многофункциональное устройство. При этом сокращается количество необходимых внешних компонентов. Использование в цифровой камере КМОП-сенсора позволяет устанавливать на освободившееся место другие чипы – например, цифровые сигнальные процессоры (*DSP*). Бурное развитие КМОП-технологий началось в 1993 году, когда были созданы активные пиксельные сенсоры. При этой технологии у каждого пикселя имеется свой считывающий транзисторный усилитель, что и позволяет преобразовывать заряд в напряжение непосредственно на пикселе. Считывание заряда с активных пикселей КМОП-сенсора производится по параллельной схеме, что позволяет считывать сигнал с каждого пикселя или с колонки пикселей напрямую. Произвольный доступ позволяет КМОП-сенсору считывать не только всю матрицу целиком, но и выборочные области (метод оконного считывания). В современных цифровых видеокамерах используются именно КМОП-матрицы.

В *CCD*-матрицах на очень ярких областях изображения возникают вертикальные тянущиеся продолжения



a

В *CMOS*-матрицах эффект вертикальных тянущихся продолжений отсутствует



b

Рис. 3.3. Сравнение изображений:
a – *CCD*-матрица; *b* – *CMOS*-матрица

Среди плюсов КМОП:

1. КМОП-сенсоры дают возможность производить видеокамеры малого размера – на сенсоре объединены аналоговая, цифровая и обрабатывающая части.
2. Низкое электропотребление, тепловыделение.

3. Благодаря адресному способу считывания, у КМОП-матриц отсутствует так называемый эффект «смиринга» (от англ. *«smearing»* – размазывание), который есть у *CCD*-матриц и проявляется в кадре как вертикальные «столбы света» от точечных ярких объектов, как от солнца, ярких лампочек.

Наиболее широкое применение КМОП-технология нашла в *IP*-камерах видеонаблюдения. Это позволяет производителям сократить стоимость *IP*-камер, и в то же время обеспечить их компактность.

Несмотря на подавляющую долю применения в видеокameraх систем охранного телевидения КМОП-сенсоров и общее преимущество КМОП-матриц перед ПЗС, нужно знать и их недостатки, чтобы четко осознавать ограничения их использования. Наличие дополнительных схем на кристалле КМОП-матрицы приводит к появлению ряда помех, таких как транзисторные и диодные рассеивания, а также эффект остаточного заряда, и КМОП-матрицы на сегодняшний день являются более «шумными», т. е. менее чувствительными, чем ПЗС.

У КМОП технологии есть так называемый эффект *«rolling shutter»* (бегущий затвор). Связан этот эффект со считыванием сигнала кадра в *CMOS*-матрицах строка за строкой. Эффект *«Rolling shutter»* наблюдается в основном при съемках быстро движущихся объектов, например, когда с автомобиля снимается улица, то можно видеть, что вертикальные объекты кривые. Это происходит потому, что сначала считываются верхние строки матрицы, а в потом – нижние, но за это время, будет пройдено заметное расстояние, и в результате этого дерево на полученном видео будет уже не прямое, а наклонное.



ПЗС-сенсоры обеспечивают лучшую чувствительность, ограниченную шумами, качество цветопередачи, что не является определяющим при использовании в видеокameraх *COT*. К тому же ПЗС-сенсоры имеют более высокую цену. Поэтому при использовании *IP*-систем самое рациональное и распространенное решение – камеры на базе КМОП-матриц.

3.5.2. Характеристики видеокамер. Разрешающая способность

Разрешающая способность определяет способность камеры обеспечивать наблюдение за объектами с мелкими деталями и характеризуется числом телевизионных линий (ТВЛ) по горизонтали и вертикали. То есть количеством чередующихся черно-белых линий, которые может воспроизвести телекамера по вертикали или горизонтали. Для определения разрешающей способности по вертикали количество столбцов элементов матрицы надо умножить на 0,75 (формат телевизионных фоточувствительных матриц аналоговых камер 3/4). Это делается для получения сравнимых результатов разрешающей способности по горизонтали и вертикали. Этот параметр (число ТВЛ), по которому могут классифицироваться телекамеры при их делении на телевизионные камеры стандартного и высокого разрешения.

Из-за дискретности пространственного представления изображения разрешающая способность ПЗС фотоприемных матриц всегда меньше числа элементов изображения матрицы. Реймонд Д. Келл показал, что реально полученное изображение будет иметь меньшую разрешающую способность, чем фотоприемник. Это уменьшение получило название **Келл-фактор**.

Влияние Келл-фактора на разрешающую способность иллюстрируется следующим примером. Если матрица имеет размерность $8 \times 8 = 64$, то изображение шахматной доски с такой же размерностью будет четким только при точном совпадении границ сфокусированного изображения клеток шахматной доски с границами пикселей матрицы (совпасть конгруэнтно – рис. 3.4, а). Если же границы изображения клеток шахматной доски будут сдвинуты на половину размера пикселя, то на каждый пиксель придется половина черной клетки и половина – белой, а изображение на мониторе будет равномерно серым.

Разумеется, эти случаи являются крайними и на практике будут реализовываться промежуточные варианты, тем более что элементы реального изображения имеют не прямоугольную форму, а их размеры не кратны размерам пикселя сенсора. В любом случае, реальное разрешение видеокамеры будет всегда меньше числа пикселей сенсора. Для изображений разного типа (лица людей, автомобили,

архитектурные элементы) это уменьшение будет различно даже для одной и той же камеры. В среднем, для черно-белых камер (работа в ИК-диапазоне, тепловизоры) Келл-фактор равен 0,75, а для цветных – из-за дополнительной цветовой интерполяции, Келл-фактор снижается до 0,65–0,55.

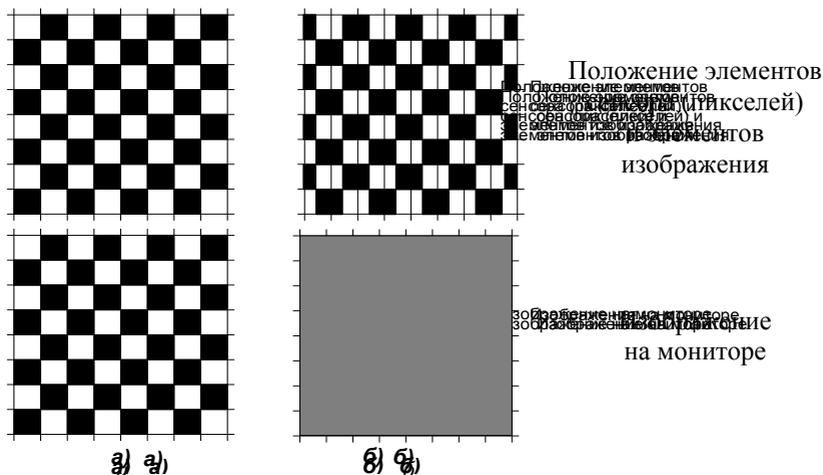


Рис. 3.4. Влияние взаимного расположения структурированных элементов изображения и матрицы на разрешающую способность

В частности, из-за влияния Келл-фактора измерения разрешения при использовании таблиц не могут быть выполнены с погрешностью менее 10 %. Одной из основных ошибок измерения является то, что линии клина могут попадать как на пиксели матрицы, так и «между ними» (Келл-фактор). Смещение таблицы или матрицы на 0,5 пикселя в сторону может вызвать большую ошибку измерения, которая зависит от самой таблицы, от количества линий в клине и от массы других факторов.

Влияние Келл-фактора проявляется во всех камерах, однако при оценке качества камер высокого разрешения необходимо учитывать и множество других факторов, например, влияние алгоритмов интерполяции и сжатия видеосигнала и др.

Система видеонаблюдения по принципу преобразования информации является последовательной, образно ее можно представить

в виде цепи. Прочность всей цепи определяется прочностью ее самого слабого звена (проблема «бутылочного горлышка»). Поэтому необходимо, чтобы и остальные элементы телевизионной системы (объектив, монитор, каналы связи и др.) позволяли реализовать потенциальные возможности камеры (то есть не ухудшали параметры системы в целом). Таким образом, разрешающая способность видеокамеры, а тем более всей системы, всегда будет меньше числа пикселей фотосенсора, хотя недобросовестные производители при указании разрешения системы приводят именно число пикселей сенсора.

3.5.3. Характеристики видеокамер и их компонентов. *Объективы*

Объектив важный и неотъемлемый элемент телевизионной камеры, характеристики которого определяют параметры качества, как видеокамеры, так и функциональные возможности системы телевизионного наблюдения в целом. Объектив предназначен для создания действительного оптического изображения объекта наблюдения на плоскости фотоприемной матрицы. От выбора объектива зависит угол зрения телекамеры, чувствительность и разрешение всей системы (рис. 3.5).

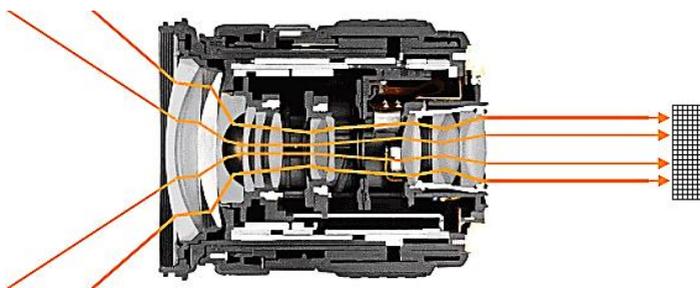


Рис. 3.5. Конструкция объектива

В оптике объектив рассматривается как конструкция равнозначная собирающей линзе. Обычно объектив состоит из набора линз (в некоторых объективах – из зеркал), рассчитанных для взаимной компенсации аберраций и собранных в единую систему внутри оправы.

По типу используемых линз объективы делятся на сферические и асферические. В первом случае объектив состоит из недорогих линз сферического типа, а во втором – используются линзы более сложной формы (рис. 3.6).

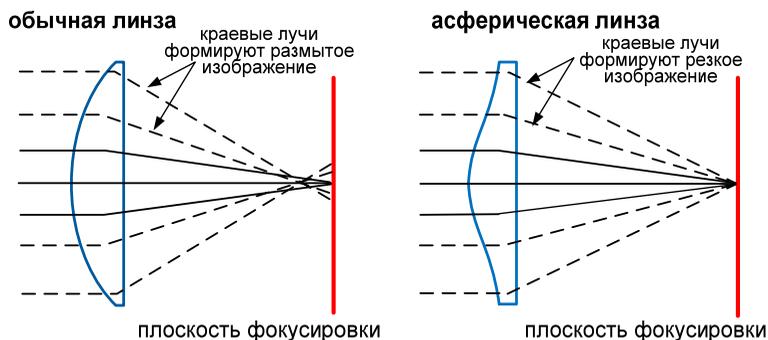


Рис. 3.6. Различия фокусирования обычной и асферической линзами

К основным преимуществам асферической оптики относится большая светосила и отсутствие так называемых «сферических aberrаций» (искажений), что позволяет отказаться от дополнительных линз, исправляющих эти искажения, и, как следствие, увеличить пропускание, уменьшить массу и габариты объектива.

Классифицировать объективы можно по диаметру посадочного отверстия, по наличию и способу регулировки диафрагмы и (или) фокусного расстояния, по светосиле, разрешению, наличию асферических линз и ряду других признаков.

Светосила объектива. Светосилу объектива определяет его F -число, характеризующее яркость получаемого изображения. Оно равно отношению фокусного расстояния к максимальному диаметру апертуры (диафрагмы). Чем меньше значение F -числа, тем более светосильным является объектив. Обратная величина называется относительным отверстием. Понятно, что при сравнимом размере апертуры светосила и относительное отверстие длиннофокусных объективов всегда меньше (соответственно F -число больше), чем у короткофокусных.

Разрешение. Разрешающая способность объектива характеризует его возможность создавать отдельные изображения двух близко

расположенных точек или линий измерительной миры, проецируемой или рассматриваемой через этот объектив. Поскольку предельное разрешение объектива ограничено дифракцией на нем, то с целью исключения субъективизма введен эмпирический критерий Рэля для дифракционного разрешения. В нем достаточным для различимости двух максимумов считается минимум между ними с уровнем 0,8, то есть минимальный контраст изображения, при котором точки (или линии) считаются разрешаемыми, составляет 20 %.

Разрешение объектива измеряется в линиях на миллиметр и определяется отношением максимально возможного количества белых полос, чередующихся с черными, которое данный объектив может спроецировать на рабочую зону фотоприемной матрицы с контрастом 20 % к ширине этой зоны. Разрешение большинства объективов для охранного телевидения составляет от 50 до 150 линий/мм. Для мегапиксельных *IP*-камер выпускаются объективы с большим разрешением. Однако разрешение дешевых мини-объективов может быть и значительно меньше 50 линий/мм. При использовании оптики такого рода общее разрешение системы, скорее всего, будет ограничиваться именно объективом, что в большинстве случаев неприемлемо. Разрешение объектива неравномерно по полю. Максимальное и заявленное значения обеспечиваются по центру апертуры. По краям для объективов хорошего качества разрешение снижается на 15–20 %. Естественно, что оптическое разрешение объектива не должно быть хуже возможностей фотоприемной матрицы.

Существенным является еще один параметр, связанный со светосилой, – геометрические пределы регулирования диафрагмы. Гигантские диапазоны регулирования «эффективного относительного отверстия» $F/300$, и тем более $F/2000$, достигаются с помощью специальных «нейтральных фильтров», то есть не диаметр зрачка уменьшается в 2000 раз, а одновременно с уменьшением зрачка в ~ 100 раз вводится бесцветный (нейтральный) светофильтр, одновременно с лепестками диафрагмы ослабляющий поток света.

В случае использования объектива с так называемым прямым приводом диафрагмы (*direct drive*) возможность использования конкретного объектива с конкретной камерой неочевидна, особенно если диафрагма «с нейтральным фильтром». Поэтому некоторые камеры при управлении объективом с *direct drive* диафрагмой имеют специальную установку «слабая» или «медленная» автодиа-

фрагма. В таком случае система будет очень медленно обрабатывать все изменения освещенности, зато не будет никаких автоколебаний даже с непроверенным объективом.

Если геометрические размеры диафрагмы в закрытом состоянии очень малы, то дифракция на ней значительно ухудшит разрешение. Так, популярный объектив 4 мм $F/1.2 - F/90$ (без нейтрального фильтра) летом всегда работает вблизи предельного закрытого значения, при этом отверстие диафрагмы составляет всего $4/90$ мм = 44 мкм. Что приводит к дифракции – $1/50$ рад, то есть разрешение составит всего лишь 30 линий на весь кадр (на весь угол поля зрения).

Кроме того, в момент «закрывания» диафрагмы с резким краем фильтра образуется очень тонкая полоска между фильтром и лепестком диафрагмы, интерференция на которой окрашивает все края объектов красноватой окантовкой.

Поэтому лучше использовать хороший электронный затвор и АРУ в камере, чем плохую автодиафрагму в объективе. Поведение камеры с электронным затвором в условиях пересветки хорошо предсказуемо и не преподнесет неожиданных сюрпризов.

На практике, для действительно хорошего объектива, стоимость которого сравнима или более стоимости видеокамеры, эффективное разрешение (по критерию Релея) в центре составляет 750 ТВЛ, а по краям – 300–500 ТВЛ. Обычно производителями при указании разрешения камер используется не критерий Релея (5-кратное снижение контраста), а критерий «минимальной различимости», так что 1000-кратное снижение контраста также считается «различимыми полосами».

Угол зрения объектива. Необходимо помнить, что в плоскости фокусирования объектив формирует изображение в виде круга (рис. 3.7). При правильном выборе форматов объектива и сенсора прямоугольник сенсора вписывается в этот круг. Однако, в любом случае следует различать угол зрения собственно объектива, углы зрения видеокамеры с матрицей с определенным соотношением сторон (например, 4:3, 16:9, 16:10, 5:4) по горизонтали и вертикали.

Отрезок R определяет угол зрения объектива (1) для сенсора с соотношением сторон 4:3 (2). Отрезки V и H определяют углы зрения видеокамеры по вертикали и горизонтали, соответственно. Очевидно, что для широкоугольного сенсора (3) будет реализовано другое соотношение между углами зрения даже для одного и того же объектива.

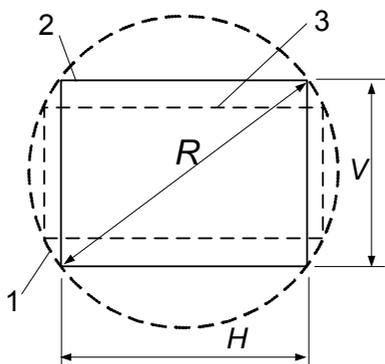


Рис. 3.7.

Когда у нас открыт только один глаз, то угол обзора, в пределах которого изображение четкое, составляет 30 градусов. Поэтому объектив, обеспечивающий угол обзора 30 градусов, называется стандартным. Такой угол, например, обеспечивает 1/3" камера с объективом, имеющим фокусное расстояние 8 мм.

В зависимости от значения угла обзора объективы подразделяются на следующие типы:

- **стандартный или нормальный** – угол обзора 30–45 град. (поз. 3, рис. 3.8);
- **широкоугольный** – угол обзора около 60 град. (поз. 2, рис. 3.8);
- **сверхширокоугольный** – угол обзора более 80 град. (поз. 1, рис. 3.8);
- **телеобъективы и супертелеобъективы** – углы обзора единицы градусов (поз. 4 и 5, рис. 3.8).

Более сложные объективы с переменным фокусным расстоянием или, как их еще называют, с трансфокатором, позволяют изменить угол обзора при настройке или в процессе эксплуатации. Эта особенность позволяет переходить от наблюдения общего плана объекта к детальному рассмотрению какой-либо его части или наоборот.

По возможности изменять фокусное расстояние объективы подразделяют на типы:

- с фиксированным фокусным расстоянием;
- с ручной регулировкой фокусного расстояния;
- с переменным фокусным расстоянием, регулируемым в процессе работы.

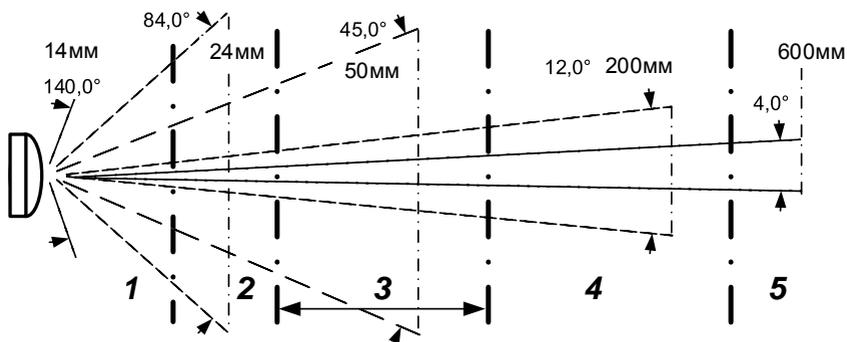


Рис. 3.8. Связь фокусного расстояния и угла зрения объектива

Объективы с трансфокатором имеют как достоинства, так и недостатки по сравнению с объективами с фиксированным фокусным расстоянием: требуют дополнительных устройств управления, имеют большие габариты, массу и стоимость.

Потребителю удобнее работать с варифокальными объективами, дающими возможность изменения фокусного расстояния и, соответственно, угла зрения. Это значительно упрощает жизнь инсталлятора системы, однако, изготовление высококачественного «варифокала» – весьма сложная задача. Ведь у такого объектива имеются подвижные линзы, что требует гораздо большей точности изготовления оптической системы, чем, например, при изготовлении механизма автодиафрагмы. Поэтому именно при покупке варифокальных объективов стоит перестраховаться и приобрести несколько более дорогую, но заведомо высококачественную «брендовую» оптику, не соблазняясь на супердешевые *no-name*-объективы.

Как дополнительный параметр объективов с переменным фокусным расстоянием используется диапазон изменения фокусного расстояния (диапазон трансфокации). Кратность изменения фокусных расстояний у варифокальных объективов обычно составляет от 3 до 10. Если на варифо-



Рис. 3.9. Управляемый объектив

кальный объектив поставить привод для дистанционного управления, он превратится в трансфокатор – один из самых мощных оптических инструментов формирования изображения. Скоростные трансфокаторы позволяют быстро «увеличить» требуемый объект в 20–30 раз. В таких объективах обычно дистанционно и автоматически изменяется фокусное расстояние (функция *ZOOM*), фокусировка (*FOCUS*) и диафрагма (*IRIS*). Использование камеры с трансфокатором без поворотного устройства в большинстве случаев неразумно – «наезд» всегда будет осуществляться в одну точку, поэтому большую популярность приобрели интегрированные комплекты *Speeddome*, включающие в себя телекамеру, объектив-трансфокатор, скоростную поворотную платформу и купольный корпус.

Если известен размер отображаемой зоны на предельном расстоянии, то он может быть либо пересчитан в угол обзора с последующим выбором объектива, либо требуемое фокусное расстояние может быть определено как

$$F = \frac{RY}{L},$$

где R – расстояние до объекта (в метрах);

Y – размер матрицы (в мм);

L – линейный размер объекта (в метрах).

Оба параметра L и Y должны выбираться соответственно либо в горизонтальной, либо в вертикальной плоскости, т. к. соотношения сторон сенсора не 1:1, а 4:3, 16:9 и др.

В том случае, если известен размер объекта наблюдения (например, лицо человека), то можно задать, какую часть экрана он должен занимать. *К примеру, для решения задачи идентификации необходимо, чтобы лицо человека составляло 20–60 % экрана (линейные размеры).*

3.5.4. Характеристики видеокамер и параметры зон видеонаблюдения.

Расчет параметров поля зрения видеокамеры

В различных зонах видеонаблюдения системы охранного телевидения требуется выполнение разных задач. Для решения задачи обнаружения рекомендуется использовать камеры обычного, а для

решения задачи идентификации – высокого разрешения (не менее 2 Мп). При необходимости быстрого подбора объектива или «экспресс оценки» правильности выбора угла зрения объектива можно пользоваться следующими рекомендациями:

- для обнаружения человека, он должен занимать не менее 10 % высоты экрана, при этом поле зрения по горизонтали составляет около 20 м;

- для идентификации знакомого человека, его рост должен занимать не менее 50 % экрана (поле зрения по горизонтали не более 5 м);

- для идентификации незнакомого человека, его рост должен быть 120 % от высоты экрана (поле зрения 2 м);

- для чтения государственного номера, легковой автомобиль должен занимать 50 % экрана по высоте (поле зрения 4 м).

Для каждой из зон видеонаблюдения с определенной задачей видеоконтроля выбирают телевизионную камеру с определенным типом объектива. Если для выполнения поставленной целевой задачи видеоконтроля требуется лучшее распознавание объекта контроля, чем могут обеспечить выбранный объектив и камера, то выполняют следующее:

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

- выбирают вариообъектив, у которого наименьшее фокусное расстояние определяется необходимым полем зрения ТК, а наибольшее – необходимостью выполнения целевой задачи.

Для камер со сменными объективами (вариообъективом) можно воспользоваться следующим расчетом параметров поля зрения по горизонтали (V) и вертикали (H), в зависимости от расстояния до объекта контроля (D). По этим данным углы зрения необходимого объектива по горизонтали (α_H) и вертикали (α_V):

$$\alpha_H = 2\arctg \frac{H}{D}, \quad (3.1)$$

$$\alpha_V = 2\arctg \frac{V}{D}, \quad (3.2)$$

где H, V – поле зрения объектива по горизонтали и вертикали, м;

D – расстояние до объекта контроля, м.

Затем определяют фокусное расстояние объектива:

$$f_1 = \frac{h}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha_h}{2}, \quad (3.3)$$

$$f_2 = \frac{v}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha_v}{2}, \quad (3.4)$$

где h и v – размер ПЗС-матрицы по горизонтали и вертикали, мм;

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, который обеспечивает несколько большее поле зрения.

Далее определяют минимальную различимую деталь (МРД) объекта контроля, которая может различаться с помощью выбранных камеры и объектива:

$$S_H = \frac{2000 \times D}{R} \operatorname{tg} \frac{\alpha_H}{2}; \quad (3.5)$$

$$S_V = \frac{2000 \times D}{Z} \operatorname{tg} \frac{\alpha_V}{2}, \quad (3.6)$$

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 горизонтали¹ сравнивают с рекомендуемыми показателями, приведенными в табл. 3.1, и при необходимости корректируют расчет.

Таблица 3.1

Размер МРД в зависимости от целевой задачи

Целевая задача видеоконтроля	Размер МРД по горизонтали, мм
Идентификация	до 2
Различение	до 15
Обнаружение	свыше 15

¹ Размер МРД по вертикали определяется стандартом строчной развертки и всегда меньше размера МРД по горизонтали.

Следует отметить, что такие расчеты носят теоретический и ознакомительный характер. Реально, использование при моделировании зон видеонаблюдения и проектировании СОР с помощью специализированных программ, расчеты параметров зон и выполнения критериев реализации поставленных задач видеонаблюдения обеспечивают выполнение таких расчетов автоматически. Использование таких программ, кроме выполнения собственно расчетов, обеспечивает построение двумерных планов в горизонтальной и вертикальной плоскостях, построение 3D-моделей и моделирование изображений зон видеонаблюдения на виртуальном мониторе. А если в программу загружена база данных по оборудованию СОР или проектирование выполняется в режиме «on-line», программа может предложить ряд подходящих по параметрам видеокамер.

3.5.5. Совместимость компонентов видеокамеры. Выбор формата объектива

Соответствие формата матрицы камеры и объектива.

В спецификации матрицы (камеры) приводится формат в дюймах. Необходимо отметить, что эти цифры не имеют прямой связи ни с одним из размеров матрицы (стороны, диагональ). Данный формат имеет исторические корни: размер ПЗС матрицы соответствует размерам фоточувствительной мишени видикона с диаметром стеклянной колбы (рис. 3.10).

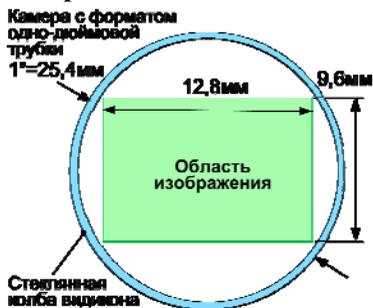


Рис. 3.10. Формат ПЗС-матрицы

Первые видеокамеры были оснащены передающими телевизионными трубками типа «видикон», которые сначала имели диаметр, равный 1" (2,54 см). Хотя область изображений была меньше, трубка обозначалась по своему наружному диаметру. Такой способ указания формата сохранился и в отношении ПЗС-формирователя видеосигнала. Таким образом, твердотельные сенсоры маркируют в диаметрах стеклянных трубок, снятых с производства видиконов.

Формат объектива (размер фокусируемого изображения) должен соответствовать формату ПЗС-матрицы телекамеры (рис. 3.11, а),

в крайнем случае, если подобного соотношения добиться невозможно, то предпочтительнее использовать вариант, когда формат объектива превышает формат телекамеры. В этом случае при воспроизведении изображения будет наблюдаться туннельный эффект – фокусируемое изображение объективом будет превышать размер ПЗС-матрицы телекамеры, и она воспримет только центральную часть изображения и не воспримет («обрежет») боковые части (рис. 3.11, б). За счет туннельного эффекта сузится угол обзора, но несколько улучшится качество изображения, так как изображение в центральной части объектива менее искажено по сравнению с краями.

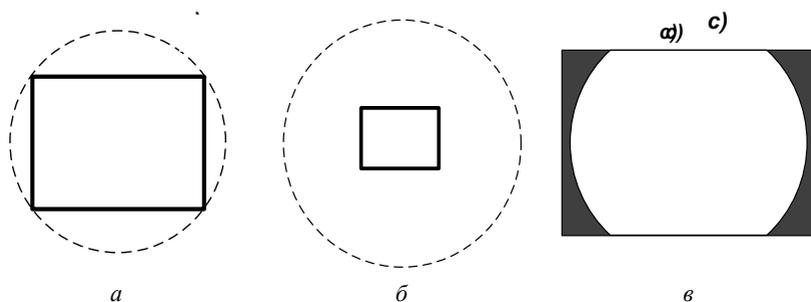


Рис. 3.11. Формирование изображения на матрице видеокамеры при различных соотношениях форматов матрицы и объектива

В случае, когда формат объектива меньше формата телекамеры, будет задействована только часть матрицы, и изображение будет наблюдаться только на части монитора (рис. 3.11, в), причем маленькое и крайне низкого качества.

Поэтому, объектив 2/3-дюймового формата совместим только с телекамерами формата 2/3", 1/2", 1/3" и 1/4" и не совместим с телекамерой с 1-дюймовой матрицей.

Отметим, что чем больше формат сенсора, тем лучшие технические характеристики он имеет (при том же уровне технологии; понятно, что современный сенсор формата 1/4" буде лучше десятилетнего 1/3" сенсора). Но больший размер сенсора означает более высокую цену, необходимость применения видеокамеры с корпусом больших габаритов и крупноразмерных объективов, что тоже увеличивает не только габариты и вес камеры, но и ее стоимость в целом.

Типы крепления объектива. По диаметру посадочного отверстия (установочной резьбы) объективы можно разделить на три большие группы: *C/CS-mount* (рис. 3.12), с установочной резьбой M12 и с другими размерами резьбы.

C-mount. Тип крепления *C-mount* был первым стандартом, который появился еще до эпохи ПЗС-камер. Характеризуется диаметром резьбы в 1 дюйм (25,4 мм), шагом – 1/32 дюйма (0,79375 мм) и расстоянием стопорной плоскости оправы объектива до плоскости изображения на ПЗС-матрице (рабочий отрезок или задний фокус) в 0,69 дюйма (17,526 мм). С началом широкого использования в видеонаблюдении малоформатных ПЗС-матриц стало возможным существенно уменьшить апертуры объективов и габариты телекамер, в связи с чем был принят новый стандарт крепления ***CS*** (*C Small*, «малый» C). Он отличается от старого стандарта только уменьшенным расстоянием от объектива до ПЗС-матрицы. Теперь оно составляет 12,5 мм. Таким образом, камера с объективом стала короче более чем на 5 мм. Учитывая, что резьба осталась точно такой же, можно устанавливать старые *C*-объективы на новые *CS*-камеры, используя переходное кольцо толщиной 5 мм и отодвигая, таким образом, объектив для правильной настройки заднего фокуса.

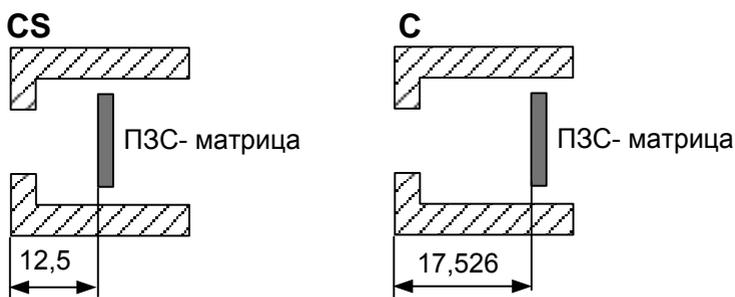


Рис. 3.12. Способы крепления объектива *C/CS-mount*

Использовать новый *CS*-объектив со старой *C*-камерой невозможно. Правда, сейчас совместимость стандартов не слишком важна – подавляющее большинство оптики и практически все полноразмерные телекамеры на рынке сделаны по *CS*-стандарту. Для обычной сферической *CS*-оптики типовыми значениями числа F являются 1,2, 1,4, 1,6. Высококачественные асферические объективы обычно имеют F , равное 0,8–1,0, а самые светосильные – вплоть до 0,5.

Резьба М12. Вторыми по распространенности являются объективы с крепежной резьбой М12 и с шагом 0,5 мм (реже 1 мм). Этот стандарт приобрел популярность одновременно с массовым появлением во второй половине 1990-х гг. миниатюрных бескорпусных камер, для которых размеры (в первую очередь диаметр) и цена *CS*-объективов казались слишком большими. Потом появились малогабаритные корпусные квадратные, цилиндрические и купольные камеры, и количество объективов М12, поставляемых обычно в комплекте с телекамерами, едва ли не превысило количество *CS*-объективов. Объективы М12 – это в основном очень простые (а значит, дешевые) объективы без каких-либо регулировок. Типовое значение *F*-числа стандартного ряда фокусных расстояний (2,45–16 мм) этих объективов – 2.0. Со временем ассортимент оптики с посадочным размером М12 расширился – выпускаются не только обычные *board* и *pin-hole*, но и более сложные объективы с автоматической диафрагмой и изменяемым фокусным расстоянием. Разумеется, светосила и разрешение таких объективов обычно хуже, чем у «полноразмерных» аналогов, поэтому там, где габариты не имеют большого значения, их лучше не использовать.

Резьба М7. С началом XXI века тенденция миниатюризации продолжилась, появились однокристалльные *CMOS*-телекамеры с размерами вплоть до 8 × 8 мм. Разумеется, производители оптики сразу сделали для них подходящие объективы. Одним из новых стандартов стала резьба М7, и весьма вероятно, что очередной технологический прорыв потребует еще меньших размеров.

3.5.6. Характеристики видеокамер.

Чувствительность телевизионной камеры

При определении необходимой чувствительности ТК принимают во внимание:

- тип источника освещения (спектральная характеристика);
- освещенность сцены;
- изменения освещенности в течении суток, времени года, изменения погодных условий и т. д.
- коэффициент отражения объекта контроля;
- коэффициент пропускания объектива.

Расчетное или измеренное значение освещенности датчика изображения должно быть выше чувствительности ТК. Если это не так,

то необходимо принять решение о дежурном освещении в зоне видеонаблюдения, либо выбрать более чувствительную видеокамеру. Примерами типичных уровней освещения могут служить следующие значения:

лестница или коридор	75–200 лк;
офис	200–500 лк;
магазин	75–300 лк;
склад	20–75 лк;
пожарная лестница	35–75 лк;
сборочный конвейер	300–1000 лк;
хорошо освещенная автомагистраль ночью	10 лк.

Чувствительность видеокамеры и освещенность сцены наблюдения влияют на глубину резко отображаемого пространства, следовательно, на возможность решения поставленной задачи видеонаблюдения на заданной дистанции при определенной освещенности. Например, на рис. 3.13 приведена зависимость глубины резкости от апертуры объектива при его настройке на расстояние 4,5 м. При этом нужно помнить, что апертура объектива зависит от освещенности – при малой освещенности автоматика камеры откроет диафрагму и глубина резкости отображаемого пространства уменьшится, при большой освещенности автоматика увеличит диафрагму и глубина резкости также увеличится. Причем глубина резкости увеличивается несимметрично – меньше в сторону уменьшения расстояния (приближения к камере), и больше, вплоть до бесконечности в сторону увеличения дистанции от камеры до объекта наблюдения.

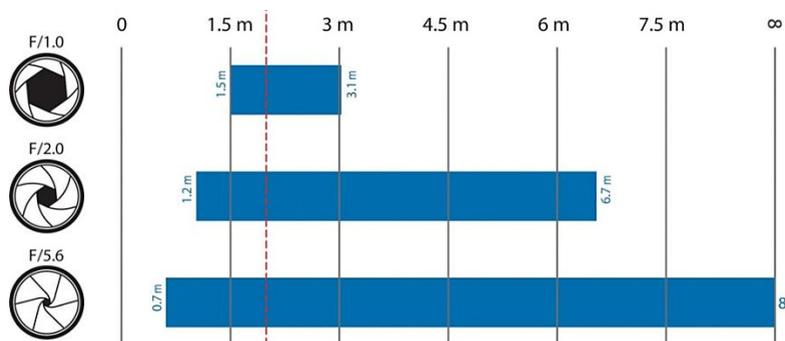


Рис. 3.13. Связь глубины резко отображаемого пространства и апертуры объектива при его настройке на дистанцию 4,5 м

Современные видеокамеры имеют заявленную чувствительность до сотых долей люкс, и, хотя даже ведущие производители не раскрывают методику определения чувствительности, в реальности IP-видеокамеры обеспечивают получение цветного изображения даже на слабо освещенных улицах ночью.

3.5.6.1. Оценка качества видеокамеры.

Влияние объектива на чувствительность видеокамеры

В объектив камеры попадает только часть отраженного от объектов сцены света. Количество света, проходящего через объектив, определяется его апертурой (светосилой, диафрагмой, относительным отверстием). Апертура обозначается F -числом. Чем больше F число, тем меньше света пропускает объектив. Как правило, чем больше входной зрачок объектива (диаметр первой линзы), тем больше света он пропускает. Схема формирования видеосигнала, отображающего зону обзора приведена на рис. 3.14.

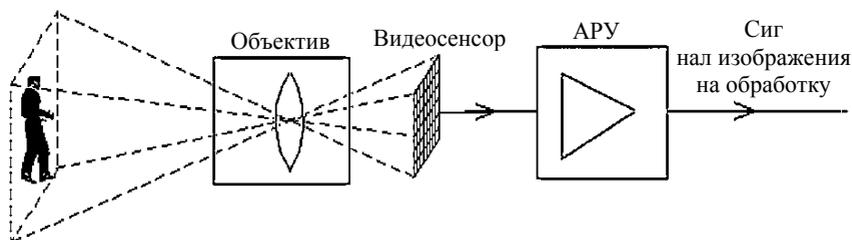


Рис. 3.14. Схема формирования видеосигнала

Наихудшей апертурой (большее значение F -числа) обладают объективы с узким входным зрачком (*pin-hole*), используемые в камерах скрытого наблюдения. У объективов с автодиафрагмой при недостатке освещения апертура максимально увеличивается (значение F -числа уменьшается). Для таких объективов указывается максимальная и минимальная апертура, например $F1,2-32$.

Светопропускание объектива изменяется обратно пропорционально квадрату F числа. Например, объектив $F1,0$ пропускает в 4 раза больше света, чем $F2,0$.

Чувствительность камеры (минимальная освещенность сцены) – это значение освещенности (люкс сцены) с известным коэффициентом

том отражения, при которой мы получим изображение с заданным минимально допустимым качеством. При определении чувствительности для камер со сменными объективами должна быть указана апертура (F -число) объектива, с которым обеспечивается указанная чувствительность. Если камера используется с другим объективом, то ее чувствительность изменится пропорционально квадрату отношения F числа объектива, установленного на камеру к F числу объектива, для которого указана чувствительность.

Например, чувствительность камеры равна 0,1 люкс с объективом F 1,2. Чувствительность той же камеры с объективом F 2,0 составит $0,1 \cdot (2/1,2)^2 = 0,28$ лк.

Чувствительность зависит от времени экспозиции (выдержки). Для обычных камер максимальное время экспозиции составляет 1/50 сек (ограничено частотой смены кадров). Для камер, допускающих большее время экспозиции, обязательно должно быть указано это время, при котором получается указанная чувствительность. С практически допустимой точностью можно считать, что чувствительность обратно пропорциональна времени экспозиции.

Например, если чувствительность камеры равна 0,1 люкс при времени экспозиции 1/50 сек, то при времени экспозиции 1/500 сек. чувствительность этой камеры будет $0,1 \cdot (1/50)/(1/500) = 1$ люкс. Для корректного сравнения современных камер необходимо пересчитывать чувствительность к одинаковому времени экспозиции, например, 1/50 сек.

Увеличенное время экспозиции, хотя и повышает чувствительность, ведет к потере разрешения движущихся объектов. Отметим, что влияющее на чувствительность камеры F -число одновременно влияет и на глубину резкости.

Коэффициент отражения сцены при определении чувствительности, по умолчанию, подразумевается равным 0,75. Измерение чувствительности обычно осуществляется по тестовой таблице, напечатанной на белой бумаге, обладающей примерно таким коэффициентом отражения. Отметим, что в настоящее время существует большое разнообразие тестовых таблиц, соответствующих различным целям. Большинство реальных предметов имеют коэффициент отражения меньше чем 0,75, поэтому качество отображения реальных сцен при низкой освещенности будет хуже, чем тестовой таблицы.

3.5.6.2. Фактическая чувствительность видеокамеры

Специалистами по проектированию систем охранного телевидения всегда должен проводиться расчет уровней освещенности, чтобы проанализировать допустимость использования тех или иных камер. Многие производители систем видеонаблюдения создают путаницу при указании характеристик камер, приводят только частичную информацию, вводят неопределенные допущения, позволяющие с первого взгляда переоценить качество камеры либо преднамеренно опускают необходимые данные. Таким образом, только на основе представленных производителем данных не всегда можно сделать вывод о реальной чувствительности видеокамер. Информативная сравнительная характеристика разных камер, особенно разных производителей, при различающихся методиках определения характеристик камер, вряд ли возможна.

Например, два производителя приводят нормированные кривые светочувствительности для видеокамер «А» и «В» (рис. 3.15), но не указывают абсолютную. Создается впечатление, что сенсор камеры «В» обладает почти идеальной чувствительностью во всем диапазоне длин волн, включая ИК-диапазон. Фактически же камера «А» более чувствительна вплоть до верхней области видимого диапазона длин волн. И только на уровне 670–780 нм камера «В» имеет незначительное преимущество.

В конечном итоге сенсор видеокамеры и его спектральная чувствительность существенно влияют на результат, то есть на пригодность данного устройства и формируемого изображения в целях видеонаблюдения. Так, далеко не все камеры годятся для работы с прожекторами инфракрасного света. С другой стороны, видеокамеры, чьи сенсоры оптимизированы для применения в ИК-диапазоне, порой не пригодны для стандартной эксплуатации. Рассмотрим еще несколько примеров некорректного указания чувствительности камер:

1. *Освещенность на светочувствительном элементе: 1 люкс при 89 % освещенности объекта* – не указано относительное отверстие; указание освещенности объекта является лишним; требуется указать принятую отражательную способность (а этого не хватает в определении).

2. *Камера 1 люкс* – бессмысленное утверждение; не указывается, где требуется такая освещенность.

3. *1 люкс f 1,4* – данное утверждение подразумевает, что освещенность объекта должна составлять 1 люкс при 100 % отражения в направлении камеры, хотя это и не указано! Отражательная способность может составлять 20 % и менее, и, следовательно, потребуются более высокий уровень освещенности.

4. *При отражательной способности для ИК* – т. е. освещенность будет указана как x люкс при отражательной способности 85 %. Такие высокие уровни отражения могут быть достигнуты только для невидимой ИК-области спектра. Отражательная способность для видимого света редко превосходит 70 % и, как правило составляет 20–40 %. Если в характеристиках указано 85 %, то это может свидетельствовать о преднамеренно искаженных характеристиках!

5. *Источник света со световой температурой 2856 К* – это опять говорит о том, что для преднамеренного завышения характеристик был взят ИК-диапазон; 2856 °К соответствует температуре нити накаливания вольфрамовой лампы. Значительная инфракрасная составляющая присутствует в спектре излучения только вольфрамовых ламп и источников света на парах натрия высокого давления. Лампы накаливания с вольфрамовыми спиралями неэкономичны и их использование в качестве освещения для систем видеонаблюдения ограничено. Обычно в осветителях используются галогеновые и флуоресцентные лампы.

6. *... при снятом фильтре ...* – подразумевается, что характеристики приведены при снятых ИК-фильтрах, обеспечивающих защиту светочувствительного элемента камеры при нормальной работе. Приведенные характеристики соответствуют повышению уровня чувствительности более чем на 400 %! Эксплуатация камеры без ИК фильтров может привести к нарушению баланса белого (*WB*), следовательно, к существенному нарушению цветности, и даже выходу ее из строя из-за оптической перегрузки сенсора.

Если в характеристиках камеры присутствуют указанные утверждения, следует с осторожностью относиться к заявленным значениям чувствительности. Характеристики камеры должны содержать приблизительно следующую информацию: «чувствительность камеры 1 люкс горизонтальной освещенности при максимальном относительном отверстии $f 1,4$ и отражательной способности 60 %». Светочувствительность и отношение сигнал/шум должны указываться раздельно.

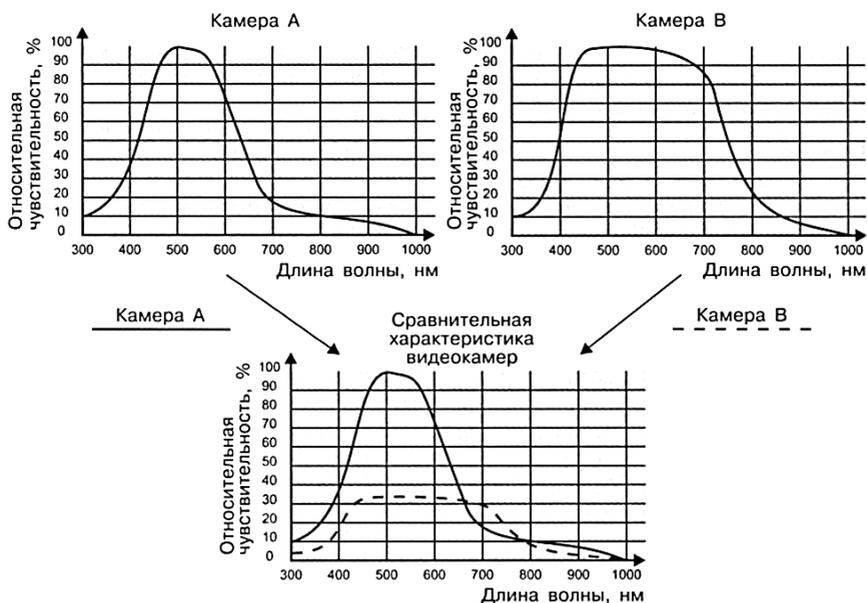


Рис. 3.15. Сравнение видеокамер с разной чувствительностью

3.5.7. Особенности использования видеокамер. Использование дополнительных возможностей

К дополнительным возможностям телекамер можно отнести наличие в них **гамма-коррекции**, то есть нелинейной обработки сигнала, которая корректирует шкалу градаций серого на изображении. Обычно этот коэффициент имеет значение от 0,45 до 0,7. Использование данной коррекции



улучшает визуальное восприятие изображения, как бы подчеркивая его контур. Причем характеристику чувствительности сенсора можно сделать с «загибом» в области высоких интенсивностей, что приведет к отображению наиболее ярких областей в кадре в виде темных пятен. Это свойство применяется при борьбе с оптическими

локальными перегрузками, например, при засветке изображения ярким светом автомобильных фар.

Компенсация заднего света – способность телекамеры автоматически устанавливать выдержку, диафрагму и параметры усиления по некоторому фрагменту изображения (обычно по центру). Практическое применение данной функция находит тогда, когда необходимо наблюдать за входной дверью, например, в банк. Если на улице яркий солнечный день, то оператор может наблюдать на экране монитора только темный силуэт посетителя, открывающего входную дверь. Телекамера, оснащенная схемой компенсации заднего света, позволяет видеть не силуэт, а четкое изображение посетителя. Но при этом существенно искажается контраст изображения. При этом более качественным решением компенсации заднего света (контровой засветки) является использование дополнительного осветителя, направленного против источника засветки. Причем, если камера чувствительна и в ИК-области, то может быть применена невидимая для посетителей ИК-подсветка.

Если в поле зрения камеры находятся очень яркие участки, настройка затвора или диафрагмы по средней яркости приводит к неразличимости деталей в темных участках. **Функция HLC** исключает (маскирует) яркие участки из расчета средней яркости, делая детали в темных участках более различимыми. Широко используется в мониторинге трафика, где должны быть определены номерные знаки

Ограничение «белого» – схема внутри телекамеры, ограничивающая максимальное напряжение белого в выходном видеосигнале на определенном уровне.

Светочувствительные матрицы видеокамер имеют линейную световую характеристику чувствительности до освещенности насыщения. Физический эффект насыщения в изображении проявляется в виде ограничения по «белому» и при дальнейшем увеличении освещенности картинка полностью заплывает в «белое». Рабочую точку на световой характеристике выбирают так, чтобы максимальная освещенность в кадре была на 20–30 % ниже освещенности насыщения для конкретного экземпляра светочувствительной – матрицы. В этом режиме реализуется наивысшая величина параметра отношение сигнал/шум на выходе матрицы. При увеличении освещенности (смещении в сторону увеличения рабочей точки) в целях стабилизации величины выходного видеосигнала в телека-

мерах предусматриваются средства управления чувствительностью (электронные затворы, электронные диафрагмы) или же средства ослабления светового потока (световые фильтры, диафрагмы.). Однако, эти меры не всегда эффективны: технически сложно реализовать значительное уменьшение диаметра отверстия диафрагмы, к тому же, по мере уменьшения диаметра отверстия дифракционный кружок рассеяния увеличивается и разрешающая способность объектива уменьшается, а системы автоматического диафрагмирования потенциально неустойчивы при максимальной освещенности из-за того, что резко возрастает коэффициент обратной связи при закрывании диафрагмы. Схема ограничения белого позволяет повысить адаптацию телекамеры к увеличениям освещенности.

Управление диафрагмой. VD- и DD-объективы. Когда уровень видеосигнала падает ниже номинального, формируется управляющее напряжение для открытия лепестков диафрагмы. Если видеосигнал увеличивается, диафрагма «закрывается». Регулятор *LEVEL* позволяет менять открытие диафрагмы при номинальном уровне, то есть фактически устанавливает яркость изображения. Регулятор *ALC* на объективе позволяет изменить или установить среднее значение освещенности, при которой обеспечивается номинальный уровень видеосигнала. Такая схема работы автодиафрагмы является наиболее гибкой и эффективной, она получила название *Video Drive (VD)*. Если электронная схема управления диафрагмы располагается внутри телекамеры, на объектив подается непосредственно ток, управляющий приводом. Этот тип объективов называется *Direct Drive (DD)*, или *DC* (управляемый постоянным током).

Большинство современных телекамер имеют переключатель, дающий возможность управления как *VD*-, так и *DD*-объективами. Учитывая то, что стоимость объективов *DD* несколько ниже, для бюджетных решений часто используют именно их. Однако электронная схема управления диафрагмой в телекамере обычно несколько упрощена по сравнению со схемой в *VD*-объективе: например, часто отсутствует регулятор *ALC*. Такая регулировка позволяет установить полезный в некоторых случаях режим, когда диафрагма не будет «закрываться» при попадании в поле зрения ярких точечных объектов (фонарей, автомобильных фар, бликов), допуская потерю части информации вблизи них из-за блюминга («заливания белым»), сохраняя достаточно различимыми темные зоны «картин-

ки». У многих универсальных *VD/DD*-телекамер такого регулятора нет, поэтому в ответственных и сложных случаях для максимально точной настройки системы «камера-объектив» можно порекомендовать «умные» объективы с управлением диафрагмой видеосигналом (тип *VD*).

Многие объективы с автодиафрагмой имеют возможность и дистанционного управления диафрагмой. Оператор управляет диафрагмой вручную с пульта и может оптимально настроить камеру для работы при разной освещенности. В настоящее время этот режим используется редко.

Автоматическая диафрагма, безусловно, очень полезная на улице, не всегда обязательна, а иногда и вредна в помещении. Дело в том, что при регулировке диафрагмы у камеры изменяется глубина резкости, что в некоторых случаях может быть чревато потерей критически важной информации. Поэтому при стабильном и достаточно хорошем освещении лучше использовать оптику с ручной диафрагмой и режим регулировки чувствительности электронным затвором на камере.

Современные методы обработки сигналов часто используют корректоры четкости изображения, устанавливаемые как в видеокамерах, так и в устройствах обработки видеосигнала. Их схемы могут быть разными, но большинство таких корректоров четкости увеличивают размах малых изменений сигнала, не изменяя его общую амплитуду и повышая контрастность слабоконтрастных участков (рис. 3.16). Крутизна фронтов сигнала увеличивается, и вы видите более четкую картинку, чем без коррекции.

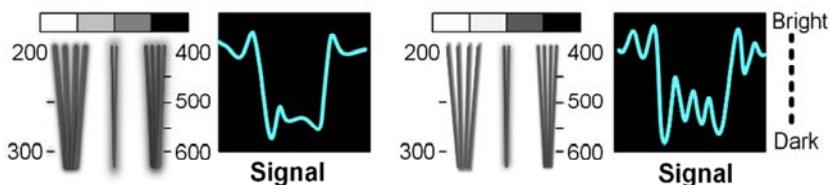


Рис. 3.16. Коррекция четкости изображения

Однако, количество пикселей в матрице корректоры четкости изменить не могут, а просто искажают сигнал так, чтобы проще было рассмотреть линии испытательного клина. За счет применения

корректоров четкости (иногда эту функцию называют «шарпинг») удается добиться результатов измерений разрешающей способности (на матрицах с высоким разрешением) до 580–600 ТВЛ. Но при включении корректора четкости увеличивается уровень усиления слабых сигналов, следовательно, повышается контраст мелких деталей и изображение может сильно «рять», вызывая утомление глаз. Кроме того, оно будет хуже сжиматься в видеорегистраторах, объемы архивов могут сильно возрасти.

Существуют телекамеры с **двумя матрицами** (двумя объективами: широкоугольным и телеобъективом). Такие телекамеры позволяют одновременно с изображением широкого пространства наблюдать крупный план центральной части объекта («картинка в картинке») или формировать «панорамное» изображение (при использовании двух и более объективов, установленных под углом друг к другу). Они используются при необходимости наблюдать широкое пространство коридора одновременно с идентификацией личности входящих, а также для наблюдения за внутренним двором с одновременной идентификацией государственных номеров автомашин, в въезжающих него. Как правило, такие телекамеры используются совместно с видеодетекторами движения для фиксации видеоизображения на специализированный видеомагнитофон.

Телекамеры могут комплектоваться встроенными детекторами движения, поворотными устройствами и т. п., что дает возможность реализовать различные функции в СОТ. Телекамеры со встроенными детекторами движения, особенно при наружной установке телекамер, использовать из-за их низкой помехоустойчивости не рекомендуется. Целесообразнее использовать комбинированные охранные извещатели, при срабатывании которых будут включаться телекамеры и устройства видеозаписи.

Фильтры. Фильтры могут являться составной частью объектива камеры. Применение дополнительных цветных фильтров позволяет изменить значение в шкале серого для разных участков спектра, включая невидимый, но участвующий в формировании видеосигнала ИК диапазон. На практике используются следующие внутренние и внешние фильтры:

– *инфракрасный фильтр* (полоса пропускания 800–5000 нм). Это непрозрачный для видимого света фильтр, пропускающий свет с длиной волны более 800 нм. Пропускает небольшое количество

света в красной части спектра. Применяется для отфильтровывания дневного света и снижения заметности места установки видеокамеры, при установке фильтра перед объективом;

– *поляризационный фильтр* по-разному пропускает свет, отраженный от различных неметаллических поверхностей (стекло, пластик, дерево, водная гладь и т. д.). Увеличивает цветовую насыщенность, снижает дымку, улучшает тональное воспроизведение неба. Поляризационный фильтр блокирует инфракрасный цвет и увеличивает контраст изображения, устраняет блики от стекол, полированных поверхностей и т. д. Для эффективного применения требуется подстройка изображения путем поворота фильтра вокруг своей оси;

– *фильтр, не пропускающий инфракрасный цвет*, используется при естественном дневном и/или ночном освещении с «голубой» подсветкой. Конструктивно этот фильтр входит в состав камер, работающих в режиме «день–ночь». При неисправности механизма, управляющего положением фильтра, изображение приобретает розово-фиолетовый оттенок.

Тамперинг-сигнализация позволяет вести непрерывный контроль качества видеосигнала, распознавать факты несанкционированного вмешательства в работу системы видеонаблюдения либо внезапные нарушения условий наблюдения. Это могут быть, например, разворот камер, установка дезориентирующих зеркал, потеря видеосигнала, затемнение, засветка или расфокусировка изображения. Данная функция используется как для наружных камер наблюдения, так и для камер, установленных внутри помещения. Тамперинг-сигнализация реализуется на базе сервисных детекторов:

– *детектор затемнения* реагирует на затемнение изображения в случаях закрытия объектива, выхода из строя устройства освещения либо системы автоматической экспозиции камеры;

– *детектор засветки* регистрирует направленный в объектив луч яркого света. Применяется для определения случаев умышленной или случайной засветки матрицы фоточувствительных элементов, приводящих к временной неработоспособности камеры;

– *детектор расфокусировки* срабатывает при потере резкости изображения из-за загрязнения объектива, расфокусировки объектива, наложения на объектив линзы или фильтра, тумана в поле зрения камеры, образования конденсата на оптике камеры.

Видеоаналитика своевременно регистрирует подобные явления и сообщает о них пользователю, благодаря чему видеонаблюдение может быть восстановлено без значительных временных потерь.

Большинство способов расширения функциональных возможностей камеры, особенно с использованием программных методов, приводят к одновременному ухудшению ряда других характеристик видеокамер и качества формируемого изображения. Поэтому использование дополнительных возможностей и «скрытых» регулировок должно проводиться осознанно и с учетом конкретных целей и задач в каждом случае.

Современные цифровые видеокамеры обладают широким диапазоном функциональных возможностей, постоянно увеличивающихся, обеспечивающих реализацию задач видеоаналитики непосредственно в камере. Цифровая обработка видеосигнала в видеокамере позволяет расширять ее функциональные возможности только изменением программного обеспечения, что способствует возможности улучшения параметров уже инсталлированных видеокамер путем перепрошивки встроенного процессора. Кардинальное изменение параметров камеры требует уже замены электронных (процессор, память, адаптеры интерфейсов) и микромеханических компонентов (приводы автофокуса, диафрагмы, систем оптической стабилизации изображения).

Телекамеры с автоматической регулировкой чувствительности способны устанавливать свою чувствительность в зависимости от освещенности, однако часто за счет уменьшения разрешающей способности.

AGC (автоматическая регулировка усиления) усиливает сигнал на выходе матрицы, чтобы сделать его более ярким в ночное время. Камера может автоматически регулировать усиление в соответствии с уровнем сигнала. Преимущество – незначительное расширение динамического диапазона. Недостаток – усиление шума.

3D-DNR – технология, реализованная в камерах *Hikvision*, для улучшения качества изображений и уменьшения битрейта в условиях слабой освещенности. Использование функции цифрового шумоподавления приводит к уменьшению уровня шума, позволяя получить лучшее качество изображений в условиях сумерек и в ночное время (рис. 3.17).



Рис. 3.17. Применение 3D-DNR технологии

В телекамерах, обеспечивающих повышение чувствительности за счет накопления сигнала в нескольких кадрах (*WDR – Wide Dynamic Range* – расширенный динамический диапазон), достигается существенное увеличение чувствительности, даже при одновременном снижении шума, но только для неподвижных или медленно перемещающихся объектов. При этом, например, темный двор будет выглядеть великолепно, даже в цвете, но перемещающийся по нему нарушитель будет либо вообще не замечен, либо, в лучшем случае, выглядеть на изображении смазанным серым пятном.

ROI (region of interest – область интереса) кодирование помогает сохранить качество изображения в области *ROI*, присваивая ей максимальные ресурсы кодирования и уделяя минимальное внимание качеству области, лежащей за пределами *ROI*, при сохранении битрейта.

Обнаружение пересечения линии – это обнаружение области, где объект пересек линию. По умолчанию, если объект пересек линию на 50 %, то срабатывает тревога. Чем выше чувствительность, тем меньшая область объекта требуется для пересечения линии.

Подсчет людей используется для подсчета количества людей, вошедших или покинувших определенную сконфигурированную область, для составления аналитических отчетов за день, неделю, месяц, год (точность не менее 90 %). С помощью функции **тепловой карты Hikvision** розничные продавцы могут определять, какое количество времени покупатели тратят в конкретных областях магазина, выделять «горячие точки» и «мертвые зоны», вычислять количество людей, которые на самом деле покупают товары, а не просто проходят мимо.

3.5.8. Видеонаблюдение в условиях плохой видимости. Использование инфракрасного диапазона

Телевизионные камеры систем охранного телевидения позволяют организовать наблюдение в полной темноте для человеческого глаза. Это достигается использованием спектральной чувствительности телекамер в инфракрасной части оптического диапазона (рис. 3.18), в которой человеческий глаз уже не чувствителен. В ряде случаев использование инфракрасных телекамер является незаменимым. Причины могут быть разными. Например, экономия электроэнергии на объекте с постоянно низким уровнем освещенности, к примеру, в подвальных помещениях. Другой случай – теленаблюдение в таких местах, как кинотеатры, где высокий уровень освещенности в видимом участке спектра недопустим. Или необходимость обеспечить скрытность наблюдения, которая также может оказаться полезной (при соблюдении юридических норм).

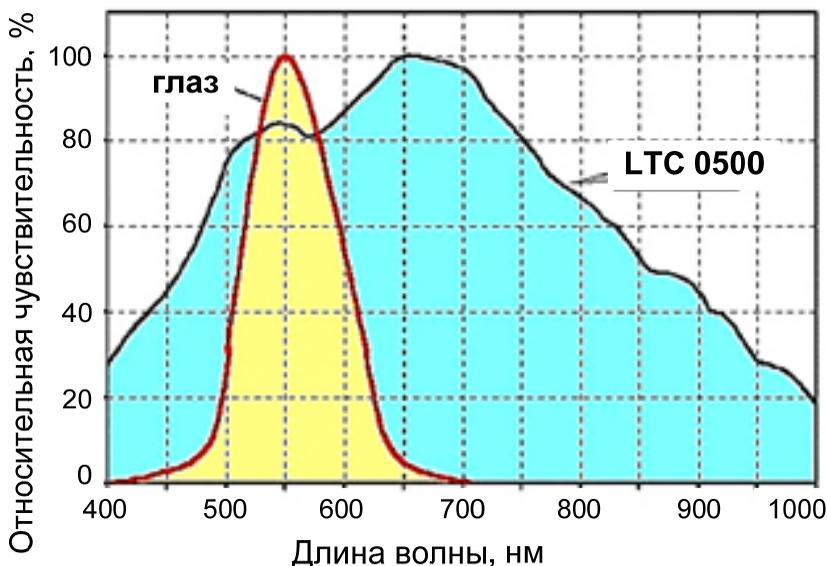


Рис. 3.18. Спектральный диапазон чувствительности видеокamеры *Philips LTC 500*

Разрабатывая телевизионную систему с повышенной чувствительностью в инфракрасной части спектра, необходимо учитывать отличия в отражательной способности объектов в разных спектральных диапазонах. Растения и деревья имеют достаточно высокую отражательную способность, что может приводить к отличиям в восприятии изображения и к увеличению яркости фона. Соответственно, произойдет снижение различий в яркости фона и наблюдаемых объектов. Части человеческого тела (глаза, кожа, кровеносные сосуды, волосы) имеют разный коэффициент отражения в видимом и невидимом спектральных диапазонах. Это может приводить к искажениям и ошибкам в идентификации. Разные помехи (пыль, снег, дождь, насекомые, и др.) будут выглядеть как яркие точки на изображении и, как следствие, вызовут заметное ухудшение качества изображения. Возможны ситуации, когда некоторые природные ландшафты (снежные поля, поверхности озер, пустыни и т. д.) или искусственные сооружения (большие остекленные поверхности зданий) могут скрывать реальные объекты за счет эффекта миража. Влияние на качество изображения может оказать и расфокусировка, вызванная спектральными отличиями видимого и инфракрасного излучений.

Для получения телевизионного изображения, близкого к реальному, необходимо перекрытие кривых чувствительности телекамеры и спектральной плотности осветительного прибора. Для обеспечения скрытого наблюдения (точнее, скрытой подсветки) кривые чувствительности глаза и спектральной плотности осветительного прибора не должны перекрываться. То есть, если мы хотим обеспечить скрытое наблюдение, то спектр излучения источника освещения не должен попадать в спектральную полосу излучения, видимого человеческим глазом. Иначе будет видно красное свечение устройства подсветки.

3.5.9. Телевизионные камеры типа «день/ночь»

При необходимости обеспечить формирование высококачественного телевизионного видеосигнала в широком диапазоне изменения освещенности используют телевизионные камеры типа «день/ночь». Телекамеры этого типа формируют цветное изображение при хорошем уровне освещенности (днем) и автоматически переходят в черно-белый режим работы при падении уровня освещенности ниже допустимого (ночью). Цветные камеры более информа-

тивны, но обладают меньшей чувствительностью. Почему это происходит? Дело не только в том, что над пикселями матриц цветных камер установлены цветные фильтры. Основная причина пониженной чувствительности – наличие вырезающего ИК-фильтра. Матрицы видеокамер чувствительны к ИК-диапазону и это дает существенную прибавку к чувствительности монохромных камер. В цветном режиме введение в оптический тракт ИК заграждающего фильтра выравнивает спектральные чувствительности телекамеры и человеческого глаза, но снижает интегральную чувствительность. При низкой освещенности этот фильтр автоматически убирается, увеличивается чувствительность телекамеры в инфракрасной части спектра и, следовательно, ее возможность по формированию монохромного изображения в условиях низкой освещенности. Использование ИК-диапазона позволяет повысить чувствительность камер в 2–3 раза.

Часто камеры с функцией «день/ночь» используют дешевые и простые объективы. У таких объективов разные фокусные расстояния для видимого света и ИК-диапазона и, при работе ИК подсветки, изображение может оказаться нерезким (рис. 3.19). Разница фокусных расстояний для видимого и ИК-диапазонов приводит к расфокусировке изображения.

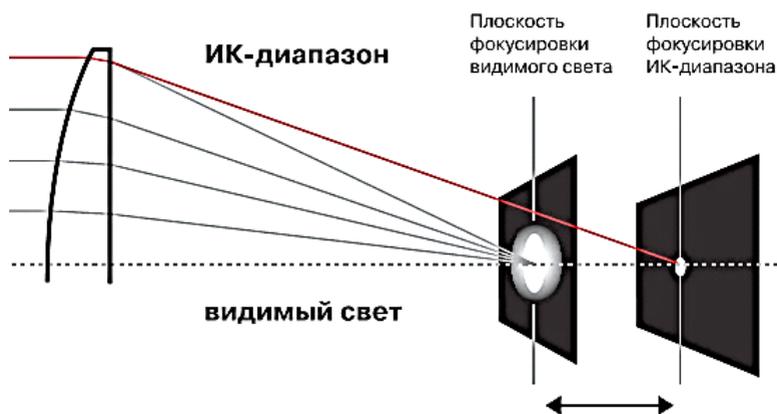


Рис. 3.19. Фокусирование в видимом и ИК-диапазонах спектра

Чтобы избежать этого, вместо вырезающего ИК-фильтра можно механически вставить стеклянную линзу компенсации фокусного расстояния или использовать специальные объективы (встречается

реже, они недешевы), имеющие одинаковое фокусное расстояние для видимого и ИК-диапазонов.

Сдвижной фильтр камеры «день/ночь». Днем перед матрицей устанавливается вырезающий ИК-фильтр. Ночью, при ИК-подсветке, перед матрицей устанавливается линза компенсации изменения фокуса для ИК-диапазона (рис. 3.20).

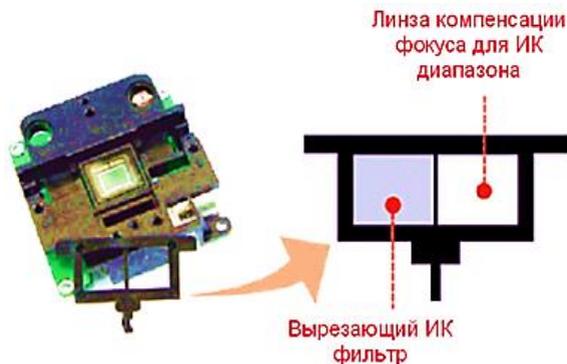


Рис. 3.20. Сдвижной фильтр камеры «день/ночь»

3.5.10. Видеонаблюдение в условиях плохой видимости. Тепловизионные камеры в системах охранного телевидения

Тепловизионные видеокамеры (тепловизоры) часто путают с приборами ночного видения, но эти устройства основаны на разных физических принципах. Для работы прибора ночного видения требуется свет, отраженный от объекта наблюдения, либо многократно усиленный, т. е. освещение, хоть и минимальное, ему необходимо, либо отраженный от ИК-осветителя и затем преобразованный в приборе в видимый. Тепловизор регистрирует тепло, излучаемое объектом наблюдения. Таким образом, тепловизор может работать в абсолютной темноте, и, что наиболее ценно, объект даже может быть визуально скрыт от наблюдателя туманом, за пеленой дождя или листвой. Для тепловизионной камеры – это не помеха.

Общая схема тепловизора похожа на обычную оптическую видеокамеру. Измеряемый параметр, в нашем случае тепло, регистрируется матрицей полупроводниковых теплочувствительных элементов (болометров). Тепловой поток попадает на матрицу через объ-

ектив, который изготовлен не из стекла, не пропускающего инфракрасное излучение с длиной волны более ≈ 2 мкм, а чаще всего из германия, гораздо более дорогого материала. Под воздействием тепла у теплочувствительного элемента сенсора изменяется электрическое сопротивление и, соответственно, протекающий через него ток. Сигнал от каждого элемента матрицы передается в электронный блок обработки, где и формируется целостное изображение. Каждому значению измеренной температуры задается свой цвет.

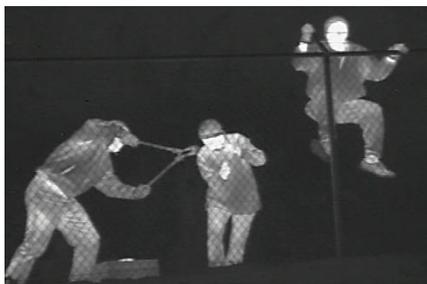


Цвет может выбираться из полноценной палитры, таким образом формируется цветное изображение, либо из оттенков серого – тогда изображение будет черно-белым. Как правило, более светлые (красные) области имеют большую температуру. При этом цвет на изображении, полученном с тепловизионной камеры, никоим образом не связан с реальным цветом объектов, условные цвета можно изменять при настройке тепловизора. Матрица теплочувствительных элементов и объектив составляют около 90 % стоимости тепловизионной камеры. Выход для подключения к устройству отображения у тепловизионной камеры такой же, как и у обычной оптической: аналоговый сигнал *PAL* или *NTSC*. Производятся и тепловизионные *IP*-камеры.

В системах видеонаблюдения задача для тепловизионной техники несколько упрощена: достаточно просто зарегистрировать изменение картины наблюдения и выделить в ней потенциального нарушителя. Тепловизионные камеры предназначены прежде всего для уличного наблюдения в сложных условиях, протяженных периметров и т. д. Но тепловизоры применяются не только ночью. В обычных телевизионных камерах цветовой контраст используется как основной признак, по которому наблюдатель должен распознать цель. Если потенциальный нарушитель одет в маскхалат и летом он сливается с зеленью, а зимой со снегом, то наблюдение в видимом диапазоне крайне неэффективно. Тепловизионные камеры не имеют такого ограничения, и на мониторе человек будет виден ярким пятном на фоне окружающей местности, даже если он полностью сливается с ней и невооруженным глазом совершенно не заметен.

Тепловое излучение проходит через атмосферу более свободно, чем видимый свет, поэтому дым, пыль и даже легкий туман тепловизору не помеха. Для тепловизора не проблема и яркий солнечный свет. Определить передвижения человека в условиях полной темноты и естественных помех в виде зеленых насаждений можно на расстоянии до 500–1000 м (наиболее совершенные, но и дорогие тепловизоры обеспечивают наблюдение до нескольких километров), в зависимости от температуры воздуха (температурный контраст).

Уникальные возможности тепловизионных камер могут использоваться для охраны объектов с большим открытым пространством, таких как аэропорты, открытые складские площадки, нефтеперерабатывающие заводы, морские порты и многое другое, там, где организовать нормальное освещение очень сложно и дорого, а погодные условия могут и эти усилия свести на нет. Немаловажен и тот факт, что тепловизор практически не реагирует на такие естественные помехи, как засветка или движение листвы на ветру. Это означает, что детектор движений, анализирующий изображение от тепловизионной камеры, будет работать гораздо стабильнее и надежнее.



Основной задачей охранного телевидения является оценка ситуации, в то время как на тепловидение обычно возлагаются функции обнаружения.

Производители тепловизионных камер часто предлагают решения, использующие два канала. В одном корпусе размещаются две камеры: обычная и тепловизионная. Это позволяет совместить и объединить возможности обоих методов наблюдения, что еще больше повышает эффективность системы безопасности.

Стоимость основных компонентов тепловизионных камер постоянно снижается, конструкция их упрощается, разрешение увеличивается. Стоит отметить, что недавно подобные решения были просто невозможны в таком компактном исполнении, так как теплочувствительные элементы нуждались в принудительном охлаждении. Сегодня во всех тепловизионных камерах для видеонаблюдения используются матрицы на основе неохлаждаемых болометров.

Тепловизионная сетевая камера AXIS Q1921-E (AXIS) (рис. 3.21) предназначена для использования вне помещений, поставляется со встроенным обогревателем стекла. Технология получения тепловизионного изображения позволяет обнаруживать объекты в полной темноте и в сложных условиях (дым, туман, пыль, густая дымка). Камера идеально подходит для круглосуточного охранного видеонаблюдения за выбранной зоной или периметром на таких объектах, как дороги, туннели и аэропорты. Имеется несколько вариантов объективов для различных вариантов применения. Камера снабжена функциями обнаружения движения и звука, а также оповещения при несанкционированных действиях. Поддерживает формат сжатия видеонаблюдения *H.264*, имеет двухканальную аудиоподдержку. Обеспечивает передачу нескольких индивидуально настраиваемых видеопотоков в форматах *H.264* и *Motion JPEG*. Использует технологию *Power-over-Ethernet (IEEE 802.3af)* и поддерживает стандарт *ONVIF*.



Рис. 3.21

Многофункциональная система наблюдения АВАТАР (ПЕРГАМ) (рис. 3.22) позволяет вести наблюдение в полной темноте, при плохой погоде и в условиях паразитной засветки. Система АВАТАР построена по модульному принципу. На поворотную платформу установлены тепловизор и видеокамера. Высокая скорость вращения в обеих плоскостях (до $180^\circ/\text{с}$) позволяет мгновенно реагировать на внешние события при работе в автоматическом режиме. Минимальная стартовая скорость вращения (от $0^\circ/\text{с}$) обеспечивает плавное вращение поворотного устройства в режиме слежения и автосопровождения целей. Система АВАТАР может работать совместно с радиолокаторами и периметральными сигнализациями. В зависимости от требований к дальности наблюдения и разрешающей способности тепловизионный модуль можно оснащать детекторами различного формата: 160×120 , 320×240 , 384×288 и 640×512 пикселей. Модуль видеокамеры оснащен $\frac{1}{4}$ CCD матрицей и 36-кратным оптическим трансфокатором. Система АВАТАР поддерживает работу в аналоговых или цифровых *IP*-системах видеонаблюдения.



Рис. 3.22

Портативные тепловизоры H-серии (FLIR) – предназначены для оснащения пеших патрулей, которые осуществляют охрану промышленных объектов или государственных границ, работников таможни и сотрудников служб охраны правопорядка и других специалистов, перед которыми стоит задача скрытого охранного наблюдения в полной темноте и любых погодных условиях. Специалисты, отвечающие за обеспечение безопасности, и сотрудники служб охраны правопорядка могут разглядеть нарушителя даже в полной темноте, сквозь дым, листву и густой туман.



Рис. 3.23

Тепловизор серии C-Allview Thermal (GANZ) (рис. 3.24) выполнен в виде уличного поворотного устройства, которое совмещает в себе аналоговую камеру с 36-кратным трансфокактором и тепловизионную камеру с разрешением 320×240 пикселей. Камера может быть дистанционно направлена в любую сторону, а также вертикально вверх или вниз, что обеспечивает наблюдение без «мертвых зон». Линейка тепловизионных камер C-Allview Thermal имеет оптику с углом зрения по горизонтали 50° , 25° или 12° , что позволяет обнаружить человека на расстоянии до 1200 м. Устройство имеет два аналоговых видеовыхода. Один – для аналоговой, второй – для тепловизионной камеры.



Рис. 3.24

В целом, при использовании в СОТ тепловизоры имеют следующие преимущества:

- обеспечивают работу в полной темноте, не требуя подсветки;
- обеспечивают регистрацию объекта в тумане, в дождь и снег, за листвой.

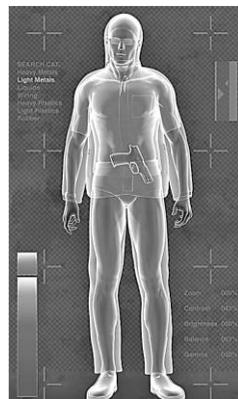
Но имеют и недостатки:

- более низкое разрешение, чем у камер видимого и ближнего ИК-диапазонов;
- высокую стоимость;
- тенденцию к деградации матрицы, особенно для охлаждаемых матриц.

Наиболее полно преимущества тепловизоров проявляются в плохих погодных условиях. При этом, высокую вероятность обнаружения обеспечивает сочетание различных физических принципов работы охранной техники. Так тепловизор желательно использовать с высококачественной телевизионной камерой. Наиболее оправданным является использование тепловизоров для охраны особо важных объектов, имеющих большое открытое пространство, например, таких как: взлетно-посадочные полосы аэропортов, открытая территория вокруг АЭС, морские акватории в портах и т. д.

3.5.11. Видеонаблюдение в условиях ограниченной видимости. Радиовидение

Радиовидение – это метод интроскопии, позволяющий с помощью радиоволн (отраженных или излучаемых) визуально наблюдать предметы (обнаруживать и опознавать), невидимые невооруженным глазом, например, находящиеся в светонепроницаемой среде, скрытые непрозрачной для световых лучей преградой, в условиях плохой видимости (туман, снегопад). Системы радиовидения находят применение в широком круге информационных систем, среди них и системы охранного телевидения. Система радиовидения работает в разрешенном терагерцовом частотном диапазоне и не влияет на работу других радиоэлектронных устройств. Пространственное разрешение такой системы обеспечивает надежную идентификацию подвижных и неподвижных объектов. Излучаемая мощность системы в несколько раз меньше мощности излучения мобильного телефона стандарта *GSM*.



T-диапазон – диапазон электромагнитных волн, лежащий между инфракрасным и СВЧ-спектрами и называемый терагерцевым, обладает рядом полезных свойств для систем специального телевидения. Так, лучи свободно проходят сквозь многие материалы (через стены и перегородки), но отражаются от металлов и жидкостей. На основе этих свойств созданы приборы, способные определить спрятанное под одеждой оружие, или идентифицировать ограниченный набор химических веществ (взрывчатка, наркотики, ЛВЖ и т. д.).

До недавнего времени широкое использование терагерцевых лучей было затруднено из-за отсутствия должного размера генераторов этих волн. Данная проблема была решена японской компанией *ROHM* с помощью резонансно-туннельных диодов, предназначенных для систем радиовидения, с габаритами от нескольких миллиметр.

В настоящее время системы радиовидения достигли важнейших характеристик качества (угловое разрешение, быстродействие и чувствительность), сравнимых с системами инфракрасного и оптического диапазонов. Следует ожидать, что в недалеком будущем на вооружении правоохранительных органов и военных появятся мобильные сканеры, способные обнаруживать оружие у человека в толпе.

Как и для тепловизоров, цвет на изображении, полученном с видеокамеры Т-диапазона, не связан с реальным цветом объектов, и условные цвета можно изменять при настройке Т-видеокамеры.

3.6. Выбор и установка телекамер. Параметры зон телевизионного наблюдения

Зона обзора видеокамеры – это трехмерная геометрическая фигура в виде пирамиды (рис. 3.25) с вершиной, исходящей из объекта видеокамеры. Причем соотношение сторон основания пирамиды в сечении перпендикулярном оси направления камеры, в соответствии с телевизионным стандартом, равно 4:3, или больше для широкоформатных камер. Все предметы (или части предметов), попадающие внутрь этой пирамиды будут видны на экране монитора (рис. 3.26). Предметы, не попадающие внутрь пирамиды, видны не будут. Зона обзора может быть как бесконечной, так и ограниченной землей и другими предметами. Кроме того, зона обзора ограничена двумя плоскостями, удаленными от камеры на расстояния ближней и дальней границы резко отображаемого пространства.

В настоящее время процесс профессионального проектирования систем охранного телевидения значительно облегчается при использовании компьютерных программ. Возможности программ профессионального проектирования СОТ практически неограниченны (рис. 3.27–3.30). Эти программы, разумеется, не бесплатны, однако затраты на их приобретение быстро окупаются и вполне оправданны. В то же время существует ряд программ, с ограниченными возможностями и утилит (рис. 3.31), позволяющих рассчитывать ограниченное число

параметров СОР, предлагающихся бесплатно или позволяющих рассчитать тот или иной параметр в режиме *on-line*. Такой набор утилит малоприменим для проектирования реальной СОР большого объекта, но удобен при разработке учебного проекта или СОР малого объекта без предъявления к нему высоких требований.

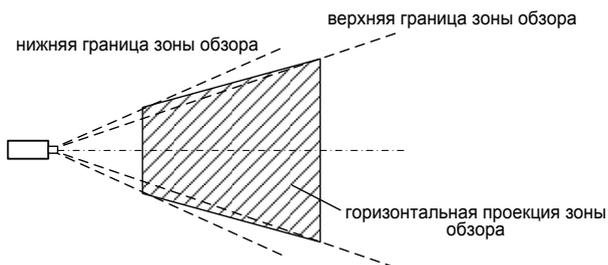
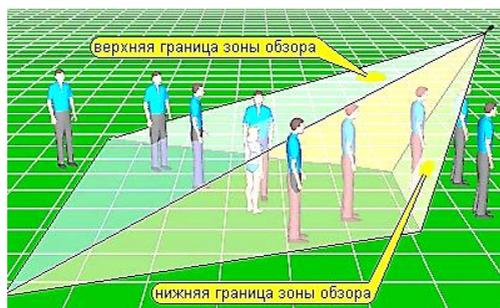


Рис. 3.25. Формирование зоны обзора видеокамеры и проекция зоны обзора на горизонтальную плоскость



Рис. 3.26. Изображение на экране монитора зоны обзора

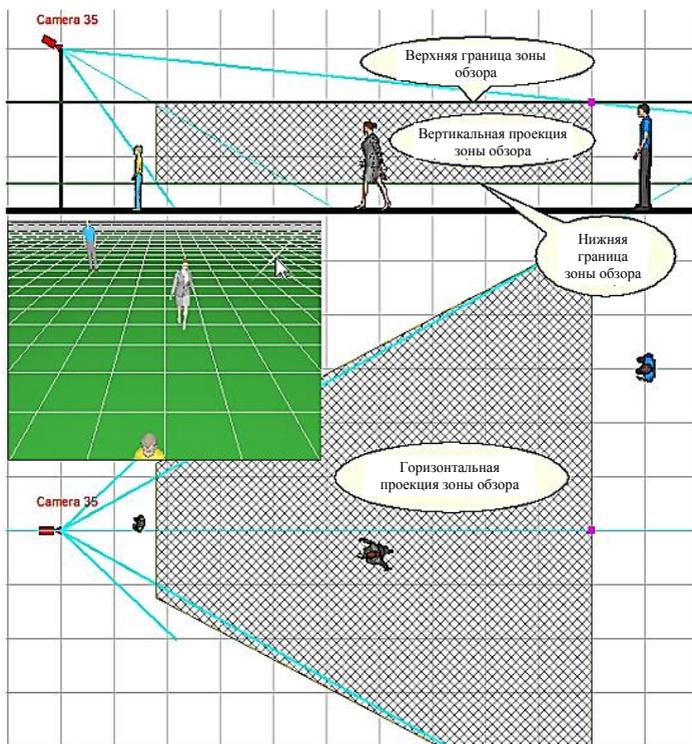


Рис. 3.27. Компьютерное моделирование зон обзора

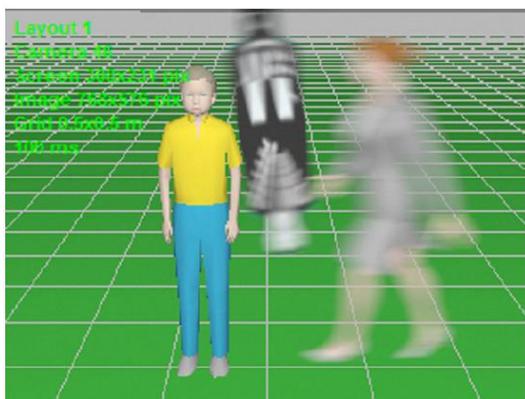


Рис. 3.28. Моделирование размытия движущихся объектов



Рис. 3.29. Моделирование глубины резкости объектива

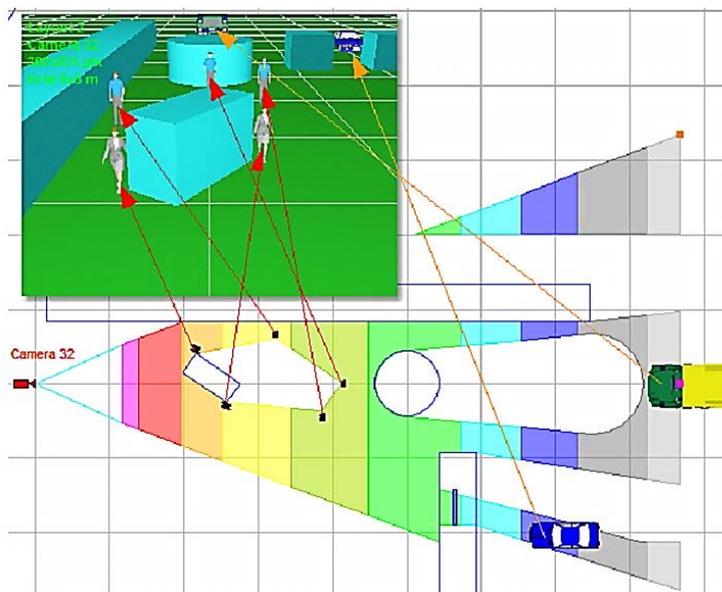


Рис. 3.30. Моделирование горизонтальных проекций зон обзора с учетом затенений от препятствий, находящихся на сцене наблюдения

Например, программа *VideoCAD* [4] позволяет моделировать проекции зон видеонаблюдения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, изображения зон наблюдения на виртуальных мониторах с учетом освещения, качества каналов связи, объективов и камер конкретных типов, и т. д., формировать необходимые чертежи и таблицы, отображать на экране компьютера результаты моделирования в 2D- и 3D-режимах. На рис. 3.27 показан вид рабочего стола программы при моделировании зон обзора; на рис. 3.28 – результат моделирования размытия движущихся объектов на виртуальном мониторе; на рис. 3.29 – моделирование глубины резкости объектива; на рис. 3.30 – моделирование горизонтальных проекций зон обзора с учетом затенений от препятствий, находящихся на сцене наблюдения и др.

Трехмерные 3D-модели видеоизображений не являются обязательной частью проекта *CCTV*, всю необходимую для инсталляции системы информацию можно отобразить и на двухмерном плане. На двухмерном плане удобно выбирать положения и параметры видеокамер, работать с проекциями зон обзора и т. п. Однако возможность трехмерного компьютерного моделирования изображений является полезной именно на ранних этапах проектирования и согласования проекта.

Используя трехмерное моделирование, можно решать возникающие в процессе проектирования задачи наилучшим образом, с учетом сложных влияющих факторов. Например, в двух измерениях сложно учесть препятствия, закрывающие часть зоны обзора и особенности отображения объемных объектов. Однако, для учета этих факторов необходимо использовать адекватные 3D-модели и соблюдать правила их расстановки на объекте. При этом задача упрощается использованием большинства моделей, объединенных в библиотеки. Трехмерное моделирование позволяет уже в процессе проектирования увидеть конечную информацию системы – изображения на мониторах. Эта информация значительно уменьшает вероятность появления в проекте дорогостоящих ошибок и позволяет выбрать размещение и параметры оборудования с большой точностью, а также находить новые нестандартные решения поставленных задач. Трехмерное моделирование может значительно упростить работу, если проектируется система *CCTV* для здания, которое само пока является проектом.

Трехмерное моделирование изображений с мониторов системы охранного телевидения делает взаимодействие с заказчиком более продуктивным. Модели изображений более информативны для неспециалиста (заказчика), чем только план расположения видеокамер с проекциями зон обзора. Трехмерные модели изображений позволяют общаться с заказчиком на понятном ему языке, демонстрировать преимущества предлагаемого проекта перед проектом конкурентов, а также избежать разочарований из-за ограничений в разрешении изображения. Упрощается обоснование проекта: от количества и размещения видеокамер и мониторов до качественных параметров оборудования. Моделирование изображений на мониторах в реальном масштабе и качестве позволяет сделать выбор необходимого количества и параметров мониторов, а также обеспечить высокое качество проектирования рабочего места оператора.

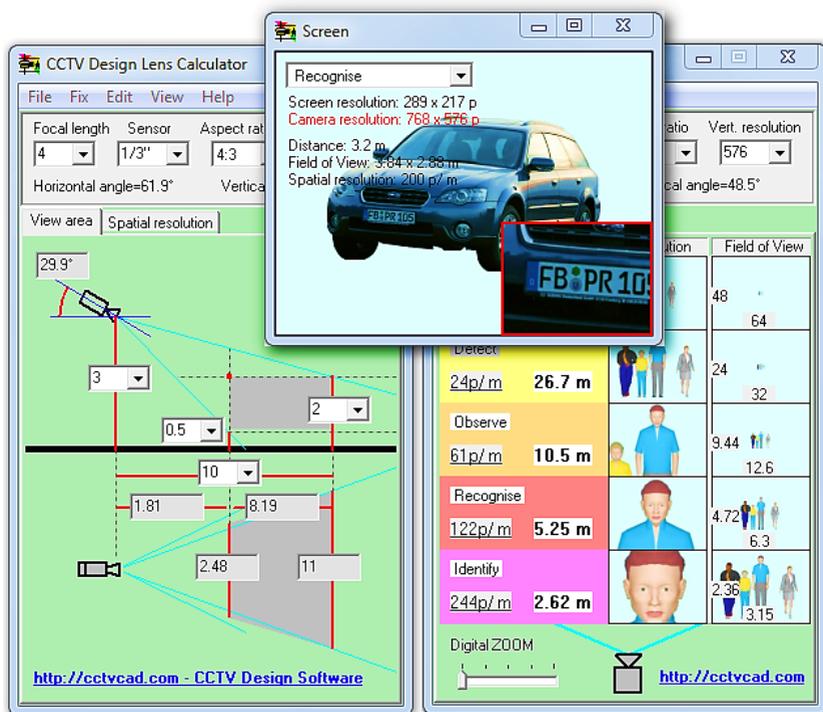


Рис. 3.31. Моделирование зон обзора в утилите CCTV Lens Calculator

Хотя общие принципы проектирования СОТ при ручном и компьютерном моделировании одинаковы, но особенности человеческого восприятия графических изображений и моделирования объемных объектов средствами встроенных в программы конструирования систем охранного телевидения математических пакетов обуславливают различные подходы к средствам и объектам проектирования.

При использовании многих программ проектирования систем охранного телевидения в меню выбора критериев и режимов СОТ приводятся ссылки на рекомендации различных ведомств. Также в меню настройки критериев можно выставить значения параметров по выбору. Однако, если точные требования к значениям параметров настраиваемого критерия неизвестны, то предпочтительно выбирать «Рекомендации Британского МВД» (рис. 3.32).

Определение параметров зон обзора программными средствами происходит автоматически, однако и для правильного пользования средствами компьютерного моделирования, и для расчета параметров одной зоны полезно знание методики расчета и основных принципов определения параметров зон обзора.



Рис. 3.32. Меню выбора критериев

3.6.1. Слепая зона под видеокамерой

Для определения непросматриваемой телевизионной камерой зоны – слепой зоны (здесь не будет обнаружена цель наблюдения любых размеров) (рис. 3.33) можно пользоваться формулой:

$$L = L_1 + h \operatorname{tg}(\beta - \alpha_V / 2), \quad (3.7)$$

где L – длина слепой зоны, м;

L_1 – расстояние от стены до объектива телекамеры, м;

h – высота установки телевизионной камеры, м;

α_V – угол зрения объектива телекамеры по вертикали в градусах;

β – угол, образованный оптической осью телекамеры и вертикалью (угол наклона телекамеры), в градусах.

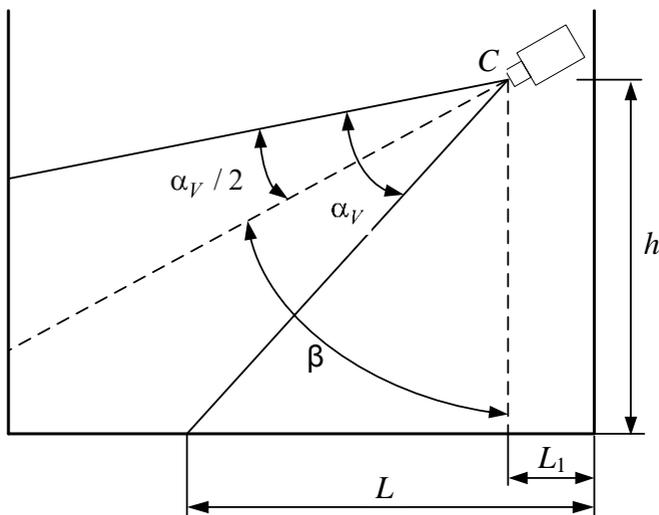


Рис. 3.33. Определение «слепой» зоны

3.6.2. Мертвая зона под видеокамерой

При проектировании системы охранного телевидения необходим учет мертвой зоны (здесь не будет обнаружена цель наблюдения установленных размеров, например, нарушитель) под видеокамерой, установленной на высоте H в точке B и имеющей угол обзора в вертикальной плоскости α (рис. 3.34). Чтобы определить длину мертвой зоны M следует рассмотреть треугольник ABD . Перпендикуляр EF имеет длину P , равную росту человека (если мы оцениваем длину мертвой зоны AF на предмет обнаружения человека). Т. е., если человек, с ростом P , окажется левее точки F , он попадет на экран видеомонитора, правее – не будет обнаружен (окажется в мертвой зоне).

Используя свойства подобных треугольников ABD и FED , длина мертвой зоны:

$$AF = AD \times \frac{(BA - EF)}{BA}, \quad (3.8)$$

$$M = L \times \frac{(H - P)}{H}.$$

Отсюда следует, что если рост человека P стремится к нулю (злоумышленник ползет), то длина мертвой зоны максимальна и составляет $M = L$ (человек не будет виден на всем расстоянии до плоскости наблюдения). Наоборот, если высота установки видеокамеры равна росту человека, то человек сразу же попадает в поле зрения видеокамеры ($M = 0$).

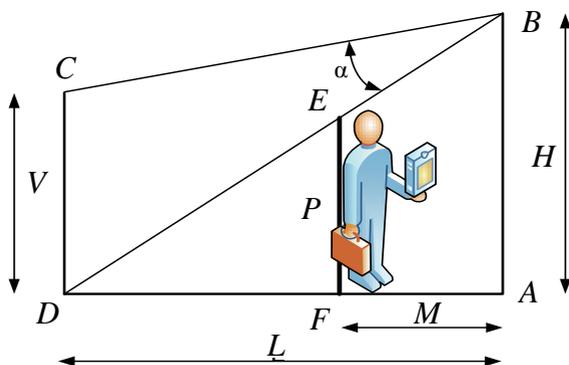


Рис. 3.34. Расчет мертвой зоны под видеокамерой

В качестве роста человека, в соответствии с рекомендациями (ГОСТ Р 51558-2000), для наихудшего варианта принимают рост, равный $P = 1,65$ м. Например, если видеокамера установлена на высоте 3 м, при расстоянии до объекта $L = 6$ м длина мертвой зоны составляет 2,7 м, при $L = 16$ м – длина мертвой зоны – 7,2 м. Как видно, полученные значения достаточно значительны, чтобы ими пренебрегать.

3.6.3. Радиальная длина обнаружения человека

В реальных условиях системам охранного телевидения необходимо обнаруживать и регистрировать движущиеся объекты, которые, лишь на время попадают в поле зрения видеокамеры. Очевидно, что при определенных соотношениях угла обзора, высоты установки видеокамеры, а также скорости и траектории движения объекта задача обнаружения таких объектов может оказаться невыполнимой. Ограничения зоны обзора, вызванные динамическими параметрами кон-

откуда

$$Q = L \cdot \frac{P}{H - P},$$

$$r = L - M + Q = L \cdot \left(1 + \frac{1,65}{H - 1,65}\right) - M. \quad (3.9)$$

С учетом скорости перемещения человека к видеокамере или в противоположном направлении может быть рассчитано время, необходимое для реакции на его появление (в случае необходимости может быть использован более широкоугольный объектив). Исходя из принятой максимальной скорости движения человека 10 м/с и радиальной длины обнаружения, можно рассчитать время нахождения его в поле зрения видеокамеры. Если окажется, что скорости реакции оператора или приборов обработки видеосигналов при этом недостаточно для гарантированного обнаружения или регистрации человека, бегущего со скоростью v_r , необходимо увеличить угол обзора видеокамеры до значения α_1 (рис. 3.36).

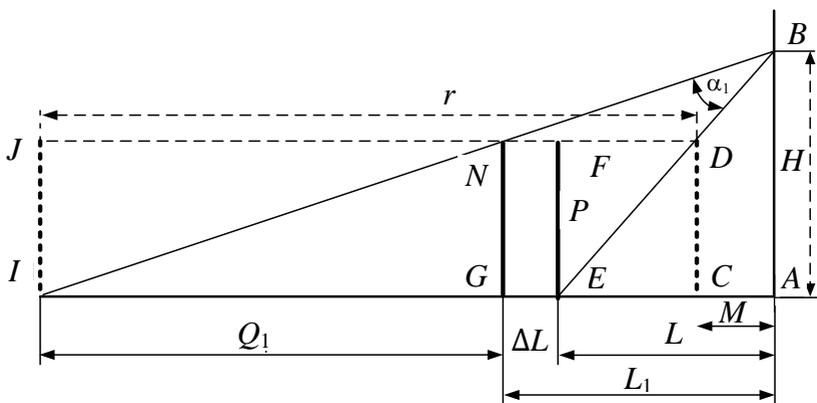


Рис. 3.36. Отображение движущегося человека

В этом случае человек будет обнаруживаться на всем интервале положений от DC до JI , а отображение человека в полный рост на экране видеомонитора будет при нахождении его при всех положениях от FE до NG (т. е. в пределах длины Δl).

3.6.4. Условно мертвая зона по горизонтали

По аналогии с мертвой зоной под видеокамерой (часть сектора обзора по вертикали) можно ввести термин «**условно мертвая зона**», понимая под этим ту часть сектора обзора по горизонтали, которая оказывается «невидимой» видеосистемой для некоторых движущихся объектов. Данным термином определим ту часть сектора наблюдения вблизи видеокамеры, в пределах которой объект наблюдения (человек, автомобиль и т. п.) может пересечь сектор наблюдения, однако этот факт может оказаться не обнаружен человеком-оператором или не зафиксирован регистрирующим устройством.

При произвольном движении контролируемого объекта на время пересечения сектора наблюдения влияет тангенциальная составляющая его скорости V_t . Рассмотрим треугольник EOD (рис. 3.37), который представляет собой сектор наблюдения видеокамеры по горизонтали с углом обзора α_H .

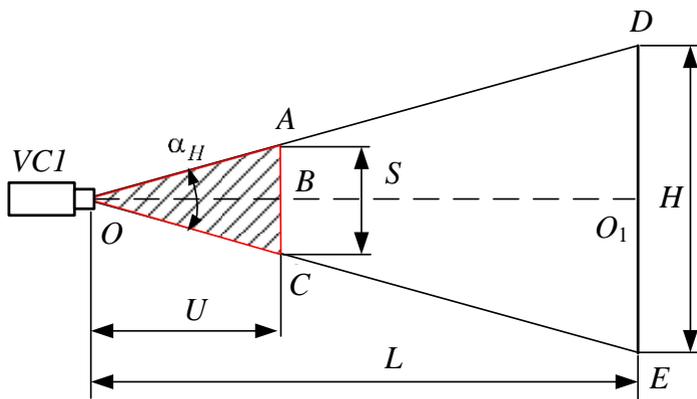


Рис. 3.37. Определение условно мертвой зоны по горизонтали

Наиболее коротким путем пересечения сектора наблюдения из точки A является отрезок AC длиной S , параллельный плоскости наблюдения DE , на расстоянии U от места установки видеокамеры. Из треугольника COA длина условно мертвой зоны

$$U = \frac{S}{2\operatorname{tg}(\alpha_H / 2)}. \quad (3.10)$$

Очевидно, что при широкоугольном объективе видеокамеры длина пути пересечения s будет больше, и вероятность обнаружения и регистрации движущегося объекта будет выше, чем при использовании телеобъектива. Длина пути s пересечения сектора наблюдения объектом равна произведению скорости движения этого объекта на время пересечения

$$S = V_H \cdot t. \quad (3.11)$$

Максимальная скорость движения человека по открытой местности может быть принята равной 10 м/с, а скорость движения автомобиля по закрытой территории объекта принимается равной 16,7 м/с. Время t зависит от того, какая цель стоит перед системой охранного телевидения:

- обнаружение движущегося объекта человеком-оператором системы видеонаблюдения;
- регистрация происшествия с помощью видеоманитофона, цифрового видеорежистратора или компьютерной системы охранного телевидения.

3.6.5. Разрешение для объекта

Рассмотрим ряд понятий, связанных с качеством формируемого изображения.

Элемент разрешения – минимальный размер объекта наблюдения, позволяющий различить его на определенной дальности. Размеры элемента разрешения Δ могут быть определены как линейный поперечный размер зоны L (длина дуги) обзора в соответствующей плоскости, деленный на разрешающую способность R телекамеры в этой же плоскости (рис. 3.38).

Учитывая, что L зависит от расстояния до объекта d и угла обзора α

$$L = 2\pi d \frac{\alpha}{360^\circ}, \quad (3.12)$$

тогда для элементов разрешения в вертикальной и горизонтальной плоскостях

$$\begin{aligned}\Delta_B(d) &= L_B / R_B, \\ \Delta_\Gamma(d) &= \frac{3}{4} L_B / R_B.\end{aligned}\tag{3.13}$$

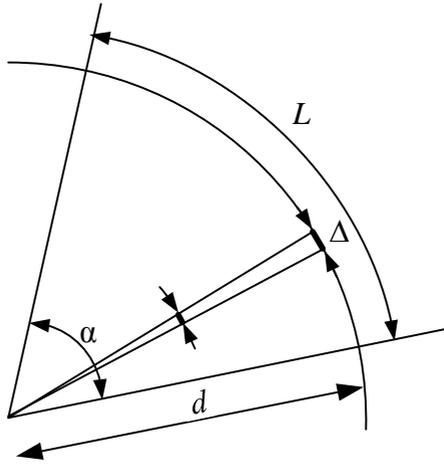


Рис. 3.38. Элемент разрешения

Размер элемента разрешения является функцией расстояния d от камеры, поскольку величина L зависит от d . Его понятие практически имеет смысл в пределах глубины резкости. Зависимости размера элемента разрешения в вертикальной и горизонтальной плоскостях от расстояния от телекамеры линейны.

Разрешение для объекта – это количество элементов разрешения N_B или N_Γ , приходящихся на объект определенного размера. Фактически это соответствует числу телевизионных линий, приходящихся на изображение объекта определенного размера. Так, например, если элемент разрешения на определенной дальности равен 1 см, то на лицо человека, размером 25 см, будет приходиться 25 элементов разрешения. Это вдвое меньше дальности – 50. То есть разрешение для объекта на этой дальности будет вдвое больше.

Таким образом, знание размеров элемента разрешения позволяет определить разрешение для объектов, находящихся на различной дальности. Разрешение для объекта обратно пропорционально расстоянию (рис. 3.39), поскольку размер объекта не зависит от расстояния

яния, а размер элемента разрешения увеличивается прямо пропорционально расстоянию.

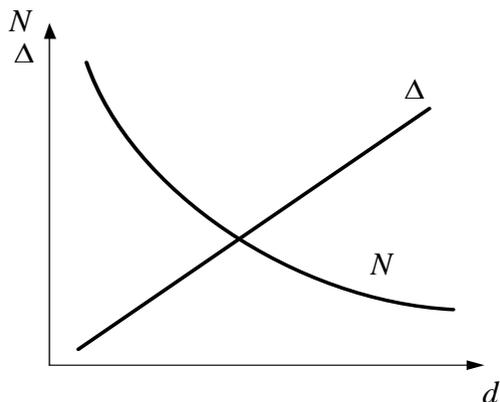


Рис. 3.39. Зависимости разрешения от расстояния

Относительное разрешение – это количество элементов разрешения $N_{\text{ВО}}$ или $N_{\text{ГО}}$, приходящихся на единицу размера объекта. Относительное разрешение может быть пересчитано в разрешение для объекта умножением первого на размер объекта.

Таким образом, с точки зрения разрешения для объекта наблюдения, одну и ту же зону обзора можно условно разделить на несколько частей, в каждой из которых решаются различные задачи (рис. 3.40).

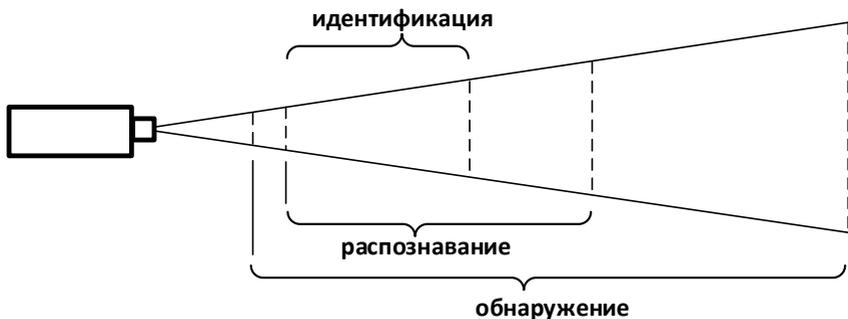


Рис. 3.40. Зона эффективного обзора телекамеры

Задача обнаружения решается в максимальной по размеру части зоны обзора, а идентификации – в минимальной. Причем четкой границы между этими частями нет. В зависимости от объекта и условий наблюдения та или иная задача может решаться на разной дальности или с разной эффективностью.

3.6.6. Объективные и субъективные факторы оценки качества системы охранного телевидения. Четкость и контраст

Успешное решение задач СОТ определяется не только числом элементов сенсора и геометрическими параметрами зоны наблюдения, но и, собственно, характеристиками формируемого изображения. Одна из ключевых задач, которые стоят перед камерой – передача четкого и контрастного изображения. Четкость изображения подразумевает резкие и неразмытые границы, а под контрастом понимается отношение яркостей самой светлой и самой темной точек изображения. Оба параметра очень важны при решении задач идентификации (рис. 3.41).



Рис. 3.41. Виды изображений:
а – четкое и нечеткое изображения;
б – высококонтрастное и низкоконтрастное изображения

Контраст удобно определять по графикам распределения яркостей (гистограммам – по горизонтальной оси представлена яркость, а по вертикали – относительное число пикселей с конкретным значением яркости). Четкость изображения зависит от правильно подобранного объектива и настройки фокуса, т. е. от грамотности специалиста, который внедряет систему телевизионного видеона-

блюдения. В то же время обеспечение контраста целиком зависит от камеры и условий освещения, правильный выбор которых также зависит от компетентности проектировщика СОТ (рис. 3.42).



Рис. 3.42. Отображение шкалы серого на мониторе при неправильной и правильной настройке контраста

На настройки камеры для распознавания накладываются довольно жесткие ограничения. Причем эти настройки могут оперативно меняться при изменении суточной или сезонной освещенности, работы с трансфокатором или поворотной камерой и т. п. Например, диафрагма объектива не должна быть открыта слишком сильно, так как открытая диафрагма уменьшает глубину резкости – ту область, в которой объекты остаются в фокусе, то есть четкими. Во-вторых, время экспозиции не должно быть слишком большим, так как повышение времени экспозиции ведет к «смазыванию» быстро движущихся объектов. В солнечную погоду эти требования легко выполняются (рис. 3.43).

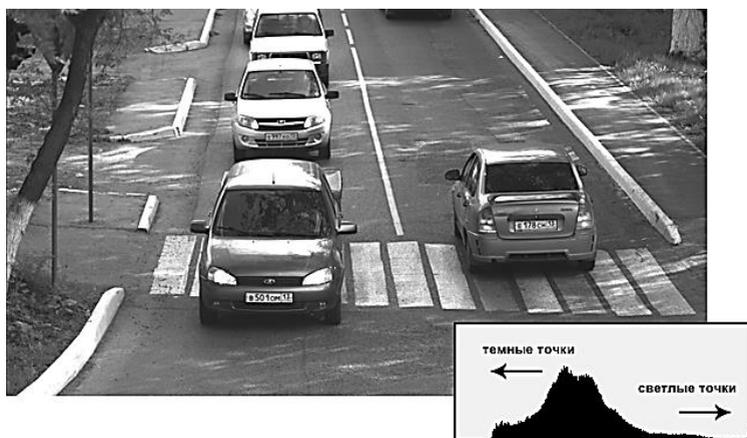


Рис. 3.43. Четкое и контрастное изображение в хорошую погоду

В сумерках та же камера сформирует темное изображение, которое, к тому же, имеет низкий контраст (рис. 3.44).



Рис. 3.44. Темное и малоконтрастное изображение в сумерках

Если для систем распознавания автомобильных номеров проблема встает в темное время суток, на плохо освещенных выездах из подземных парковок, в туннелях, то для систем распознавания лиц, зачастую расположенных в недостаточно освещенных помещениях, она существует всегда. Решить эту проблему можно с помощью коррекции яркости на этапе обработки сформированного изображения.

Существует два этапа, на которых возможна коррекция яркости и контраста изображения:

1. Этап формирования изображения.
2. Этап обработки уже сформированного изображения.

Во время первого этапа происходит управление двумя параметрами:

- временем экспозиции;
- степенью открытости диафрагмы – на основе полученной гистограммы камера анализирует необходимость повышения или понижения яркости и подает команду на изменение параметров.

Функция изменения степени открытости диафрагмы (автоуправление диафрагмой) обязательна для камеры, которая используется в системах распознавания номеров и фотофиксации дорожных происшествий.

Если после первого этапа получившееся изображение все еще не удовлетворяет требованиям (не хватает яркости или контраста из-за недостатка освещения или плохих погодных условий), возможна

коррекция изображения на втором этапе: обработка уже сформированного изображения на процессоре камеры.

Самой простое, что может сделать камера – осветление темного снимка. Для этого левая часть гистограммы «растягивается» вправо на весь диапазон. Таким образом, черные точки на изображении остаются черными, а серые становятся белыми. Но в этом случае есть одна проблема: повышение яркости и контраста может приводить к потере информации. После «растягивания» на гистограмме появляются разрывы, которые выглядят на изображении как резкие неприятные для глаза переходы между оттенками. Но главное, что мы видим на рис. 3.45, из-за потери информации номер становится нечитаемым и, следовательно, непригодным для распознавания.

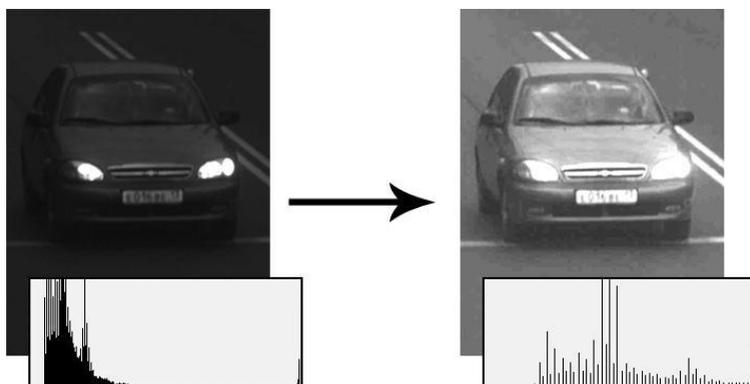


Рис. 3.45. Осветление снимка: вместе с яркостью повышается и контраст

Преобразование проводится на изображении, закодированном с разрядностью 8 бит. Большинство видеокамер СОР способны формировать изображение только с такой разрядностью. Разрядность определяет количество оттенков на изображении – чем она больше, тем более плавными будут переходы между оттенками. Но увеличение разрядности приводит и к увеличению требований к аппаратной части системы.

Разрядность 1 бит позволяет закодировать только два оттенка – черный и белый, разрядность 2 бита (2^2) – четыре оттенка, и т. д. (повышение разрядности на единицу увеличивает количество возможных оттенков вдвое) (рис. 3.46).

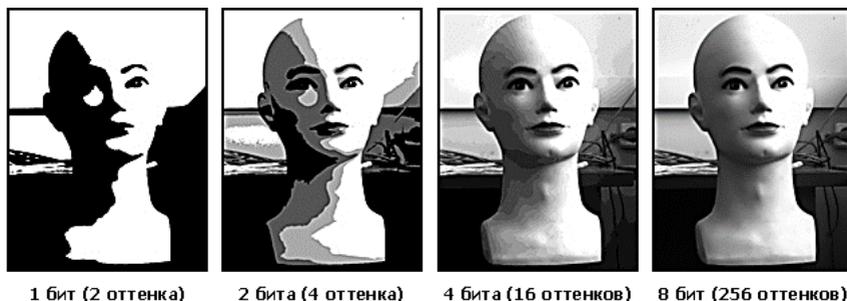


Рис. 3.46. Изображения при разном числе отображаемых градаций

Для человеческого глаза 8-битное изображение выглядит реалистично, поэтому дальнейшее повышение количества оттенков будет избыточным – глаз не сможет их распознать. Однако, обработка исходного 8-битного изображения может привести к невосполнимой потере информации. При осветлении первые 40–50 градаций яркости (рис. 3.45) были «растянуты» на всю длину гистограммы – 256 градаций. Между сохранившимися оттенками появились большие разрывы, заметные как на гистограмме, так и на самом изображении. Такое изображение непригодно ни для человеческого глаза, ни для системы видеоаналитики.

Решить эту проблему могут камеры, которые умеют формировать изображение с разрядностью до 12 бит. Для человеческого глаза разница между 8-битным и 12-битным изображением не видна. Но для камеры дополнительные 4096 градаций яркости (в 16 раз больше, чем в 8-битном формате!) позволяют производить любые преобразования яркости без потери полезной информации.

При осветлении 12-битного изображения происходит то же самое, что и при осветлении 8-битного. Около 800–1000 градаций из левой части гистограммы растягиваются на всю ширину – 4096 градаций. Как и в случае с 8-битным изображением, часть информации при этом теряется. Но в этом случае теряется избыточная информация, невидимая для человеческого глаза и не значимая для системы распознавания (рис. 3.47). После растягивания 800–1000 градаций проводится преобразование разрядности – из 12 бит в 8 бит – избыточные градации отбрасываются, и на исходной гистограмме видны оставшиеся 256 градаций яркости.

Такая коррекция не приводит к потере информации: изображение хорошо выглядит для человеческого глаза, и номер остается читаемым. Однако работать в 12-битном диапазоне и выше могут только специализированные камеры.

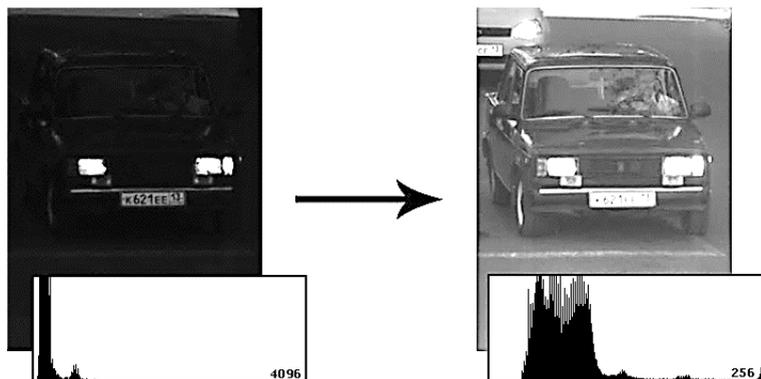


Рис. 3.47. Осветление изображения в камере для распознавания номеров с 12-битным кодированием

Алгоритм адаптивного преобразования яркости позволяет камере передавать в систему распознавания изображение с максимальным количеством информации об интересующих областях, уменьшая при этом количество ненужной информации. Адаптивный алгоритм «выбирает» на входной гистограмме те градации яркости, которые будут перенесены в выходную гистограмму, и «отрезает» ненужные. Таким образом, можно изменять яркость и усиливать контрастность более темных или более светлых участков изображения. Адаптивность позволяет реагировать на изменения сцены – уменьшение или увеличение освещенности, появление дополнительного источника света, глубокой тени или засветки интересующего объекта. При недостатке освещенности проблему могло бы решить увеличение времени экспозиции или приоткрытие диафрагмы, но это невозможно, так как приведет к «смазыванию» движущихся объектов и уменьшению глубины резкости. Так как анализ гистограммы происходит на каждом кадре, адаптивное преобразование яркости обеспечивает мгновенную реакцию на быстрые изменения освещенности сцены. Это важно в случае наблюдения за движущимися объектами в основном, за машинами, для распозна-

вания номеров на скоростных участках или перекрестках. Слева (рис. 3.48) – изображение в момент появления солнца; номер не виден. Справа – изображение после изменения экспозиции и адаптивного преобразования яркости.



Рис. 3.48. Реакция на появление солнца и засветку номера в системе *VOCORD Traffic* (камеры *NetCam4*)

Отметим, что подобные решения проблемы возможны только при использовании камер, в которых первичное изображение кодируется числом разрядов более 8 (10–12 бит), что может увеличивать нагрузку на процессор камеры и объем трафика каналов связи СОР.

3.6.7. Объективные и субъективные факторы оценки качества СОР.

Эффективность использования поворотных систем

Поворотное устройство предназначено для дистанционного поворота ТК в целях обзора большой площади или направления ее на интересующий объект контроля.

Например, в Чикаго разработаны системы видеонаблюдения с программным обеспечением для регистрации выстрелов. В видеокамеры встроены акустические датчики. Если поблизости от видеокамеры раздается выстрел, то она наводится на то место, откуда стреляли, а программное обеспечение видеосистемы мгновенно дает крупным планом как изображение места, где был произведен выстрел, так и самого стрелявшего. Кроме того, оператору тут же поступает сигнал тревоги.

В дежурном режиме камера с вариообъективом обеспечивает широкий угол обзора и осуществляет сканирование в автоматическом режиме. При необходимости, например, при обнаружении движения в зоне контроля, оператор уменьшает угол обзора, увеличивая фокусное расстояние объектива для детального рассмотрения обстановки, и одновременно поворачивает ТК в интересующем направлении. Применение поворотных (PTZ) видеокамер эффективно совместно со средствами видеоаналитики только в случае, когда видеоаналитика настроена на детектирование только одной области формирования сигнала тревоги. Актуальным становится выделение зон «приватности», при наведении на которые объектива камеры их изображения замещаются цветными или серыми неинформативными областями.

Поворотное устройство может быть внутренним и наружным. Наружное поворотное устройство имеет, как правило, большую максимальную нагрузку, класс защиты не хуже IP 66 и соответствующий температурный диапазон (от минус 40 до плюс 60 °С). Основные характеристики поворотных устройств следующие:

– **максимальный угол поворота** – определяется размерами зоны контроля и может составлять до 360⁰ как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях;

– **скорость поворота** – показывает на сколько градусов в секунду может быть повернуто устройство.

– **точность установки** – т. е. точность, с которой поворотное устройство поддерживает ТК в установленном положении.

Имеются приспособления управления поворотными устройствами, позволяющие заранее программировать позиции, в которые поворотное устройство будет поочередно поворачиваться при ведении наблюдения.

Поворотная система является дорогим решением (комплект: видеокамера плюс поворотная система с пультом управления – стоит примерно столько же, сколько три стационарно установленные видеокамеры). При этом надо учитывать, что ракурс изображения, получаемого от видеокамеры, установленной на поворотном устройстве, существенно отличается от ракурса, получаемого от 3-х фиксированных, разнесенных в пространстве видеокамер, которые могли бы заменить ее. Наиболее информативной оказывается видеосистема с поворотной видеокамерой, когда последняя установ-

лена в центре свободного пространства. Иначе изображение от стационарно установленных видеокамер более информативно.

Поворотные устройства обеспечивают скорость поворота в горизонтальной плоскости порядка 6° в секунду, что в ряде случаев может оказаться недостаточным. Такая низкая скорость обусловлена, с одной стороны, необходимой точностью работы механических устройств, отсутствием в них заметного люфта, а с другой стороны, инерционностью механической системы, обладающей значительной массой.

Для оценки возможностей поворотной системы рассмотрим ситуацию, когда оператор замечает человека в секторе наблюдения видеокамеры, установленной на поворотном устройстве в точке B (рис. 3.49).

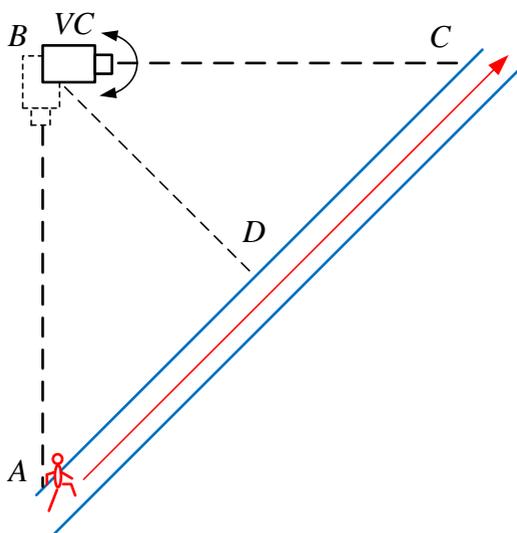


Рис. 3.49. Слежение за бегущим человеком с помощью поворотного устройства

Человек находится на расстоянии l метров от видеокамеры в точке A и перебегает из нее в точку C , расположенную на таком же расстоянии l . Пусть угол ABC равен 90° . Тогда для поворота на этот угол поворотному устройству потребуется время

$$t_n = 90/6 = 15 \text{ с.}$$

Человеку требуется пробежать расстояние AC , длина которого

$$l \cdot \sqrt{2}.$$

С учетом максимальной скорости человека 10 м/с, на преодоление этого расстояния ему понадобится время

$$t_{\text{ч}} = l(1,41/10) \text{ с.}$$

Поворотное устройство с видеокамерой будет успевать отслеживать перемещение человека на экране видеомонитора, если время поворота t_n не будет превышать времени перемещения человека $t_{\text{ч}}$, в рассматриваемом примере

$$0,141 \cdot l > 15 \text{ с.}$$

Отсюда, бегущий человек будет виден на экране видеомонитора только в том случае, если человек находится на расстоянии от камеры, не меньшем чем

$$l = 15/0,141 = 106,4 \text{ м.}$$

Это расстояние находится на грани предельного с точки зрения различимости предметов, поэтому «медленные» поворотные устройства не могут быть использованы для контроля быстро изменяющейся ситуации на объекте. Причем в нештатной ситуации охранник будет «рыскать» поворотным устройством, стремясь удержать злоумышленника в поле зрения видеокамеры, одновременно занимаясь подстройкой вариообъектива. Полученное значение расстояния требует применения длиннофокусных объективов, и в целом подобное техническое решение неэффективно.

Использование в СОТ управляемых телекамер (УТК) по положению и углу обзора, имеет как преимущества, так и недостатки. Управляемые ТК имеют следующие преимущества:

– позволяют детально просматривать отдельные участки зон видеоконтроля как по усмотрению оператора, так и в автоматическом режиме по каким-либо событиям (например, движению, срабатыванию извещателя);

– дают возможность отслеживать перемещение наблюдаемых объектов в достаточно широких пределах как по направлению, так и по дальности;

– имеют формально не ограниченную контролируемую зону обзора (обычно 360° по азимуту и 180° по углу места). Реально контролируемая зона ограничена по направлению только предметами, загораживающими обзор, а по дальности – разрешающей способностью и максимальным фокусным расстоянием объектива;

– позволяют сосредоточить внимание на том объекте или той части зоны, которые в данной ситуации наиболее важны, с достижением максимальной эффективности (высоким разрешением).

К сожалению, при достижении новых возможностей появляются и дополнительные недостатки:

– такие телекамеры стоят значительно дороже;

– требуют дополнительного оборудования для управления положением камеры и параметрами объектива;

– требуют применения дополнительных камер, чтобы не терять контроль над общей ситуацией в зоне. Причина состоит в том, что сужение угла обзора при более детальном рассмотрении какого-либо участка контролируемой зоны приводит к потере контроля на остальной части зоны.

«Медленные» поворотные устройства могут быть эффективны на объектах с медленно изменяющейся обстановкой – на заправочных станциях, автостоянках, местах парковки автомобилей, т. е. там, где фактор времени не диктует оператору необходимость быстрого изменения настроек наблюдения, когда можно сравнительно медленно выбрать объект наблюдения, например, автомашину на стоянке, повернуть видеокамеру в требуемом направлении, увеличить изображение, чтобы рассмотреть ее номер и т. п. Существенный недостаток применения поворотных систем: они не позволяют использовать детектор движения для видеокамер, установленный на поворотное устройство.

Для наблюдения за объектами с быстроменяющейся обстановкой необходимо применение скоростных поворотных видеокамер. Подобное устройство является законченным узлом, состоящим из легкой бескорпусной видеокамеры, объектива с трансфокатором, поворотного устройства, блока питания, приемника сигналов телеуправления и кожуха. Скорость поворота такой видеокамеры может достигать 400° в секунду, однако здесь для оператора кроется другая трудность: сла-

бому нажатию на клавишу или джойстик пульта управления соответствует значительное изменение положения видеокамеры. Для решения этой проблемы джойстики пультов управления имеют опцию пропорционального увеличения скорости. Кроме того, в пультах управления имеется память положений и настроек на определенные углы обзора, что позволяет заранее запрограммировать режим автоматического функционирования устройства. При выборе опции порядка просмотра зон наблюдения (*tour, patrol*) такие предустановки могут автоматически выбираться на заданное время (их может быть достаточно много, например, 100). Данная опция может быть весьма полезной в местах, где важным является контроль за быстроменяющейся, но прогнозируемой ситуацией, например, за столиками казино. Некоторые устройства позволяют запоминать действия оператора, что облегчает их программирование. Еще одна опция – запоминание основного положения (если оператор вручную изменил настройку, такая поворотная видеокамера через некоторое время вернется в исходное положение). Для установки поворотных камер может использоваться прозрачный или дымчатый колпак, что не позволяет посетителю определить, куда в данный момент направлена видеокамера.

3.7. Видеонаблюдение в условиях плохой видимости. Проектирование СОТ при искусственном освещении объекта

Большинство наружных систем видеонаблюдения призвано выполнять поставленные задачи круглосуточно. Однако изображения от камер в ночное время могут значительно отличаться от изображений, получаемых днем. Качество изображения в ночное время определяется в первую очередь освещением сцены и чувствительностью камер. Необходимость использования дополнительного освещения и требования к чувствительности существенно влияют как на начальную стоимость системы видеонаблюдения, так и на стоимость ее эксплуатации. Кроме того, требования к чувствительности для ночного времени могут вступать в противоречие с требованиями к цветности и разрешению камер для дневного времени. Таким образом, расчет работы системы видеонаблюдения в ночное время при проектировании СОТ является необходимым.

Программы компьютерного моделирования СОТ предлагают инструменты, позволяющие решать многие задачи проектирования

освещения в системах телевизионного наблюдения. Программные инструменты основаны на светотехнических и радиометрических закономерностях, а также на параметрической модели камеры, включающей модель ПЗС матрицы и большинства систем реальных видеокамер. Входной информацией для моделирования освещения являются условия сцены и параметры оборудования, приведенные в спецификациях производителей. На случай завышения чувствительности камер в спецификации, в программе предлагаются инструменты и методики ее практического измерения. На выходе моделирования формируются модели изображений от камер.

3.7.1. Основные параметры светотехники СОР

Для грамотного расчета и моделирования освещения в СОР необходимо использование начальных знаний из светотехники и понимание смысла параметров, которыми определяется чувствительность камеры. На рис. 3.50 приведен простой пример формирования освещенности сцены наблюдения. В поле зрения камеры, освещенном светильником, находится объект. Свет лампы переотражается внутри светильника и излучается наружу. Излученный свет падает на объект. Часть света отражается от объекта в сторону камеры. Часть отраженного света попадает через объектив на видеосенсор камеры и формирует на нем изображение. Полученное изображение обрабатывается схемами камеры, преобразуется в видеосигнал и передается далее по каналу связи.

Лампа служит для преобразования электрической мощности (измеряется в ваттах) в световой поток (измеряется в люменах (лм)). Световой поток можно рассматривать как мощность света. Световой поток и электрическую мощность лампы можно узнать из справочных данных. Эффективность лампы как источника света определяется ее световой отдачей. Световая отдача $\eta = \Phi/\text{Рл}$ представляет собой отношение излучаемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности. Например, обычная лампа накаливания, мощностью 60 Вт, излучает световой поток 750 люмен. Световая отдача лампы равна $750/60 = 12,5$ люмен/ватт.

Разные типы ламп имеют различную световую отдачу. Светоотдача лампы зависит от ее принципа работы, конструкции, мощности, используемого спектрального диапазона. Световая отдача ламп нака-

ливания в диапазоне от 25 до 1000 Вт составляет примерно от 9 до 19 лм/Вт. Как правило, чем выше мощность лампы накаливания, тем выше ее световая отдача. Светоотдача кварцевых галогенных ламп накаливания (КГН) выше, чем у обычных ламп, а спектр их свечения более приближен к солнечному (естественному дневному), но они имеют небольшой срок службы, характеризуются большим броском тока при включении из-за низкого сопротивления «холодной» нити накала, что и вызывает их отказ именно при включении.

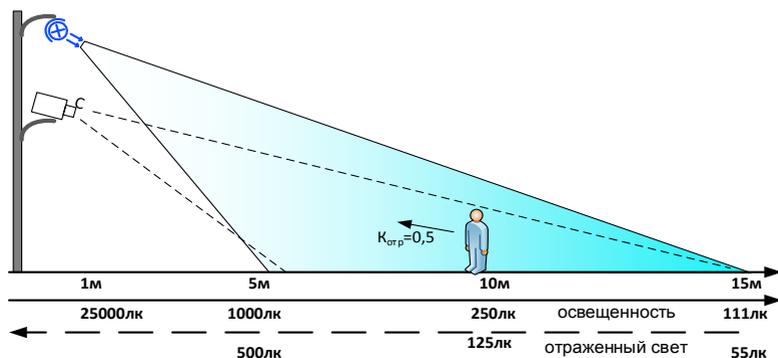


Рис. 3.50. Связь между удаленностью, освещенностью и силой отраженного света

Намного большей световой отдачей обладают газоразрядные лампы. Например, световая отдача натриевой лампы SOX 180 составляет 170 люмен на ватт. Еще большей световой отдачей (в 10–15 раз выше, в зависимости от области спектра, чем у лампы накаливания) обладают светодиодные (LED) осветители. При этом, светодиодные ИК-осветители не требуют применения дополнительных фильтров, обеспечивающих их незаметность для человеческого глаза, т. к. ИК-светодиоды излучают в узком спектральном диапазоне. Светодиодные осветители имеют и значительно больший срок службы, и надежность (на несколько десятичных порядков величины), чем все остальные типы источников света. Практически единственными недостатками светодиодных осветителей являются их ограниченная максимальная мощность и более высокая стоимость.

Однако, при выборе лампы нельзя ориентироваться лишь на световую отдачу. Имеют значение стоимость лампы и пускорегулирующего оборудования, индекс цветопередачи, срок службы, параметры све-

тильников, которые допускают установку лампы данного типа и др. Для систем охранного телевидения необходимо учитывать также спектральную эффективность излучения для разных типов видеосенсоров. Учет спектральной эффективности необходим также и для черно-белых камер и камер «день-ночь», так как спектральная чувствительность видеосенсоров таких камер значительно отличается от спектральной чувствительности глаза человека и люксметра. Например, свет газоразрядных ламп с большой световой отдачей обладает меньшей спектральной эффективностью, чем свет ламп накаливания.

Типичный осветитель состоит из лампы (или нескольких ламп) и световой арматуры из отражателей, специальных стекол и т. п. (рис. 3.51). Излучаемый лампой световой поток переотражается внутри светильника и излучается наружу. Большая часть светового потока излучается в пределах ограниченного угла. Угол излучения осветителя определяется по падению силы света на 50 % относительно силы света по оси излучения. Часть светового потока поглощается внутри светильника, часть излучается за пределами угла излучения. Отношение излучаемого светового потока осветителя к полному световому потоку лампы, установленных в светильнике, представляет собой КПД осветителя. КПД уличных осветителей с углом излучения 60–180 градусов составляет 50–90 %. Как правило, чем меньше угол излучения, тем меньше КПД (не относится к светодиодным осветителям). Прожектора с углом излучения менее 20 градусов имеют КПД около 20 % и менее. КПД иногда приводится в справочных данных осветителей, но больше информации можно получить из кривых распределения силы света (КСС).

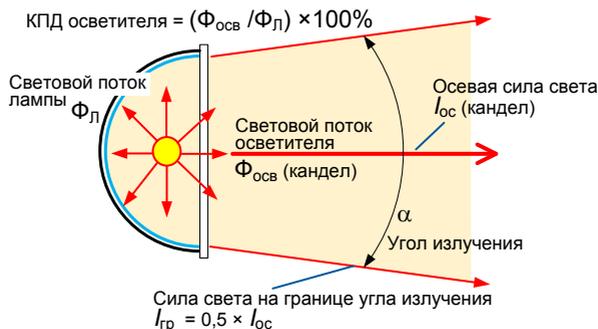


Рис. 3.51. Формирование основных параметров осветителя

Распределение силы света в пределах угла излучения, как правило, неравномерно. Для светильников в спецификации обычно приводится осевая сила света, то есть сила света по оси конуса излучения. Распределение светового потока реальных светильников в разных направлениях неравномерно. Плотность светового потока в определенном направлении называется силой света. Реальные светильники имеют сложное пространственное распределение силы света, которое нельзя характеризовать лишь углом излучения и осевой *силой света*. В справочных данных светильников приводятся кривые силы света, отображающие распределение силы света в зависимости от угла в одной или нескольких плоскостях (рис. 3.52). КСС некоторых светильников имеет довольно сложную форму, но в практическом моделировании допустимы упрощения. Многие светильники допускают установку ламп разного типа. Поэтому КСС обычно приводятся для условной лампы, излучающей полный световой поток 1000 люмен.

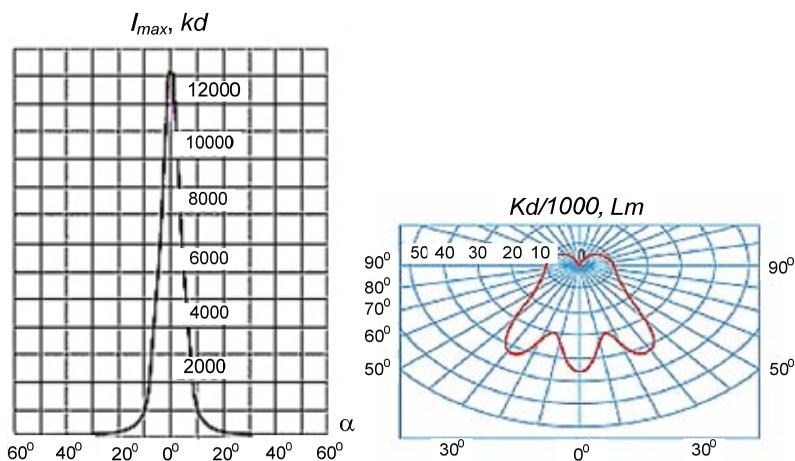


Рис. 3.52. Кривые силы света (КСС) осветителя

Чтобы узнать реальную силу света в некотором направлении, необходимо разделить силу света в этом направлении, полученную из КСС на 1000, и умножить на полный световой поток установленных в светильник ламп. Например: суммарный световой поток ламп в светильнике $\Phi_l = 3000$ м. В этом случае значение силы света, полученное из КСС (с лампой 1000 лм), надо умножить на 3.

Из реальных КСС следует, что распределение силы света не круглосимметрично. Горизонтальный угол обычно больше вертикального. Это усложняет задачу, т. к. программы автоматизированного проектирования СОТ позволяют точно представить одной моделью лишь круглосимметричные распределения силы света. Сложные распределения можно отобразить несколькими моделями либо принять упрощения, в зависимости от условий задачи. В большинстве случаев, если мощность осветителя брать с некоторым запасом, упрощения вполне допустимы.

Таким образом, зная тип лампы, можно узнать ее световой поток и учесть спектральную эффективность излучения для разных видеосенсоров. Имея КСС светильника, можно узнать, с какой силой света и в каком направлении будет излучать этот светильник. Из силы света можно вычислить освещенность, создаваемую светильником на любом расстоянии.

Яркость источника или отражающей поверхности – это отношение силы света I к площади S светящейся поверхности

$$B = I / S \text{ [кд/м}^2\text{]}.$$

В табл. 3.2 приведены оценки яркости различных первичных источников света.

Таблица 3.2

Яркость первичных источников света

Источник	Яркость, кд/см ²
Ночное небо	10 ⁻⁷
Облачное небо	до 0,3
Голубое небо	до 1
Луна	0,25
Солнце у горизонта	600
Солнце в полдень	до 150 000
Люминесцентная лампа	0,4
Пламя свечи	до 0,1
Вольфрамовая лампа накаливания матовая	5–40

Источник	Яркость, кд/см ²
Вольфрамовая лампа прозрачная	200–3000
Электрическая дуга	до 18 000
Ртутная лампа высокого давления	25 000–150 000
Ксеноновая лампа высокого давления	50 000–1 000 000

Световым потоком называется произведение силы света I на величину Ω телесного угла:

$$\Phi = I \cdot \Omega \text{ [лм].}$$

Освещенность (illuminance) определяется световым потоком Φ , падающим на единицу площади освещаемой поверхности:

$$E = \Phi/S \text{ [лк].}$$

Освещенность в 1 люкс достигается, когда световой поток в 1 люмен (лм) облучает площадь в 1 кв. м., то есть освещенность убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника (рис. 3.53).

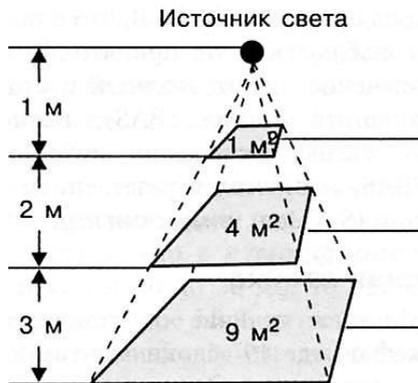


Рис. 3.53. Убывание освещенности сцены с увеличением расстояния от источника света

Различные источники будут создавать разную освещенность объектов, находящихся в поле зрения телекамеры (табл. 3.3). Освещенность в помещении составляет обычно от единиц до сотен люкс.

Таблица 3.3

Типичные уровни освещенности в помещении

Объект	Диапазон освещенности, лк
Жилые помещения	40–150
Общее освещение производственных помещений	20–300
Местное освещение производственных помещений (на рабочей поверхности)	100–5000
Переходы, лестницы	15–30
Улицы и площади	3–30
Дворы	3–15

3.7.2. Использование осветителей в СОТ.

Факторы оценки качества осветительных приборов

Спектральную чувствительность цветных камер с помощью фильтров согласуют со спектром чувствительности человеческого глаза. Человеческим глазом воспринимается электромагнитное излучение с длиной волны от 380 до 760 нм, причем в условиях низкой освещенности (ночное зрение) максимум спектра чувствительности несколько смещается в коротковолновую область. При освещенности менее 10^{-2} кд/м² теряется цветовое восприятие, а затем при освещенности $< 10^{-6}$ кд/м² теряется различение формы предметов и возможна только ориентация.

Однако, черно-белые камеры (или цветные с выведенным ИК-заграждающим фильтром) чувствительны и в ближнем ИК-диапазоне, не видимом для человека (рис. 3.54). Это позволяет использовать для освещения зоны наблюдения как осветители видимого, так и ближнего ИК-диапазонов.

При наружном видеонаблюдении прожекторы обычно устанавливают в направлении зоны обзора камеры. Создаваемая прожектором освещенность снижается квадратично увеличению дальности (рис. 3.50, 3.53). Причем объект наблюдения отражает в направле-

нии камеры только часть светового потока. При проектировании следует стремиться к равномерному освещению в зоне обзора видеокамеры (рис. 3.55). Это достигается либо относительно большой высотой установки осветителя, но при этом возникают тени, искажающие форму объекта наблюдения, либо установкой камеры между осветителем и объектом наблюдения, но при этом требуется увеличивать мощность осветителя. Следует также учитывать и угловое распределение силы света в зоне излучения (КСС осветителя).

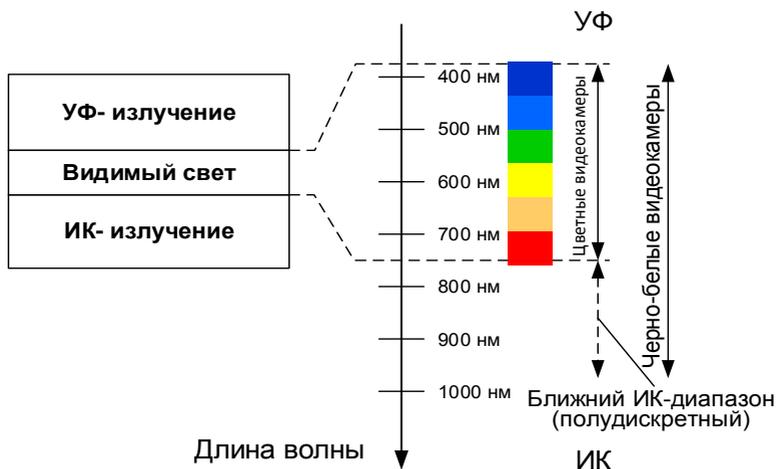


Рис. 3.54. Спектральная чувствительность телекамеры и человеческого глаза

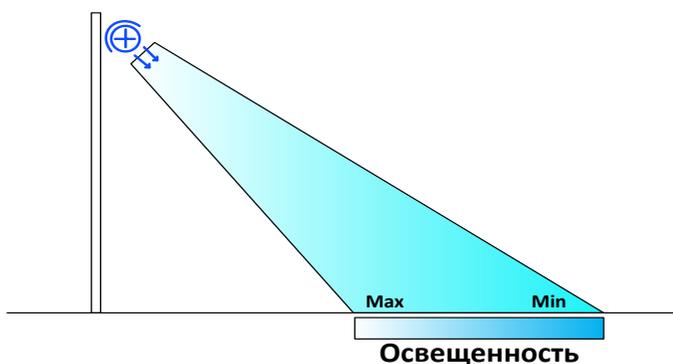


Рис. 3.55. В зависимости от угла монтажа и угла излучения прожектора изменяется освещенность в зоне контроля

По спектральным характеристикам различают видимое, дискретное и квазидискретное освещение. Цветные камеры могут использоваться только с видимым освещением. Квазидискретное освещение, в частности ИК-осветители, используется совместно с высокочувствительными черно-белыми камерами. Дискретные прожекторы используются вместе с камерами с перекрывающейся спектральной характеристикой чувствительности (черно-белая камера с соответствующим фильтром).

Тип и световой поток лампы, а также КСС осветителя – это самое главное, что необходимо знать. Требуемая чувствительность камеры определяется через минимальную освещенность сцены. Чтобы связать параметры осветителя с чувствительностью камеры, нужно определить, какую освещенность светильник создает на сцене.

Средняя освещенность площадки, создаваемая падающим на нее световым потоком Φ

$$E = (\Phi/S) \cdot \cos(\gamma),$$

где E – освещенность площадки (люкс);

Φ – падающий на площадку световой поток (люмен);

S – площадь площадки (кв. метр);

γ – угол между нормалью к площадке и направлением падения светового потока (градус).

На практике прямую освещенность, создаваемую светильником, удобно вычислять из силы света осветителя

$$E = (I/L^2) \cdot \cos(\gamma),$$

где E – освещенность площадки (люкс);

I – сила света осветителя в направлении площадки (кандел);

L – расстояние от светильника до площадки (метр);

γ – угол между нормалью к площадке и направлением на светильник (градус).

Угол освещения, безусловно, влияет на получаемое изображение, но большинство целей в системах охранного телевидения представляют собой объемные объекты и имеют поверхности, расположенные под разными углами. Прямая освещенность объекта, создаваемая осветителем, пропорциональна силе света светильника в направлении объекта и обратно пропорциональна квадрату расстояния от светильника до объекта (рис. 3.56).

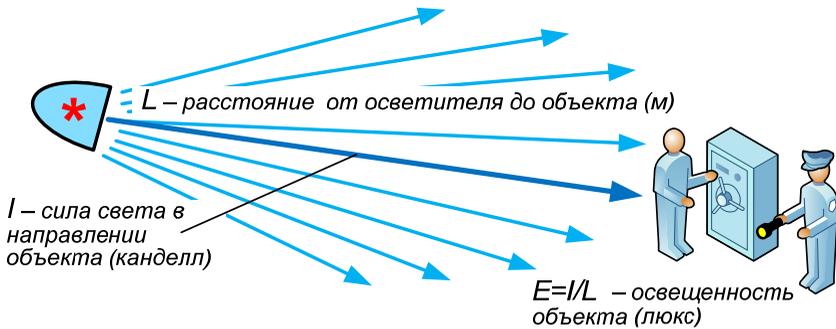


Рис. 3.56. Прямая освещенность, создаваемая светильником

Если сцена освещена несколькими источниками, то результирующая освещенность равна сумме освещенностей, создаваемых каждым осветителем. В реальности освещенность сцены, создаваемая осветителем, может превышать расчетное значение прямой освещенности, так как часть светового потока многократно переотражается, образуя рассеянную (диффузную) освещенность. Доля рассеянного света зависит от окружающей обстановки, отражения предметов на сцене, их расположения и т. п. Внутри помещений доля рассеянного света велика, в наружных установках – меньше и зависит от времени года и погоды. Вычисление рассеянной составляющей освещенности представляет собой сложную задачу и требует большого количества точных исходных данных, часто не известных на этапе проектирования.

Реальные сцены имеют также некоторую фоновую освещенность, создаваемую небом, уличным освещением или другими источниками света с неизвестными параметрами. Параметры этих источников неизвестны, поэтому вычислить освещенность невозможно. Можно лишь измерить ее с помощью измерителя освещенности (люксметра), а затем учесть в расчетах и моделях.

Однако необходимо отметить, что стандартные люксметры пригодны для измерения освещенности только в видимой области спектра, т. к. их спектральная чувствительность оптимизирована и согласована с возможностями человеческого зрения.

Фоновая освещенность складывается с освещенностью, создаваемой известными источниками света. Для наружных зон наблюде-

ния фоновая освещенность также зависит от времени года и погоды. Результирующая освещенность сцены, как правило, распределяется неравномерно. В зоне наблюдения присутствуют как ярко освещенные области, так и слабо освещенные. Автоматика камеры подстраивается по среднему уровню освещенности. Если контраст между разными областями на сцене приближается к динамическому диапазону камеры, то ярко освещенные и (или) слабо освещенные области будут ограничиваться.

Разные объекты обладают разными коэффициентами отражения, именно поэтому одни объекты кажутся темнее, другие светлее. При этом коэффициенты отражения для ряда объектов существенно отличаются для видимой области спектра и ИК-излучения. Поэтому даже яркие изображения, полученные в условиях ИК-освещения, могут существенно отличаться от изображений, формируемых СОР в дневное время. В инфракрасном освещении темные и светлые объекты могут даже поменяться местами.

Чаще всего в природе встречается отражение от матовых поверхностей, так называемое диффузное отражение. В результате диффузного отражения, падающий свет отражается с одинаковой силой во всех направлениях. Существует также зеркальное отражение от гладких поверхностей. Из-за него на гладких поверхностях присутствуют блики от источников света. Однако такие блики (от стекол, металлических и водных поверхностей) могут быть устранены применением поляризационных фильтров. Необходимо учитывать, что действие поляризационных фильтров проявляется не просто при их введении в оптический тракт – полярофильтр настраивается путем его поворота вокруг оси.

3.7.3. Инфракрасные осветители

Инфракрасные (ИК) осветители рекомендуются для установки в местах, где для нормальной работы видеокамеры существующей освещенности недостаточно. Их применение обусловлено:

- протяженностью спектральной чувствительности видеокамер в ИК-область (у некоторых видеокамер эта чувствительность специально подчеркивается);
- незаметностью или малозаметностью подсветки для злоумышленников (однако, следует учитывать, что реально незаметными для

человеческого глаза являются источники ИК-излучения с длиной волны излучения более 930 нм);

– возможностью осуществления незаметной подсветки там, где обычная подсветка может вызывать неудовольствие окружающих в силу своей яркости или из-за негативного влияния на восприятие исторических памятников и сооружений; кроме того, она менее заметна, а значит, менее подвержена проявлениям вандализма;

– возможностью перевода видеонаблюдения главным образом в ИК-область при использовании видеокамер с ИК-пропускающими фильтрами (даже в дневное время), чтобы, например, избежать влияния бликов на точность автоматического распознавания автомобильных номеров.

Основные параметры ИК-осветителей. ИК-осветители характеризуются:

- углом освещаемого сектора;
- радиусом действия;
- длиной волны излучаемого света;
- током (мощностью) потребления.

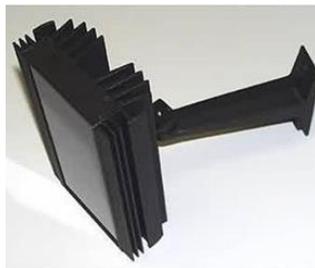
Конструктивно ИК-осветители могут быть выполнены двояко: на основе галогенных ламп или светоизлучающих диодов.

ИК-осветители на основе галогенных ламп (IR-Lamps) с установленными перед ними ИК-фильтрами характеризуются следующими особенностями (рис. 3.57):

- большим радиусом действия, который может достигать более 100 м;
- значительной потребляемой мощностью (от 20 до 500 Вт);
- длиной волны излучения 730–850 нм, что соответствует области видимого человеком света, поэтому подобный ИК-осветитель достаточно легко может быть обнаружен;
- сравнительно небольшим сроком службы галогенных ламп (порядка нескольких месяцев).

Твердотельные осветители (IR-LEDs) с использованием светоизлучающих диодов ИК-диапазона имеют следующие отличия:

- радиус действия, как правило, не превосходит нескольких десятков метров;



- они имеют существенно меньшую потребляемую мощность;
- у них намного выше срок службы (десятки тысяч часов), причем срок службы *LED* осветителей определяется не по факту выхода из строя, как для ламп накаливания (100 % отказ – внезапный), а по моменту времени, когда интенсивность излучения падает на 15 % (постепенный отказ);
- у них меньшие габариты и масса;
- они более безопасны при эксплуатации (слабый нагрев, низкое напряжение питания).

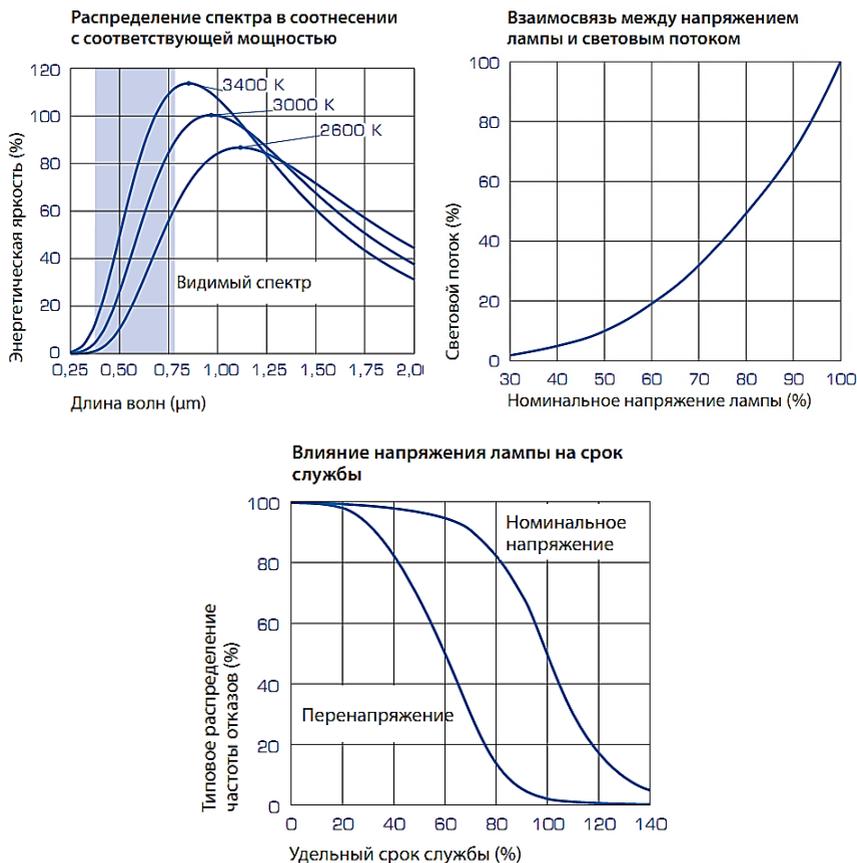


Рис. 3.57. Типичные характеристики галогенных ламп

Обычно ИК-осветители на базе галогенных ламп чаще всего используются в уличных условиях для освещения достаточно удаленных объектов. В то же время твердотельные осветители на базе ИК-диодов чаще применяются в помещениях, на лестничных площадках; они могут быть закамуфлированы под различные предметы: табличку с номером квартиры, головку болта и пр. Кроме того, ИК-диоды устанавливаются в наружные панели видеопереговорных устройств (нередко за темным ИК-стеклом), в корпуса видеокамер и объективов.

При одной и той же излучаемой мощности ИК-осветители могут иметь различные углы освещаемого сектора (как правило, чем уже этот сектор, тем больше радиус действия). Следует иметь в виду, что чем выше длина волны излучения, тем радиус действия ИК-осветителя меньше.

Радиус действия. Отметим, что применительно к осветителям «радиус действия» – довольно условное понятие, так как обычно не оговаривается, с какими видеокамерами этот радиус действия обеспечивается (в данном случае важно не только значение минимальной освещенности на объекте, необходимой для нормальной работы видеокамеры, но и ее спектральная чувствительность). Некоторые производители говорят о расстоянии опознавания человека с помощью их ИК-осветителя, однако подобная оценка также субъективна. Кроме всего прочего, радиус действия ИК-осветителя зависит еще и от коэффициента отражения освещаемого объекта.

Идеальным для оценки радиуса действия ИК-осветителя было бы решение, когда в темноте на определенном расстоянии от видеокамеры устанавливалась бы мишень оговоренных формы, размеров и цвета, и оценивался бы отклик от этой мишени в сигнале с видеокамеры. Однако, в настоящее время подобный подход к аттестации, как и сама метрология для ИК-осветителей отсутствуют.

Следует иметь в виду, что на радиус действия ИК-осветителя в конкретной инсталляции оказывает влияние и формат используемого объектива. Так, если в паспорте на ИК-осветитель указывался радиус действия при использовании его с объективом 1/2", то при использовании объектива 1/3" через него поверхность ПЗС-матрицы достигнет лишь 44 % света, проходящего через объектив формата 1/2". Кроме того, на количество ИК-света, попадающего в видеокамеру, может влиять качество переднего стекла термокожуха и используемого в нем влагопоглотителя.

Питание ИК-осветителей. ИК-осветители выпускаются для работы с различными источниками питания, чаще всего это сеть переменного тока 230 В или источник напряжения 12 В. Они могут быть включены на круглосуточную работу (что целесообразно с точки зрения эксплуатационной надежности), а могут по мере необходимости выключаться и включаться – вручную или автоматически (с помощью специального фотоэлемента). Следует учесть, что ток потребления галогенных осветителей от источника 12 В может достигать 10 А и более, что требует использования блока питания соответствующей мощности и коротких проводов большого сечения. Срок службы ИК-осветителей будет выше, если использовать стабилизированные источники питания. Не рекомендуется запитывать от одного блока питания несколько ИК-осветителей (из-за разных длин проводов на них будут подаваться различные напряжения).

Особенности использования ИК-осветителей. Отображение человеческого лица при ИК-подсветке отличается от изображения, получаемого при использовании подсветки видимым светом (это приводит к нарушению цветопередачи), однако на выполнение задач опознавания эта разница практического значения не оказывает.

В случае применения ИК-осветителя при использовании с видеокамерой обычного объектива возможно появление на изображении расфокусировки, поскольку фокусные расстояния для ИК-света и видимого света несколько различаются.

Не рекомендуется монтировать ИК-осветители в непосредственной близости от видеокамеры, когда та устанавливается вне помещения, т. к. тепловое излучение ИК-осветителя может привлекать большое количество летающих насекомых в пространство перед объективом видеокамеры.

Для получения энергетического выигрыша ИК-осветители следует располагать как можно ближе к освещаемому объекту (уровень освещенности обратно пропорционален квадрату расстояния до него), но при этом ухудшается равномерность освещения сцены наблюдения.

Адаптивная ИК-подсветка. Работа подсветки от одного источника (пусть там и много ИК-светодиодов, но они все в одном месте) редко бывает идеальной. Дальние объекты подсвечены меньше, близкие – больше. Если нарушитель движется на камеру с ИК-подсветкой в темноте, то вдали он «мелковат» и не очень виден, вблизи он «крупный», но пересвечен и тоже плохо различим. На

среднем расстоянии все вроде нормально, но хочется увидеть нарушителя крупнее.

Адаптивная подсветка меняет свою мощность в зависимости от отражения. При приближении нарушителя к камере, мощность подсветки уменьшится, и мы сможем рассмотреть нарушителя подробно. В этом заключается заявляемое преимущество адаптивной ИК-подсветки. Однако, если нарушитель близко, рассмотреть что-то вдали становится совсем сложно. Также, в случае применения адаптивной подсветки, она не сможет работать одновременно по группе нарушителей, находящихся на разных дальностях от камеры.

В каждом конкретном случае следует решать, что целесообразнее – использовать ИК-осветители или организовать на объекте обычное освещение (которое дешевле и, кроме того, отпугивая злоумышленников, уменьшает вероятность попыток реализации правонарушений). Возможно, что экономически выгоднее окажется применение более чувствительных видеокамер, не требующих дополнительной подсветки.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Полный расчет параметров системы видеонаблюдения включает множество пунктов, и сейчас он обычно проводится в автоматическом и полуавтоматическом режимах с использованием программных средств автоматизированного проектирования (рис. 4.1).

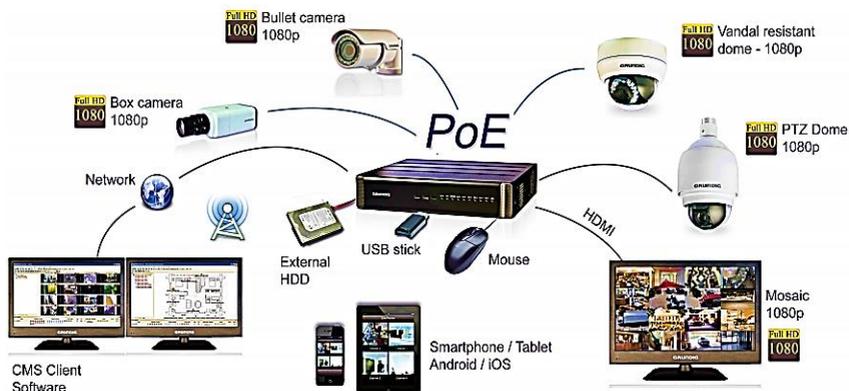


Рис. 4.1. Состав системы видеонаблюдения

В данном разделе приводится методика определения режимов и параметров системы видеонаблюдения, части основных параметров СОТ (т. к. методика определения и расчета ряда параметров зон видеонаблюдения приведена в разделе 3).

4.1. Выбор телевизионных видеокамер по чувствительности

При выборе телекамер по чувствительности необходимо учитывать то обстоятельство, что малоизвестные производители могут сознательно или несознательно не указывать полную информацию о чувствительности телекамеры, тем самым, создавая путаницу или завышая технические характеристики телекамер. Этому способствуют отсутствие единого стандарта определения основных параметров видео- и фотоаппаратуры. Например, при определении чувствительности телекамеры как минимальной освещенности на объ-

екте можно не указать отражательную способность объекта и значение относительного отверстия объектива (обычно подразумевается некий «стандартный» объектив с F 1,4 и «стандартная» отражательная способность 75 %, но какова она на реальном объекте можно, например, судить по табл. 4.1).

Таблица 4.1

Коэффициент отражения различными объектами

Тип объекта наблюдения	Средний коэффициент отражения	Минимально возможный коэффициент отражения
Пустой чистый асфальт, шоссе	5 %	3 %
Вспаханная земля	7 %	5 %
Кусты, деревья, трава	20 %	15 %
Стена из красного кирпича	20 %	15 %
Цемент	27 %	16 %
Темный камень	30 %	25 %
Стена из красного кирпича со светлым строительным раствором	35 %	30 %
Камень средней окраски	35 %	30 %
Простой (белый) бетон	40 %	30 %
Стоянка с автомобилями	40 %	30 %
Окрашенные в светлые тона доски	50 %	35 %
Потолочные плиты (белые), полы светлых тонов	55 %	37 %
Белый кирпич или полированный белый камень	80 %	65 %
Заснеженное пространство		
– снег свежий	85 %	70 %
– снег старый	65 %	50 %
Одежда человека:		
– белого цвета	90 %	80 %
– серого цвета	60 %	20 %
Лицо человека	25 %	15 %

На практике чувствительность «на объекте» получается примерно в 10 раз меньше, чем «на датчике изображения». Для перевода чувствительности телекамеры «на датчике изображения» в чувствительность «на объекте» пользуются следующей формулой

$$E_{imager} = E_{scene} \times R / F^2 \times \pi, \quad (4.1)$$

где E_{imager} – освещенность на датчике изображения;

E_{scene} – освещенность в зоне контроля телекамеры;

R (*reflectance*) – коэффициент отражения света от объекта;

F – относительное отверстие объектива (светосила).

Черно-белые телекамеры стандартного класса имеют чувствительность около 0,1–0,3 люкса, высокочувствительные – сотые доли люкса, сверхвысокочувствительные – доли млк. Чувствительность цветных камер (при том же уровне технологии) ниже, чем черно-белых. Чувствительность телекамеры отличается от чувствительности человеческого глаза. В отличие от человека телекамера «видит» в инфракрасной части оптического диапазона, невидимой для человеческого глаза. Эта способность позволяет организовать видеонаблюдение в условиях полной темноты для человека. С другой стороны, для получения изображения высокого качества (близкого к тому, что видит человек) может потребоваться установка специальных инфракрасных режекторных светофильтров, обеспечивающих чувствительность телекамеры близкую к глазу человека. Требуемая чувствительность телевизионной камеры устанавливается при обследовании объекта, причем необходимо учитывать освещенность на объекте не только в дневное (рабочее) время, но и в ночное время и при необходимости решать вопрос о наличии дежурного освещения или инфракрасной подсветки.

4.1.1. Расчет требуемой чувствительности видеокамеры

Алгоритм определения чувствительности состоит из нескольких этапов.

1 этап. Определение средней и минимальной освещенности наблюдаемого объекта. Так как средняя освещенность будет относиться только к данным плоскости и углу падения света, то следует

учесть минимальную освещенность на горизонтальном участке поверхности. Она обычно составляет 50 % от средней освещенности. Таким образом, если средняя освещенность равна 100 лк, то минимальная освещенность будет составлять 50 лк. Далее необходимо определить количество света, отраженного на стену. Эта величина составляет, как правило, 50 % минимальной освещенности, то есть 25 лк. Процент отражения освещения от объекта обнаружения следует определять по табл. 4.1. Для бетонной стены отраженный в направлении телекамеры свет будет составлять около 40 %. Таким образом, минимальная освещенность стены будет составлять 10 лк.

2 этап. Определение ослабления света при его распространении от наблюдаемого объекта до телекамеры. При распространении света от стены к телекамере необходимо учитывать расходимость лучей, в результате чего сила света уменьшается, поэтому на телекамеру попадает меньшее количество света, чем первоначально отразилось от стены. Данное уменьшение интенсивности напрямую связано с расстоянием до телекамеры

$$E = I \cos\alpha / r^2, \quad (4.2)$$

где I – сила света (интенсивность излучения) от стены (кд);

r – расстояние от стены до камеры,

α – угол между направлением распространения света и нормалью к поверхности.

При вертикальном падении света угол α равен 0° , то есть $\cos 0^\circ = 1$. Таким образом, ослабление света обратно пропорционально квадрату расстояния от наблюдаемого объекта до телекамеры.

3 этап. Учет потерь в объективе телекамеры. Свет, падающий на объектив телекамеры, ограничивается диафрагмой, частично отражается на линзе объектива и поглощается ею, однако, основная часть потока проходит дальше на датчик изображения (матрицу) телекамеры. Доля света, прошедшего к матрице

$$C = 1 / 4F^2, \quad (4.3)$$

где C – доля света, прошедшего через объектив без отражений и поглощения;

F – заданное относительное отверстие.

Таким образом, для телекамеры с относительным отверстием 2,0 получим $C = 1/16$ (то есть одна шестнадцатая освещенности объектива телекамеры). На практике световые потери в линзах, а также другие факторы приводят к более значительному уменьшению освещенности на матрице, по сравнению со значениями, получаемыми на основе формул. С учетом данной поправки в нашем случае, ослабление света при прохождении через объектив будет характеризоваться фактором $1/20$, то есть на матрице освещенность составит всего лишь одну двадцатую освещенности объектива телекамеры. В справочниках приводятся величины, на которые следует разделить освещенность на входе объектива для получения реальной освещенности на датчике изображения. Различные типы световых потерь критически сказываются на освещенности матрицы.

Чтобы обеспечить одинаковую светочувствительность датчика изображения для различных форматов телекамер необходимо обеспечить следующие значения относительного отверстия:

- 1-дюймовая телекамера – $f 2,8$;
- 2/3 дюймовая телекамера – $f 1,4$;
- 1/2-дюймовая телекамера – $f 1,0$.

4.1.1.1. Пример расчета освещенности для работы системы видеонаблюдения

Информация об объекте. Наблюдаемый объект – стена здания 24 м шириной и 8 м высотой.

Расстояние от объекта до телекамеры – 10 м.

Средняя горизонтальная освещенность – 100 лк (минимальная – 50 %).

Плоскость наблюдаемого объекта – вертикальная (люди на фоне стены).

Отражательная способность наблюдаемого объекта – стены или людей в среднем 50 %; интенсивность света, распространяющегося от стены 312,5 кд.

Отражательная способность участка земли перед стеной – приблизительно 50 %.

Информация о телекамере. Минимальная освещенность на матрице телекамеры – 0,1 лк для хорошего качества изображений.

Светосила объектива с диафрагмой – $f 1,4$.

Минимальная освещенность объекта наблюдения для выбранной телекамеры – 0,6 лк при максимальном относительном отверстии f 1,4 и отражательной способности 50 %.

1. Расчет освещенности на входе объектива телекамеры.

а) Средняя освещенность перед стеной – 100 лк.

б) Минимальная освещенность перед стеной – 50 % от средней – 50 лк.

в) Минимальное количество света, отраженного от земли на стену – 50 % от минимальной освещенности на земле, то есть равно 25 лк.

г) Минимальное количество света, отраженного от стены в направлении телекамеры – 50 % от приходящего на стену от земли – то есть 25 лк \times 0,5 = 12,5 лк. На данном этапе интенсивность равна 312,5 кд.

д) Потеря освещенности при распространении света от стены к телекамере (предполагаем, что весь свет отразился в направлении телекамеры):

$$E = I / r^2,$$

где E – освещенность на входе телекамеры;

I – сила света (интенсивность) в канделах на стене;

r – расстояние от стены до телекамеры.

$$E = 312,5 / 10^2 = 3,125 \text{ лк.}$$

2. Теоретическое значение освещенности на ПЗС-матрице.

Значение освещенности на матрице телекамеры, имеющей объектив с относительным отверстием f 1,4, рассчитываем по (4.3)

$$C = 1 / 4 \cdot 1,4^2 = 1 / 7,84 = 0,127.$$

То есть 12,7 % от освещенности, приходящей на телекамеру. Таким образом, освещенность на матрице равна 3,125 лк \times 0,127 = 0,39 лк.

4.1.1.2. Упрощенный расчет освещенности:

Алгоритм упрощенного расчета следующий:

- с помощью люксметра необходимо измерить освещенность в зоне контроля охраняемого объекта;
- определить значение коэффициента отражения реального объекта контроля по табл. 4.1 ($K_p = 0,1$ x средний процент отражения);
- определить коэффициент прохождения выбранного для камеры объектива по указанной в паспорте светосиле (табл. 4.2);
- рассчитать минимальную освещенность на датчике изображения (E_{imager}), которая может быть получена в зоне контроля камеры по формуле

$$E_{imager} = E_{scene} \cdot R_o \cdot K_p,$$

где E_{imager} – освещенность на датчике изображения;

E_{scene} – освещенность в зоне контроля телевизионной камеры;

R_o – коэффициент отражения объекта;

K_p – коэффициент прохождения.

Таблица 4.2

Характеристики объективов

Светосила	Коэффициент прохождения
F 0,8	0,31
F 0,95	0,2
F 1,2	0,14
F 1,4	0,1
F 2,0	0,05
F 2,8	0,025
F 4,0	0,125
F 5,6	0,00625
F 8,0	0,0031125

4.1.1.3. Расчет освещенности по правилу «большого пальца»

Наиболее простым способом определения чувствительности является «правило большого пальца»² (не приветствуется в пояснительных записках к проектам СОТ).

Для определения средней освещенности горизонтальной поверхности в зоне обзора телекамеры (в случае, когда освещение вертикальное), необходимой для получения хорошего качества видеозображения нужно чувствительность телекамеры (требуемую минимальную освещенность матрицы) умножить на 200.

Например, если чувствительность (пороговая) телекамеры (необходимая минимальная освещенность матрицы) 0,1 люкс, то требуемая средняя освещенность на горизонтальной поверхности = 20 люкс (0,1 x 200).

Для определения средней освещенности горизонтальной поверхности в зоне обзора телекамеры (в случае, когда освещение вертикальное), необходимой для получения хорошего качества видеозображения нужно уровень освещенности телекамеры (перед объективом), требуемый для ее работы, умножить на 10, а для определения средней освещенности горизонтальной поверхности зоны обзора телекамеры, необходимой для получения качественной записи видеосигнала от телекамеры, умножить на 50.

Например, если уровень освещенности объектива, требуемый для работы телекамеры составляет 1 люкс, то среднюю освещенность горизонтальной поверхности, требуемую для хорошего качества изображения, можно определить, умножив данную величину на 10 (то есть 10 лк); при умножении на 50 получим освещенность горизонтальной поверхности, необходимую для качественной записи видеосигнала от телекамеры (50 лк).

Проверим результат расчета с помощью правила «большого пальца».

Минимальная освещенность на матрице телекамеры = 0,1 лк.

По правилу «большого пальца»: требуемая освещенность матрицы x 200 = средняя горизонтальная освещенность, необходимая на объекте: 0,1 x 200 = 20 люкс. Как действительная горизонтальная освещенность (100 лк), так и минимальная освещенность (50 лк)

² Делай по простым правилам с запасом и все будет на "большой палец"

превосходят освещенность 20 лк, полученную по правилу «большого пальца».

Уровень освещенности объекта.

По правилу «большого пальца»: $10 \times$ освещенность, для получения хороших изображений от телекамеры = $10 \times 0,6 = 6$ лк. Как средняя освещенность (100 лк), так и минимальная освещенность (50 лк) намного превосходят данное значение.

Необходимо отметить, что правила «большого пальца» всегда дают завышенную оценку, т. е. вынуждают к использованию необоснованно дорогого оборудования, не дают возможности оценить полученный запас надежности и не дают информации для сравнительного анализа при выборе оборудования.

4.2. Зона обзора видеокамеры

В системах автоматизированного проектирования (*VideoCAD* и др.) углы между гранями зоны обзора автоматически вычисляются исходя из фокусного расстояния объектива и формата видеосенсора камеры. В системе компьютерного проектирования COT, задав фокусное расстояние объектива и формат видеосенсора, можно автоматически полностью определить форму и размер зоны обзора. В то же время, в режиме «ручного» проектирования эти вычисления производятся либо с применением специальных таблиц и калькуляторов, либо аналитически с использованием соотношений тригонометрии.

Проектировать системы видеонаблюдения намного удобнее и быстрее в двухмерном, чем в трехмерном пространстве. Этим также объясняется отсутствие широкого использования в практике проектирования систем видеонаблюдения программ трехмерного моделирования, а также распространенное ранее представление зоны обзора в виде треугольника или прямоугольника. Таким образом, зону обзора целесообразно представлять в виде двухмерной фигуры.

При проектировании можно получить и горизонтальную, и вертикальную проекции зоны обзора, однако в процессе проектирования чаще используется горизонтальная проекция, то есть проекция на план местности. Необходимо помнить, что углы обзора в вертикальной и горизонтальной плоскостях различны, и для стандартного формата находятся в отношении 3:4. Обычно при разработке проекта представляет интерес не вся зона обзора, а только ее часть

в определенном диапазоне высот. Если спроецировать полученное сечение пирамиды в заданном диапазоне высот на горизонтальную плоскость, то мы получим горизонтальную проекцию зоны обзора (рис. 4.2). Горизонтальная проекция зоны обзора определяется следующими основными параметрами:

- высота нижней границы зоны обзора;
- высота верхней границы зоны обзора;
- расстояние до верхней границы зоны обзора.

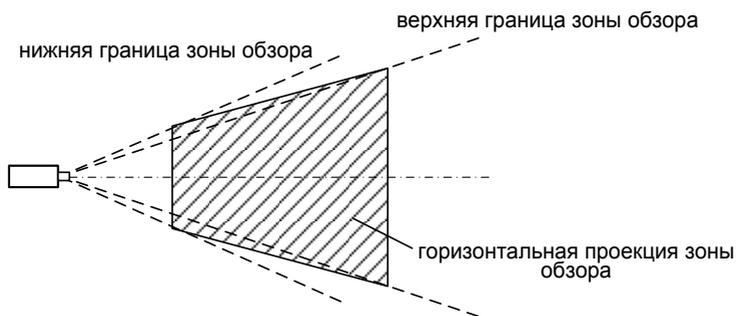


Рис. 4.2. Проекция зоны обзора на горизонтальную плоскость

В программах автоматического проектирования удобнее пользоваться параметрами «высота нижней границы зоны обзора» и «высота верхней границы зоны обзора», а не «ось направления», «углы обзора в вертикальной и горизонтальной плоскостях», как при ручном проектировании.

Например, если нас интересует наблюдение за людьми, не пытающимися скрыться от наблюдения, достаточно установить высоту нижней границы зоны обзора – 1 м, высоту верхней границы – 2 м. Если возможно пересечение контролируемой области ползком, то нижняя граница должна быть опущена до нуля. Если необходимо наблюдение за грузовыми автомобилями, то высота верхней границы должна быть поднята до высоты автомобиля.

Хотя зона обзора может быть бесконечной, нас, как правило, интересует наблюдение не только в диапазоне высот от нижней до верхней границы зоны обзора, но и до определенного расстояния. Это расстояние и будет являться расстоянием до верхней границы зоны обзора в данном положении камеры.

При заданных значениях высоты верхней границы зоны обзора, расстояния до верхней границы зоны обзора и высоты видеокамеры, оптимальное для наблюдения до заданной высоты и заданного расстояния положение камеры полностью определено. Таким образом, для получения размеров и положения проекции зоны обзора относительно видеокамеры, в программе компьютерного моделирования СОТ необходимо задать следующие параметры:

- размер видеосенсора и фокусное расстояние объектива видеокамеры;
- высоту установки видеокамеры;
- высоту верхней и нижней границ зоны обзора;
- расстояние до верхней границы зоны обзора.

Все остальные параметры проекции зоны обзора программа компьютерного моделирования (*VideoCAD*) автоматически рассчитывает и представляет проекцию в графическом виде и, при необходимости, в виде 3D-модели. Программы автоматизированного проектирования СОТ, включая и простые утилиты расчета параметров зон наблюдения (например, *CCTV Lens Designer*), также позволяют моделировать изображение зоны обзора на виртуальном мониторе.

При этом в программе достаточно задать указанные начальные параметры, разместить видеокамеру с проекцией зоны обзора на плане объекта, и прямо на плане мы увидим область, находящиеся в которой предметы будут видны на мониторе. Задавая параметры зоны обзора, мы тем самым получаем и оптимальное положение камеры (рассчитываются автоматически, независимо для полученного положения камеры).

Необходимо отметить, что при определении ряда параметров зоны наблюдения, расстояния до границ зон обнаружения, опознавания и идентификации на плане изображаются концентрическими секторами. Однако это только расчетные дистанционные границы, а границы зоны обзора на плане (при плоской поверхности) ограничены трапецией (рис. 4.3).

Кроме того, нужно помнить, что расчетные дистанции границ зон опознавания и идентификации имеют конкретные точные значения, однако, реальные значения зависят от оптических характеристик цели наблюдения, ее размеров, освещенности, настроек системы, состояния оператора и др., т. е. реальные границы размыты. Также при использовании телеобъективов угол зрения уменьшается

при одновременном увеличении дистанций границ зон целевых задач СОТ, вследствие чего отрезки окружностей на модели расчета дистанций могут быть аппроксимированы прямыми отрезками, и эта модель теперь уже полностью совпадает с моделью горизонтальной проекции зоны обзора.

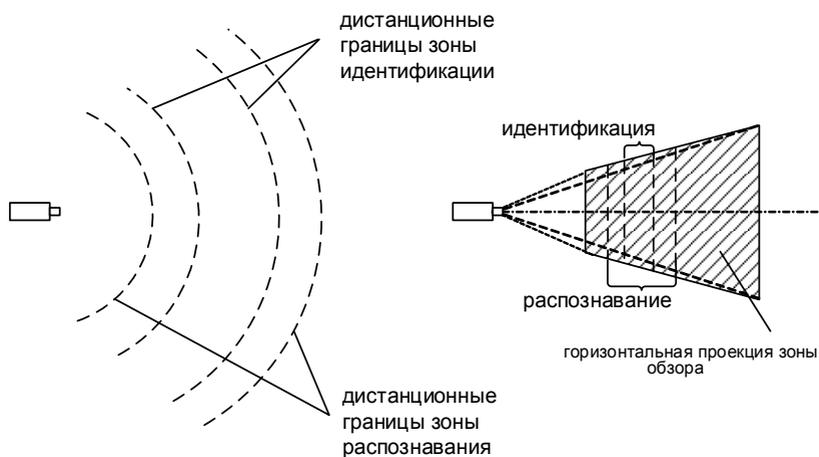


Рис. 4.3. Расчетные и геометрические границы зоны видеонаблюдения

4.2.1. Параметры зон обзора видеокамеры

Встроенные в *VideoCAD* и другие программные продукты алгоритмы могут применяться для расчета зон обнаружения, опознавания или идентификации не только человека, но и других объектов наблюдения, например, автомобильного номера. При этом, принципы расчета параметров зон для разных объектов универсальны.

Необходимо помнить, что и опознавание, и обнаружение имеют вероятностный характер, то есть в большинстве случаев объект может быть реально опознан или обнаружен лишь с какой-то вероятностью, не равной 100 %. Таким образом, можно говорить лишь о значительно большей вероятности обнаружения и опознавания в зонах, рассчитанных программой моделирования СОТ по отношению к остальной части зоны обзора камеры. Абсолютно точно рассчитать эту вероятность невозможно из-за многообразия и сложности моделирования влияющих факторов, включая человеческий

фактор. Но, выбирая значения критериев опознавания и обнаружения, мы можем получить зоны разного размера с большей или меньшей вероятностью обнаружения и опознавания.

4.2.1.1. Зона опознавания человека

Зона опознавания человека – часть зоны обзора камеры, в которой выполняются все критерии опознавания человека. Если лицо человека появляется в этой зоне, то человек может быть опознан с повышенной вероятностью. При моделировании используются следующие критерии опознавания человека:

- минимальная высота опознавания;
- максимальная высота опознавания;
- минимальный вертикальный размер изображения лица (пикселей);
- максимальный угол между направлением на камеру и горизонталью.

При моделировании все критерии можно изменять, тем самым адаптируя автоматический расчет зоны опознавания человека к текущим требованиям. Высота лица человека при расчетах принимается равной 0,2 м. Значения этих критериев зависят от роста опознаваемых, рельефа, особенностей пересечения зоны обзора и т. п. В обычных условиях достаточно установить значения 1,3 м для минимальной и 2 м для максимальной высоты опознавания, что соответствует опознаванию стоящих или идущих людей ростом от 1,5 до 2 метров.

Следующим условием опознавания является достаточная подробность отображения лица. Данный критерий устанавливает минимально допустимый размер изображения лица на экране, необходимый для опознавания. Существуют различные рекомендации, которые могут использоваться при выборе значения данного критерия.

Согласно рекомендациям Британского МВД (*Guidelines for identification*, <http://www.cctv-information.co.uk>), для опознавания известного оператору человека его изображение должно занимать не менее 50 % вертикального размера экрана; для идентификации неизвестной личности – не менее 120 % размера экрана (то есть человек целиком не помещается на экране). Если принять, что лицо человека занимает около 12 % от его роста, и то, что рекомендации

разрабатывались для аналогового видео с 576 строками по вертикали (принятый в РБ и РФ стандарт *PAL*), то получатся следующие значения критерия:

– для опознавания знакомого человека – $50/100 \% \cdot 12/100 \% \times 576 = 35$ пикселей;

– для опознавания незнакомого человека – $120/100 \% \cdot 12/100 \% \times 576 = 83$ пикселя.

Согласно рекомендациям Р 78.36.008-99, для идентификации объекта одна ТВ-линия на экране должна перекрывать не более 2 мм на реальном объекте. Для горизонтального разрешения кадра, равного 400 ТВЛ, это соответствует размеру поля зрения по вертикали: $2 \cdot 400 \cdot (3/4)/1000 = 0,6$ м. Вертикальный размер изображения лица 0,2 м составляет 33 % от вертикального размера поля зрения. Таким образом, для 576 строк, значение критерия равно $33/100 \% \cdot 576 = 190$ пикселей.

Типовые рекомендации являются усредненными, часто противоречивыми и многого не учитывают. Оптимальное для конкретной задачи значение этого критерия может значительно от них отличаться. Окончательный выбор значения критерия остается за проектировщиком и выбирается исходя из параметров системы и задач, стоящих перед ней.

Методика определения критериев опознавания человека по реальному изображению исходя из имеющегося образцового кадра от используемой видеосистемы позволяет учесть намного больше параметров видеоизображения, чем готовые рекомендации, а также получить модель изображения лица в граничных положениях зоны опознавания человека для согласования с заказчиком.

При выборе значения этого критерия необходимо учитывать как качество видеоизображения, так и требования к вероятности опознавания. Так как опознавание, как правило, осуществляется по записанному изображению, необходимо учитывать именно их качество после компрессии. Компрессия значительно ухудшает возможности опознавания, так как записанное изображение является интерполированным (параметры каждого пикселя вычисляются с учетом ближайших пикселей) и малые перепады яркости искажаются. Поэтому данный критерий нельзя свести лишь к количеству ТВ-линий, определенных по тестовой таблице, которые укладываются в размере лица.

Хотя данный критерий, также, как и другие, очерчивает зону опознавания на плане четкой линией, необходимо понимать, что вероятность опознавания снижается плавно, особенно в случае использования длиннофокусных объективов.

Опознавание значительно затрудняется в случае, когда лицо человека отображается на экране под большим углом несмотря на то, что размер изображения лица на экране удовлетворяет требованиям предыдущего критерия. Если люди на экране появляются в головных уборах или смотрят под ноги, например, на лестнице, то опознавание затрудняется дополнительно. Для людей без головных уборов рекомендуемое значение угла наклона – 35–45 градусов.

4.2.1.2. Зона чтения автомобильного номера

Зона чтения автомобильного номера – часть зоны обзора, в которой выполняются все критерии чтения автомобильного номера.



Если автомобильный номер появляется в этой зоне – он может быть прочитан и распознан. Расчет зоны чтения автомобильного номера похож на расчет зоны опознавания человека. Высота номера при этом принимается равной 0,1 м.

Критерий «минимальный вертикальный размер изображения номера» (пикселей) похож по смыслу на критерий «минимальный вертикальный размер изображения лица (пикселей)» при опознавании человека. Согласно рекомендациям Британского МВД, для чтения номера легкового автомобиля, изображение автомобиля должно занимать не менее 50 % вертикального размера экрана. Если принять, что средняя высота легкового автомобиля составляет около 1,4 м, а высота номера равна 0,1 м, то получим значение критерия – $0,1 / (1,4 / 50) \cdot 576 / 100 \% = 21$ пиксель.

Кроме качества изображения, оптимальное значение для этого критерия зависит от размера знаков на номере, которые необходимо распознать. Для контроля качества распознавания автомобильных номеров разработаны специальные таблицы [5].

4.2.1.3. Зона обнаружения человека

Зона обнаружения человека – часть зоны обзора, в которой выполняются все критерии обнаружения человека. Если человек появляется в этой зоне – он может быть обнаружен с повышенной вероятностью. Предполагается, что для обнаружения человека достаточно, чтобы на экране появилась любая часть его тела. Таким образом, если человек попадет в пределы проекции зоны обнаружения человека, то какая-либо часть его тела появится на экране (рис. 4.4).

При расчете данной зоны обнаруженным считается человек, любая часть тела которого попадет в диапазон высот, заданный критериями. Оптимальные значения для этих критериев мало зависят от качества изображения, но могут зависеть от роста опознаваемых, рельефа, особенностей пересечения зоны обзора и т. п. Рекомендуемый для обычных условий диапазон 0,3–1,5 м. Ограничение снизу связано с тем, что ноги человека движутся относительно быстро и занимают небольшую площадь на экране.

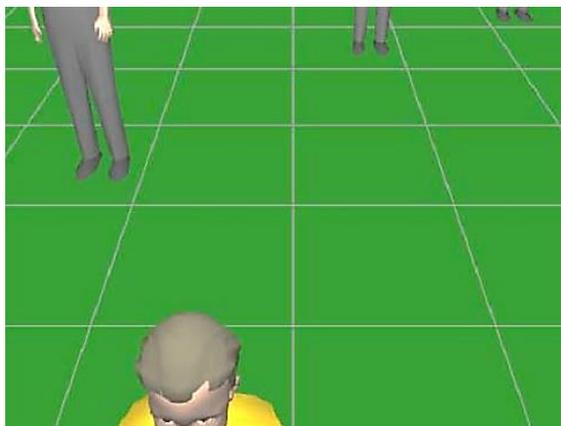


Рис. 4.4. Решение задачи обнаружения человека

Согласно рекомендациям Британского МВД, для обнаружения человека его изображение должно занимать не менее 10 % вертикального размера экрана. Учитывая используемый в рекомендациях рост человека – 1,6 м, и то, что рекомендации разрабатывались для аналогового видео с 576 строками по вертикали, получаем предель-

ный вертикальный размер поля зрения – 16 м и предельное вертикальное разрешение – $576/16 = 36$ пикселей/метр.

При самостоятельном выборе значения критерия необходимо учитывать следующие факторы, влияющие на вероятность обнаружения:

- разность контраста между человеком и фоном, которая может меняться в значительных пределах в течение суток, зависит от времени года, цвета одежды человека, освещения;

- реальные условия наблюдения: размер экрана, а также количество экранов, контролируемых одним оператором, так как обнаружение производится в режиме живого наблюдения оператором;

- возможности детектора движения, используемого в СОТ.

4.3. Особенности трехмерного моделирования СОТ

Трехмерные модели видеоизображений не являются обязательной частью проекта СОТ при компьютерном моделировании, так как всю необходимую для инсталляции системы охранного телевидения информацию можно разместить на двухмерном плане. На двухмерном плане удобно выбирать положения и параметры видеокамер, работать с проекциями зон обзора и т. п. Однако возможность трехмерного моделирования изображений является особенно полезной именно на этапах проектирования, общения с заказчиком и согласования проекта.

Используя трехмерное моделирование, можно решать возникающие в процессе проектирования задачи с учетом сложных влияющих факторов. Например, в двух измерениях сложно учесть препятствия, закрывающие часть зоны обзора и особенности отображения объемных объектов.

Трехмерное моделирование позволяет уже в процессе проектирования увидеть конечную информацию системы – изображения на мониторах. Это позволяет избежать дорогостоящих ошибок, оптимально выбрать размещение и параметры оборудования, а также найти новые нестандартные решения поставленных задач. Моделирование изображений на мониторах в реальном масштабе и качестве обеспечивает выбор необходимого количества и параметров мониторов, а также помогает в проектировании рабочего места оператора. Программы компьютерного проектирования СОТ (*VideoCAD*) позволяют моделировать как сохраняемое изображение от каждой видеокамеры, так и полиэкранные мониторы целиком.

3D-моделирование значительно упрощает работу, если проектируется система СОТ для здания, которое само пока является проектом. Упрощается обоснование проекта – от количества и размещения видеокамер и мониторов до выбора параметров оборудования.

Моделирование изображений делает взаимодействие с заказчиком намного более продуктивным. Модели изображений информативнее для неспециалиста, чем только план расположения видеокамер с проекциями зон обзора. Трехмерные модели изображений позволяют общаться с заказчиком на понятном ему языке, демонстрировать преимущества предлагаемого проекта перед конкурентами, а также избежать разочарований из-за ограничений в разрешении изображения.

Использование автоматизированных средств проектирования, готовых библиотек оборудования, объектов, критериев, и т. п. позволяет переложить рутинную работу на программу моделирования, оставляя проектировщику лишь творческую часть. При этом программы 2D, 3D-моделирования систем охранного телевидения не требуют от проектировщика специальных знаний в области трехмерного моделирования. Фактически, проектировщику вообще не приходится работать в трехмерном пространстве, все построения выполняются на привычной плоскости. В тоже время программой автоматически создается трехмерная модель обстановки.

Обычно в программах 2D/3D-моделирования систем охранного телевидения отсутствуют сложные инструменты моделирования оптических свойств материалов, различных трехмерных визуальных эффектов и т. п. В тоже время глубоко проработано все, что касается видеокамер и моделирования их изображений с учетом разрешения, чувствительности и типичных искажении изображения в СОТ.

Для того, чтобы видеть, как будет выглядеть на мониторе СОТ человек, автомобиль или другой сложный предмет в программе имеется библиотека готовых 3D-моделей, которую можно пополнять самостоятельно. Так как непосредственно для проектирования используются двухмерные планировки, имеются инструменты для быстрого перехода от двухмерной планировки к трехмерной модели.

Возможно моделирование глубины резкости и ограниченной видимости при известной метеорологической дальности видимости, которую можно узнать из сводки погоды. Имеются инструменты моделирования полномасштабных полиэкранных мониторов с изоб-

ражениями от нескольких видеокамер. Загружая разные видеокамеры, можно получить модели изображения от них с учетом параметров конкретного оборудования. Если настройка на вкладке «Обработка» производилась по параметрам записанного изображения, то данные модели имеют качество записанных кадров (рис. 4.5). На рисунке приведен не кадр целиком, а около его четверти. Качество левого фрагмента соответствует качеству записи среднего цифрового регистратора, который вводит видеосигнал полукадрами (полями) при среднем уровне компрессии, или аналогового видеорегистратора с мультиплексором.

Возможно моделирование изображений при недостаточном освещении с учетом параметров камеры и объектива, освещения и светильников, включая особенности характеристик разрядных ламп и инфракрасных осветителей.



Рис. 4.5. Фрагмент модели изображения в реальном масштабе с учетом реального качества записанных кадров (слева) и фрагмент модели изображения без учета реального качества (справа)

4.4. Моделирование факторов, ограничивающих качество изображения

Спектральная чувствительность видеосенсоров черно-белых камер и камер «день–ночь» отличается от спектральной чувствительности глаза человека и люксметра. Для таких камер имеет значение спектральная эффективность света от источника освещения сцены. Спектральная чувствительность цветных видеосенсоров близка к спектральной чувствительности глаза, поэтому влияние спектральной эффективности для цветных камер невелико.

Параметрами, ограничивающими качество изображения при снижении освещенности, для большинства камер являются *IRE* и отношение сигнал/шум. Чтобы определить влияние этих параметров рассмотрим упрощенную схему работы камеры в случае недостатка освещения.

При низкой освещенности электронный затвор устанавливает максимальное время экспозиции, диафрагма также полностью открывается, поэтому электронный затвор и диафрагму можно не рассматривать. Сигнал с видеосенсора, пропорциональный его освещенности, поступает на схему автоматической регулировки усиления (АРУ). Усиление АРУ автоматически устанавливается таким, чтобы получить на выходе оптимальный контраст изображения.

Видеосенсор всегда имеет на выходе некоторый шум. Если освещенности достаточно, то уровень полезного сигнала значительно превышает уровень шума, усиление АРУ небольшое и шум на изображении не заметен (рис. 4.6). Изображения и временные диаграммы видеосигнала получены с помощью утилиты «Анализатор кадров» в *VideoCAD*.

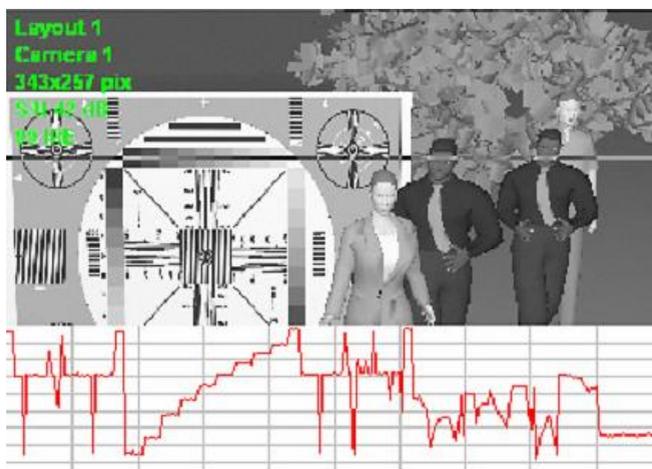


Рис. 4.6. Изображение и видеосигнал при высокой освещенности сцены

Отношение сигнал/шум изображения – это отношение максимального контраста на изображении к среднеквадратическому значению шума. С достаточным для практики приближением можно

считать, что работа АРУ не изменяет отношение сигнал/шум изображения. Данное отношение зависит лишь от освещенности видеосенсора и его свойств.

При снижении освещенности уровень сигнала с видеосенсора уменьшается и становится сравним с уровнем шума. АРУ усиливает полезный сигнал вместе с шумами, стремясь сохранить оптимальный контраст изображения (рис. 4.7). Таким образом, при снижении освещенности возрастает усиление АРУ. В результате контраст изображения не меняется, но возрастают шумы. Однако, усиление АРУ имеет предел. При дальнейшем снижении освещенности усиление АРУ достигает максимума, после чего начинает снижаться контраст – изображение темнеет (рис. 4.7).

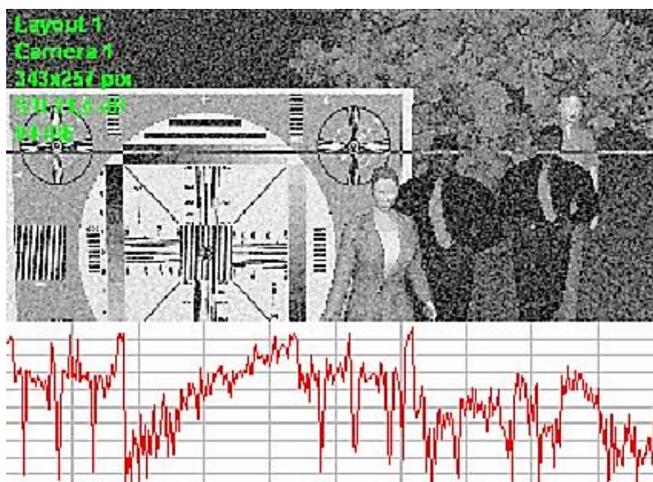


Рис. 4.7. Изображение и видеосигнал при низкой, но достаточной освещенности сцены. Возрастание шумов при сохранении контраста при работе АРУ в линейной части диапазона регулирования

При дальнейшем снижении освещенности, уровень шума практически не изменяется. Но отношение сигнал/шум продолжает снижаться, так как уменьшается сигнал изображения. Максимальный коэффициент усиления АРУ имеет разные значения у разных моделей камер. У некоторых камер контраст изображения падает еще до того момента, когда шумы становятся заметны (рис. 4.8, 4.9).

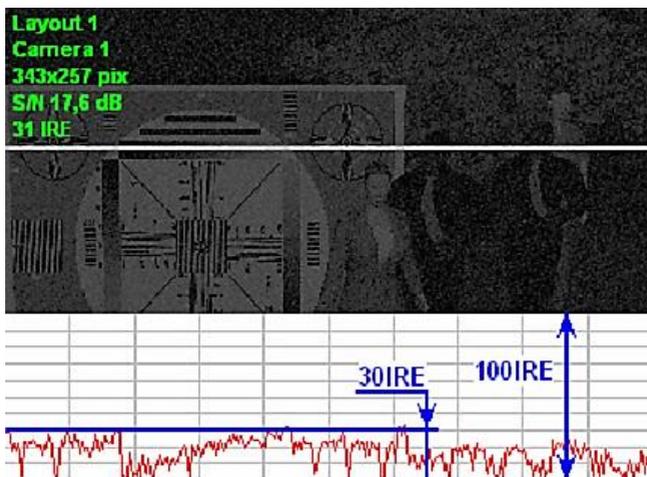


Рис. 4.8. Изображение и видеосигнал при низкой освещенности сцены. Перерегулировка глубины АРУ. Существенное снижение контраста при меньшей степени увеличения шума. Чувствительность камеры 0,1 лк при 30IRE и сигнал/шум 17 дБ. Освещенность 0,1 лк

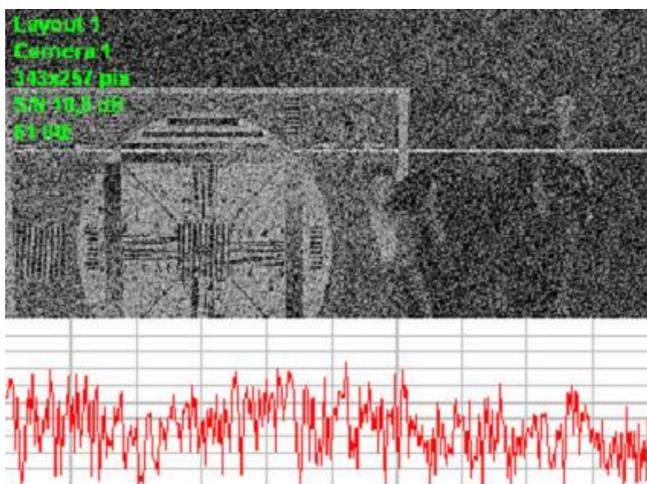


Рис. 4.9. Усиления АРУ не хватает для поддержания контраста изображения

У других камер АРУ вытягивает контраст даже очень шумного сигнала. Для большинства задач охранного видеонаблюдения, кон-

трастные изображения предпочтительней, несмотря на отчетливо видимые шумы. Однако шумные изображения имеют в несколько раз больший размер после компрессии, что уменьшает глубину архива и скорость передачи по цифровым каналам связи. Еще одной проблемой являются частые ложные срабатывания детекторов движения на шумы. У некоторых моделей камер имеются переключатели, позволяющие менять максимальное усиление АРУ в зависимости от условий применения. Для уменьшения вредного влияния шумов полезно цифровое шумоподавление.

Параметр *IRE* пришел из аналогового телевидения, но в настоящее время применяется и для цифровых изображений. *IRE* определяет, какую часть максимально возможного диапазона яркости занимает изображение. Весь возможный диапазон яркости изображения принимается за 100 *IRE*. Половине диапазона яркости соответствует 50 *IRE*, четверти – 25 *IRE* и т. д.

Чувствительность камеры обычно указывается как освещенность, при которой изображение имеет 30–50 *IRE*, но бывают исключения. Чем большее значение *IRE* указано в определении чувствительности камеры при одном и том же отношении сигнал/шум, тем больше максимальное усиление АРУ этой камеры, тем более контрастное (но шумное) изображение она выдает при низкой освещенности (рис. 4.10). У ответственных производителей чувствительность камеры обычно указывается как освещенность, при которой изображение имеет отношение сигнал/шум равное 17 дБ (7 раз), 20 дБ (10 раз) или 24 дБ (16 раз).

Однако, из-за конъюнктурных соображений, многие производители камер не указывают значения отношения сигнал/шум, которое будет иметь изображение при указанной минимальной освещенности сцены. Зачастую в результате практического измерения параметров камеры становится ясно, что при указанной в спецификации освещенности, изображение имеет отношение сигнал/шум 0 дБ и менее.

Таким образом, использовать в проектных расчетах значения чувствительности камеры (люкс) можно, только если известны:

- значения параметров камеры, при которых получается указанное значение чувствительности;
- апертура объектива (*F*-число);
- время экспозиции;
- параметры получаемого изображения;

- отношение сигнал/шум (дБ);
- *IRE*.

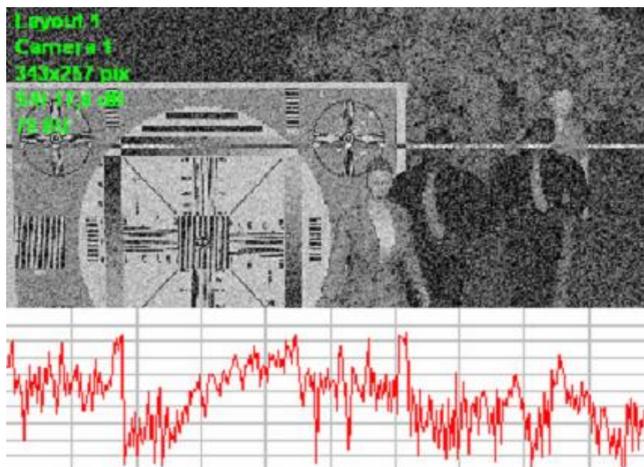


Рис. 4.10. Чувствительность камеры 0,1 лк при 80 IRE и сигнал/шум 17дБ. Освещенность 0,1 лк

Зная чувствительность и другие параметры камеры, возможно моделировать изображение различных сцен с различными освещенностями с помощью имеющейся параметрической модели камеры. Модель камеры должна учитывать динамический диапазон, основные составляющие шума и спектральную чувствительность видеосенсора, квантовый шум, АРУ, яркость, контраст, работу электронного затвора, гамма-коррекцию, работу компенсации встречной засветки (*BLC*), апертуру объектива, работу автодиафрагмы.

Шумоподавление полезно, так как уменьшает размер шумных кадров после компрессии и ложные срабатывания детектора движения, однако честное значение чувствительности должно быть указано при отключенном шумоподавлении.

Параметры отношения сигнал/шум и *IRE* могут быть одинаковы для «хорошей» и «плохой» камер. Но при отключенной АРУ соотношение сигнал/шум для таких камер может составлять более 10 Дб. Если действительно интересует информативность изображения, то точный результат измерения чувствительности может быть получен только при отключенной дополнительной обработке.

Обработка изображения внутри камеры хотя и улучшает внешний вид изображения, но не приводит к увеличению его информативности, не позволяет увидеть то, чего не было в исходном изображении до обработки.

В целом маркетинговые уловки производителей значительно затрудняют проектный расчет освещения в СОТ. Универсальным и надежным средством получения реальных параметров камер является лишь практическое измерение. Для этого необязательно использовать натурные испытательные стенды (самый достоверный, но самый дорогой и трудоемкий способ) – многие программы моделирования СОТ предлагают специальные методики и инструменты для проверки достоверности заявленных параметров чувствительности.

Например, результаты виртуальных измерений чувствительности реальных камер к свету галогенной лампы накаливания при времени экспозиции 1/50 сек с объективом $F-1,2$, отношение сигнал/шум – 17 дБ показали следующее:

- чувствительность черно-белых видеокамер с обычными ПЗС-матрицами 1.3" *IT CCD*, *Sony Super HAD – CCD* высокого разрешения 752×582 составляет 0.06–0.15 лк;

- чувствительность черно-белых видеокамер с ПЗС-матрицами 1.3" *Sony ExView HAD – CCD* высокого разрешения 752×582 составляет 0.04 лк;

- чувствительность цветных видеокамер высокого разрешения 752×582 составляет около 1 лк;

- чувствительность видеокамер с ПЗС-матрицами стандартного разрешения 500×582 примерно на 15–20 % лучше, чем у видеокамер с ПЗС-матрицами высокого разрешения;

- чувствительность видеокамер *day/night* (ИК-фильтр удаляется в черно-белом режиме) в режиме черно-белого изображения, примерно, вдвое хуже чувствительности черно-белых видеокамер с такими же ПЗС-матрицами;

- чувствительность видеокамер *easy day/night* (ИК-фильтр не удаляется в черно-белом режиме) в режиме черно-белого изображения, примерно, в 1,5 раза лучше чувствительности цветных видеокамер с такими же ПЗС-матрицами;

- реальная чувствительность видеокамер с расширенным динамическим диапазоном и сложной цифровой обработкой изображения может быть недостаточной, несмотря на хорошие значения в

спецификации. Рекомендуется проверять такие видеокамеры перед использованием в проекте. При проверке необходимо обращать внимание на возможное реальное снижение разрешения и размазывание движущихся объектов в условиях низкой освещенности;

– значение *IRE* при измерении чувствительности у разных видеокамер может существенно отличаться и составлять от 20–50 для обычного усиления АРУ (*Normal AGC, Standard AGC*) до 90–100 для повышенного усиления АРУ (*HI AGC, Super AGC*).

4.5. Рекомендации проектирования при использовании искусственного освещения

Первым обстоятельством, прежде всего, является необходимость определения, а нужно ли дополнительное освещение. Для принятия решения необходимо измерить освещенность на объекте с помощью люксметра, а затем смоделировать измеренную освещенность как фоновую и получить модели изображений от используемых в проекте камер. Освещенность следует замерять в наихудших условиях: пасмурной осенней ночью. В качестве цели при моделировании используйте контрастные и малоконтрастные 3D-модели. Если качество изображений неудовлетворительное, прежде всего необходимо попытаться использовать более чувствительные модели камер или более светосильные объективы для получения необходимого качества. Измерение освещенности и выбор моделей камер необходимо производить для каждой зоны наблюдения отдельно. Таким образом можно обоснованно выбрать требуемые модели камер и объективов.

Если же получить изображения требуемого качества не удастся, то дополнительное освещение необходимо. Освещенность сцены включает фоновую освещенность, создаваемую небом, уличным освещением или другими источниками света; прямую освещенность от источников света с известными параметрами; рассеянную освещенность, обусловленную переотраженным от окружающих предметов светом. В программах моделирования можно точно рассчитать и смоделировать прямую освещенность от источников света, зная их параметры. Фоновую и рассеянную освещенность рассчитать невозможно, но можно измерить ее практически, а затем смоделировать.

Освещенность с учетом рассеянного света можно приблизительно рассчитать по светотехническим методикам или с помощью спе-

циализированных светотехнических программ. Необходимо помнить, что фоновая и рассеянная освещенности могут изменяться в широких пределах, они зависят от времени года, погоды, свойств и расположения окружающих предметов. Фоновая освещенность зависит также от работоспособности сторонних источников света.

4.6. Режимы записи телевизионных сигналов в СОР

При записи сигналов в системах охранного телевидения, можно отметить следующие типичные условия задачи видеорегистрации:

- большое количество телекамер как источников видеосигналов;
- необходимость записи видеосигналов с установленным качеством в течение достаточно длительного времени (недели и месяцы).

При этом задача организации записи должна решаться при ряде ограничений: лимитированные ресурсы памяти видеорегистраторов и необходимость обеспечения достаточного качества.

Оценим требуемый объем памяти при записи видеосигнала от одной телекамеры. Количество элементов матрицы телекамеры составляет 752×582 элементов формирования видеосигнала. Уровень сигнала от каждого элемента может быть представлен 8 битами (256 градаций серого). Таким образом, для записи одного кадра черно-белого изображения требуется 437 664 байт (для цветного – в три раза больше). Поэтому для определения объема памяти для записи монохромного видеосигнала от одной телекамеры в течение суток в реальном времени значение 437 664 байт необходимо умножить на 25 (кадров в секунду), на 60 (секунд в минуте), на 60 (минут в часе) и на 24 (часа в сутках). То есть получим 2 160 000 кадров в сутки. Поэтому для записи монохромного видеосигнала от одной телекамеры потребуется около одного терабайта памяти. Реальные системы могут иметь десятки и сотни телекамер, и запись требуется вести недели и месяцы. Ясно, что с учетом требуемых объемов памяти, сложность и стоимость устройств видеозаписи в реальном времени будут весьма высоки. При этом мы не учитывали пропускную способность каналов передачи видеоинформации. А при таких объемах достижение требуемой скорости передачи также будет представлять сложную задачу.

Тривиальный подход уменьшения требуемого объема памяти заключается в использовании тех же способов, что и при отображе-

нии видеосигналов, то есть записи с последовательного коммутатора или квадратора³.

Запись с последовательного коммутатора неприемлема, т. к. будут иметь место необратимые потери видеoinформации. В отличие от отображения, когда в любой момент времени можно вывести на экран изображение от любой камеры, при воспроизведении этого сделать будет нельзя.

При записи с квадратора требуемый объем памяти уменьшается в четыре раза. Однако и разрешение записанного видеосигнала также уменьшится. Поэтому этот способ реально может рассматриваться только при записи с высоким разрешением.

Уменьшение требуемого объема памяти может быть достигнуто за счет устранения избыточности информации в видеосигнале, снижения качества изображения и уменьшения разрешения. Практически это достигается двумя основными способами:

- сжатием файлов;
- прореживанием кадров (то есть записью не каждого кадра подряд, а с временными паузами между кадрами).

Очевидно, что любое решение приведет к тем или иным потерям в записанном видеоизображении. Так, сжатие файлов позволяет уменьшить объем исходной видеoinформации, но при сильной степени сжатия, снижает качество изображения. При прореживании кадров теряется часть информации в промежутках.

Основной метод снижения этих потерь – управление записью, которое может осуществляться:

- по событиям;
- по расписанию.

Суть метода. В дежурном режиме запись ведется с достаточно большими интервалами (паузами между кадрами) и более низким качеством. При возникновении определенного события или в определенное время осуществляется изменение режима записи. Это изменение может заключаться в переходе на высококачественную запись с большим разрешением, на более частую запись с меньшими паузами.

Событиями, которые активизируют другой режим записи, могут быть открывание двери, срабатывание охранного извещателя, ви-

³ Для аналоговых систем

деообнаружение движения, нажатие кнопки нападения и другие, в зависимости от решаемой задачи.

Соответственно, временное расписание режимов записи может быть установлено в течение:

- суток (например, разное в рабочие и нерабочие часы);
- недели (рабочие и нерабочие дни);
- года (праздничные дни).

Оцифрованное изображение может иметь различное количество элементов изображения – чаще всего 720×576 пикселей в режиме кадра и 720×288 пикселей в режиме поля. Возможны и меньшие значения (при этом, естественно, увеличивается скорость передачи видеoinформации по сети, уменьшается занимаемое пространство жесткого диска, необходимое для видеозаписи), однако идентификация объектов на таком изображении может оказаться нереализуемой в силу низкой разрешающей способности видеосистемы.

Другим параметром является скорость видеозаписи (*fps – field per second*, т. е. количество полей в секунду) – этот параметр также называют частотой записи, темпом записи. Нередко здесь возникают недоразумения, поскольку не учитывается, что большинство видеорегистраторов для записи использует не полные кадры видеосигнала, а видеополя (если это не указывается дополнительно). Игнорируя данный факт, многие поставщики оборудования указывают значение скорости видеозаписи с размерностью «кадров/с», вкладывая в значение «кадр» смысл слова «изображение». Надо отметить, что некоторые зарубежные производители цифровых видеорегистраторов более строго относятся к обозначению данного параметра, используя для указания размерности обозначение *pps (pictures per second – количество изображений в секунду)*.

Для многоканальных видеорегистраторов указывается либо скорость записи по каждому каналу, либо суммарная скорость в расчете на все каналы (например, если в паспорте для 16-канального видеорегистратора указана полная скорость записи 400 полей/с, то это означает, что видеорегистратор осуществляет видеозапись по каждому каналу в режиме реального времени 25 полей/с, а если полная скорость 25 полей/с, то в пересчете на каждый канал скорость будет равна 1,56 поля/с). У некоторых видеорегистраторов скорость видеозаписи и скорость отображения «живого» изображения различны, и при выборе оборудования это надо иметь в виду.

Организация видеозаписи цифровой СОР

Первая задача системы видеонаблюдения – получить качественное изображение объекта. Вторая – сохранить изображение (видео-сигнал) на случай проведения расследования инцидента. В качестве устройства записи потока от *IP*-камеры [6] используется компьютер, иногда – регистратор, а иногда система обходится вообще без отдельного устройства записи. В зависимости от поставленной задачи можно использовать один из следующих вариантов.

– **Запись на стороне камеры.** Видеопоток записывается на флеш-карту, установленную непосредственно в *IP*-камеру, например, в мобильных СОР. В настоящий момент практически все *IP*-камеры имеют такую возможность.

– **Видеорегистратор.** Специализированное устройство для записи видеопотоков. Существуют регистраторы для записи как аналоговых, так и *IP*-камер.

– **ПО плюс компьютер.** Установив на компьютер специальное программное обеспечение, можно записывать видеопоток на его жесткий диск.

– **Сервер для видеозаписи.** Является усовершенствованным вариантом записи на компьютер. Сервер, как правило, намного более отказоустойчив, производителен, а также удобен в обслуживании.

– **SaaS решение.** *SaaS* означает «*Software as a service*» или «программное обеспечение как услуга».

В данном случае нам не нужен ни видеорегистратор, ни специализированное программное обеспечение; видео записывается через интернет на серверы третьей фирмы. Необходимо заключить контракт с фирмой, предоставляющей подобные услуги, после чего она берет на себя все вопросы по организации видеозаписи, а отдел охраны получает удаленный доступ к видеoarхивам без необходимости приобретения какого-либо дополнительного оборудования.

Выбор оптимального варианта (табл. 4.3) определяется количеством камер и требованиями к функциональности системы. Например, если у нас в системе всего 2 камеры, то не имеет смысла устанавливать отдельный видеорегистратор или сервер. Проще вести запись на флеш-карту камеры либо на персональный компьютер. Если же система насчитывает 100 и более камер, то наиболее рациональным вариантом будет установка нескольких серверов.

Таблица 4.3

Сравнение способов записи *IP*-видеопотоков

Способ записи	Достоинства	Недостатки
Запись на стороне камеры (на флеш-карту)	Минимальная нагрузка на сеть; наиболее простой и дешевый вариант	Есть риск кражи архивов вместе с камерой; глубина архива ограничена размером флеш-карты
Видеорегистратор	Регистратор проще запустить, чем компьютерную систему	Низкая функциональность; имеет меньше функций, чем компьютерные системы; Ограниченные возможности интеграции с другими системами безопасности (например, пожарная и охранная сигнализация)
ПО плюс компьютер	Большой выбор ПО начиная от бесплатных вариантов до пакетов стоимостью десятки тысяч долларов; можно выполнить интеграцию видеонаблюдения с другими системами	Для построения качественной системы необходимо обладать глубокими знаниями в области информационных технологий; возможны проблемы совместимости ПО и компонентов системы
Сервер для видеозаписи	Высокая надежность; готовое решение, исключая проблемы совместимости ПО и аппаратных средств	Наиболее дорогое решение
Software as a service	Отсутствуют начальные вложения, требуется только абонентская плата; нет необходимости самостоятельно разбираться в оборудовании; видеоархивы защищены от кражи	Предоставляется доступ к приватным видеоматериалам третьим лицам; из-за нестабильности интернет-соединения отдельные видеофрагменты могут быть не записаны

4.6.1. Выбор частоты записи

Правильный выбор частоты записи (количества кадров, записываемых в единицу времени) является весьма важным. Слишком большая частота записи приведет к необходимости использовать большие объемы памяти. Слишком малая – к возможности недопустимых потерь в записанной видеoinформации, пропуска событий.

Критерии для выбора частоты записи в каждом конкретном случае могут быть различными. Необходимо оценить следующее:

1. Минимальное время пересечения зоны наблюдения.

Например, телекамера контролирует полосу шириной 5 м. Скорость бегущего человека может достигать 10 м/с. Следовательно, с разбега эта полоса может быть преодолена приблизительно за 0,5 с. Значит, для того чтобы зафиксировать нарушителя, необходимо установить частоту записи не менее 2 кадров в секунду. В этом случае хотя бы на одном кадре будет изображение нарушителя.

Другой пример. Лестничный пролет между этажами. Хотя расстояние не больше, чем в предыдущем примере, реально преодолеть его можно не менее чем за 1,5–2 с, поскольку негде разбежаться и необходимо поворачиваться. Следовательно, частота записи может быть уменьшена.

Реально выбранные частоты должны превосходить минимальные оценки по крайней мере в 2 раза.

2. Минимальное время на выполнение несанкционированного действия.

Пример. Телекамера установлена в торговом зале. Несанкционированным действием может быть кража товара. Для этого его надо взять и спрятать. На выполнение этого требуется около 1 с. Но в этом случае минимальная частота записи 1 кадр в секунду явно недостаточна. При такой частоте, скорее всего, будет записано изображение вора, который берет или держит в руке товар. Необходимо зафиксировать, что он держит и затем прячет. Для этого частота записи должна быть в 5–10 раз выше.

3. Требуемое качество записи.

При выборе режима работы видеорегистратора обычно имеется возможность выбора качества записи. Например, низкое (объем кадра 2 кбайта), стандартное (4–6 кбайт) или высокое (8–14 кбайт). При выборе следует учесть, надо ли будет в дальнейшем детализи-

ровать изображение путем его увеличения. При стандартном качестве картинка в целом приемлема, но увеличенные фрагменты изображения будут иметь низкое качество.

4. Требуемая разрешающая способность при записи.

Разрешающая способность изображения, обеспечиваемая телекамерой, будет выше, чем у записанного изображения. Нет смысла вести запись с высоким разрешением (например, 752×576) для сигналов от камер стандартного разрешения (380 ТВЛ). Это будут бесполезно потраченные ресурсы видеорегистратора. И наоборот, запись видеосигналов от камер с высоким разрешением на низком разрешении видеорегистратора приведет к существенным потерям в изображении.

5. Минимальное количество кадров для срабатывания видеообнаружителя.

В зависимости от события, по которому активизируется запись, может быть различная временная задержка. Например, при активизации по открыванию двери (размыканию магнитоконтактного датчика) запись активизируется практически с начала открывания, и информация не будет потеряна. Однако в некоторых других случаях задержка может быть существенной. К примеру, для срабатывания датчика движения, активизирующего запись, требуется, чтобы нарушитель сделал 2–4 шага. При небольших размерах зоны наблюдения может оказаться, что подробная запись начнется слишком поздно.

В разных структурах систем видеозаписи видеообнаружитель движения может использовать для анализа полноценный видеосигнал (без прореживания) или с прореживанием во времени. Поэтому при управлении режимом записи по срабатыванию видеообнаружителя движения необходимо учитывать, сколько кадров изображения анализируется для принятия решения о движении. Если для принятия решения о движении требуется 1 кадр, то запись начнется сразу после кадра, на котором появился движущийся объект. Однако надо учесть, что при минимальной частоте записи это может быть уже окончание несанкционированных действий. Так, в первом примере, при записи с частотой 2 кадра в секунду нарушитель может быть зафиксирован как в начале пересечения зоны, так и в конце. В последнем случае активизация записи (увеличение частоты) практически ничего не даст.

4.6.2. Выбор событий для управления режимом записи

Для выбора событий необходимо четко определить, какие задачи решает телевизионная система, какие события должны регистрироваться с максимальной детализацией, с учетом особенности каждой конкретной ситуации.

Например, использование движения в качестве такого события (регистрируемого обнаружителем движения либо охранным извещателем) может применяться в местах периодического движения. В зонах с постоянным движением (например, торговый зал в рабочие часы) такое событие неэффективно. В то же время, в нерабочие часы обнаружение движения в этом торговом зале будет удачным событием для активизации записи.

Нет смысла использовать видеообнаружитель движения для управляемых камер. Поворот камеры вызовет его срабатывание. Однако, срабатывание охранного извещателя позволит не только активизировать запись, но и развернуть управляемую камеру в нужном направлении.

В ряде случаев используется кольцевая запись с предварительным помещением видеосигнала в буферную память, и изменением режима записи при срабатывании тревожной сигнализации (рис. 4.11).

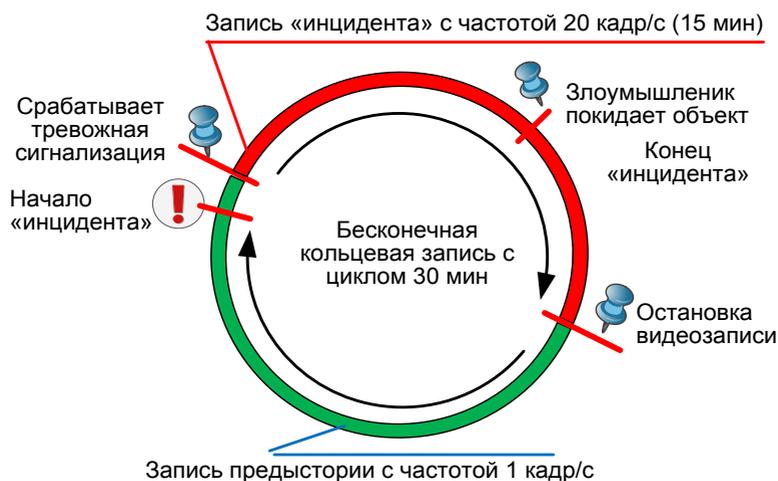


Рис. 4.11. Способ записи с предысторией в кольцевом ЗУ

В данном случае, если на объекте ничего не происходит, то запись ведется с низкой скоростью, а буфер постоянно перезаписывается. Однако, при срабатывании сигнализации, что происходит всегда несколько позже начала самого инцидента, в регистраторе сохраняется не только сам инцидент, но и его предыстория. Еще одно независимое кольцевое запоминающее устройство может быть предусмотрено для записи подозрительных ситуаций.

Такой способ часто используется на мобильных объектах с регистраторами на основе *Flash*- или *SSD*-накопителей с ограниченным объемом. Причем после записи самого инцидента (столкновение с другим автомобилем, наезд на препятствие, несанкционированное проникновение в салон и т. д.), изменяется режим работы самого накопителя, теперь изображение доступно только для просмотра – стереть или отредактировать его невозможно.

4.6.3. Алгоритмы сжатия видеосигналов

Исходный несжатый видеосигнал имеет значительный объем. Даже для камер невысокого разрешения по стандарту *ITU-R BT 601* одна секунда несжатого видео содержит около 165 МВ, одна минута – 9,900 МВ, один час – 59,4 GB, 24 часа записи – 1,425 GB. При этом, «средняя» система видеонаблюдения с сотней камер, потребует около 10 500 жестких дисков, по 2 TB каждый, для хранения архива глубиной 31 день.

Видеоизображение часто имеет одинаковые участки (по яркости и цветовому тону). Соответственно, и отсчеты видеосигнала в этих участках будут одинаковыми. Реально термин «одинаковые» не является строгим. Имеется в виду равенство отсчетов в пределах выбранного уровня квантования. Для таких участков изображения достаточно не запоминать все значения (равные), а запомнить лишь само значение, а также количество и положение этих отсчетов (одинаковых) на соответствующем участке изображения. Сказанное относится к одному кадру. При формировании статичного изображения и соседние кадры слабо отличаются друг от друга. Например, при съемке неподвижного, статического изображения соседние кадры будут неизменными, если не меняются условия освещенности (или меняются очень медленно). В таком случае имеет смысл запоминать только один кадр и общее их количество. При съемке изме-

няющихся изображений часть кадра остается той же самой. Поэтому можно фиксировать только изменения в видеоизображении, а статическую часть кадра запоминать только один раз. К примеру, при движении человека через контролируемую зону фиксировать только изменяющееся изображение человека (на фоне неизменного окружающего фона). Но в случае использования телекамеры, изменяющей свое положение в процессе работы или изменения фокусного расстояния объектива, каждый кадр будет отличаться от предыдущего.

В любом случае видеосигнал оказывается коррелированным, в зависимости от характера изображения меняется только степень корреляции отсчетов. Используя принципы обработки коррелированных сигналов, можно существенно (на один–два порядка) уменьшить объем файлов, содержащих видеоизображения кадров. При разработке алгоритмов и устройств сжатия учитываются также требования к равномерной загрузке вычислительных устройств и скорости передачи информации. Главное преимущество кардинального уменьшения размера файлов – это снижение требований к объему дискового пространства для хранения данных и к ширинепускного канала.

4.6.3.1. Основные алгоритмы сжатия

Используемые в настоящее время стандарты или методы сжатия позволяют в реальном масштабе времени практически без видимого ухудшения качества изображения (рис. 4.12) сжимать поток видеоданных более чем в 10 раз. А с некоторым ухудшением – до 100 раз, то есть до единиц кбайт. Для понимания возможностей, которые дает такая степень сжатия, оценим объем памяти, аналогичный 3-часовой кассете аналогового регистратора. При среднем объеме кадра 10 кбайт – это будет 2,16 Гбайт, что без проблем реализуется в современном оборудовании.

JPEG. Этот метод предназначен для сжатия одиночных изображений (фотографических). Основная идея состоит в группировке в блоки 8×8 отдельных элементов изображения. Затем каждый блок обрабатывается с использованием цифрового косинусного преобразования.

MJPEG. Метод ориентирован на обработку изображений движущихся объектов. Для обработки кадров изображения используется метод *JPEG*. При этом каждый кадр обрабатывается независимо. Качество изображения достигается достаточно хорошее, но при сравнительно большом размере файлов. Есть несколько вариантов стандарта:

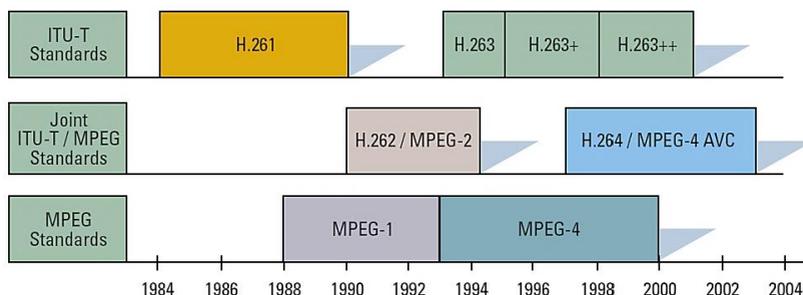


Рис. 4.12. История развития форматов сжатия видеосигналов

MJPEG-1 разрабатывался с учетом качества специализированных видеомагнитофонов (25 кадров в секунду с разрешением 352×288) и ограниченной скорости передачи данных (около 3 Мбит/с). Позволяет передавать и звук.

MJPEG-2 обеспечивает значительно более высокое разрешение и скорости передачи: от 352×288 до 1440×1440 со скоростью до 60 Мбит/с (при 25 кадрах в секунду).

MPEG-4 ориентирован на использование в различных прикладных областях, связанных с видеоизображениями. Использует меньшую полосу пропускания. Имеет дополнительные функции по сравнению с предыдущими, например, возможность соединять изображения с графикой и текстом. **MPEG-3** использует алгоритмы методов *MJPEG* и *H-26L*. Удобен для беспроводных применений.

MPEG-7 предназначен для мультимедийных приложений и не используется в системах охранного телевидения.

MPEG. При обработке изображений используется информация о различиях между кадрами видеоизображения. Запоминается и обрабатывается (сжимается) лишь часть кадров, через определенный промежуток времени. В промежутке запоминаются различия между этими кадрами и соседними.

Wavelet. Не основан на требованиях какой-либо группы стандартов. Но, тем не менее, широко применяется различными производителями. Требует специализированного программного обеспечения.

H-261, H-263, H-321. В основе методов лежат требования Международного союза телекоммуникаций *ITU*. Обеспечивают достаточно высокую скорость передачи, но при низком разрешении – до 352×288 .

H.264. Является результатом совместного проекта группы экспертов по кодированию видео (*VCEG*) Международного телекоммуникационного союза и группы экспертов по вопросам кинотехники *ISO/IEC (MPEG)*. *ISO* расшифровывается как Международная организация по стандартизации, а *IEC* представляет собой организацию, осуществляющую надзор за электронными и электротехническими стандартами. Название *H.264* используется *ITU-T*, в то время как *ISO/IEC* дали стандарту название *MPEG-4 Part 10/AVC*, поскольку он представляет собой новый элемент в их пакете *MPEG-4*.

Кодер *H.264* без ущерба для качества изображения может снизить размер файла цифрового видео более чем на 80 % по сравнению с форматом *Motion JPEG* и на 50 % – по сравнению с традиционным стандартом *MPEG-4 Part 2*. При сравнении скорости передачи данных между разными видеостандартами для видеопотока с одинаковым уровнем качества изображения кодер *H.264* по меньшей мере в три раза эффективнее, чем кодер *MPEG-4* без компенсации движения, и в шесть раз – чем *Motion JPEG*.

Кодеры *H.265* и *H.265+* обеспечивают еще более высокую эффективность сжатия при условии активного движения в кадре, но требуют большей вычислительной мощности сигнальных видеопроцессоров. При малой динамичности изображения эффективность этих кодеров не отличается от *H.264* (рис. 4.13).

При том же объеме видеоданных и качестве изображения система охранного видеонаблюдения с поддержкой сжатия *H.264* принципиально снижает расходы на хранение данных и занятость канала передачи данных, по меньшей мере, на 50 % по сравнению с традиционными технологиями сжатия. Есть множество показателей, исходя из которых *H.264* является наиболее подходящим стандартом для использования в области охранного видеонаблюдения.

Методы снижения битрейта и требуемого объема архива:

– смена кодека и изменение степени сжатия;

- настройка параметров изображения, например, уменьшение контрастности;
- снижение разрешения и/или смена формата изображения;
- изменение частоты смены кадров;
- применение масок для скрытия ненужных данных;
- увеличение освещения/применение более светочувствительных камер;
- настройка постоянного битрейта.



Рис. 4.13. Различные типы кадров при сжатии видеосигнала H.264

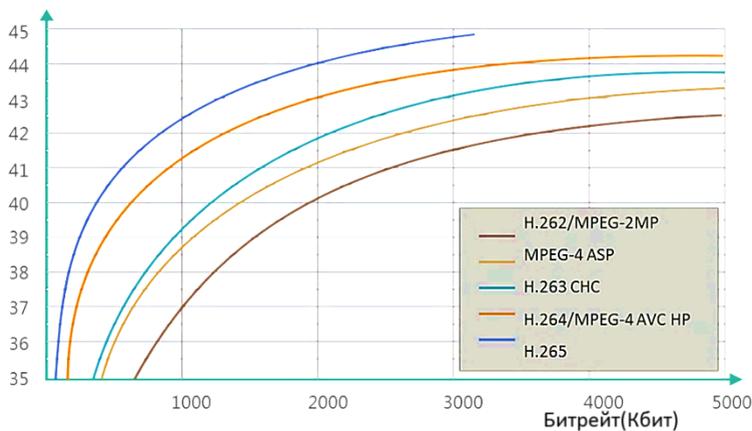
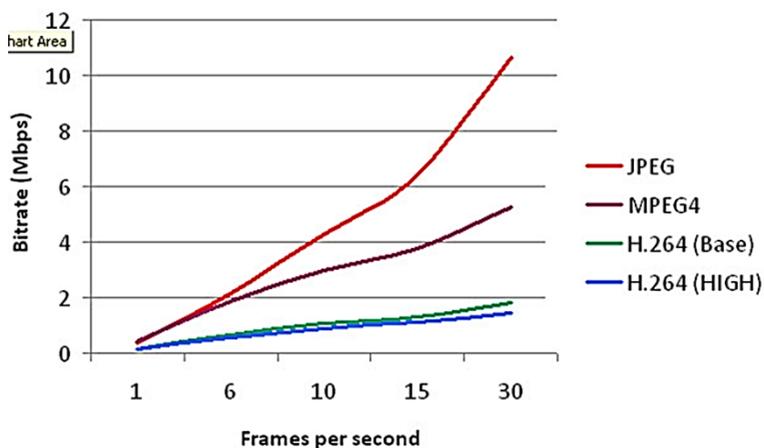


Рис. 4.14. Сравнительная эффективность различных форматов сжатия видеосигнала

4.6.4. Оценка требуемого объема памяти при записи сигналов СОР

Требуемый для записи объем памяти будет зависеть от объема файлов для каждого кадра изображения. В свою очередь, объем файлов будет существенно зависеть от характера изображения и интенсивности изменений в видеоизображении 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 от камеры, установленной на движущейся автомашине, будет постоянно изменяться.

Таким образом, необходимо учитывать:

- для телекамер – статическая или поворотная телекамера. В свою очередь, для поворотной – характер движения (в постоянном режиме или периодический);

- для объекта – наличие и интенсивность движения в контролируемой зоне.

Ориентировочный объем файлов при записи с разным разрешением может быть оценен по следующим соотношениям, полученным экспериментально:

Метод сжатия	Требуемый объем кадра кбайт, при разрешении		
	352×288	704×288	704×576
Wavelet	30	–	–
MJPEG	25	–	–
ML-JPEG	8	16	–
MPEG2	6	12	24
MPEG4	3	6	18

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

Необходимый объем дискового пространства видеорежистратора, требующийся для записи архива

$$S = 0,08224 \cdot N \cdot F \cdot V \cdot T,$$

где S – требуемый объем дискового пространства, Гбайт;

N – количество каналов по которым ведется запись;

F – объем кадра, КБайт;

T – время, в течении которого необходимо вести запись (глубина архива), сутки.

Расчет емкости винчестера выполнен в программе «Калькулятор 2.0» и приведен на рис. 4.15.

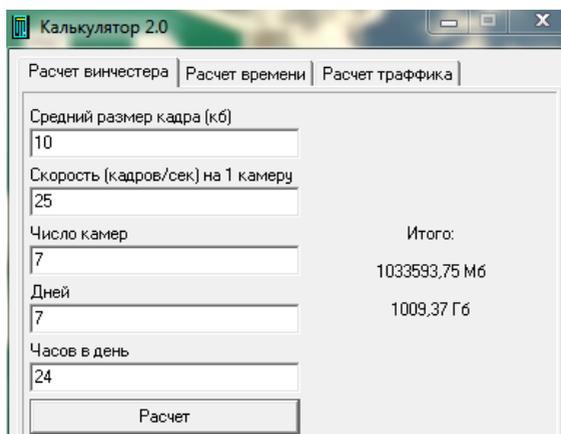


Рис. 4.15. Расчет емкости жесткого диска

Существует несколько способов экономии пропускной способности с разной совокупностью свойств, но нет «единственно правильного» решения.

H.264 всегда эффективнее *MJPEG*, но форматы типа *H.264* не позволяют реализовать действительно покадровый режим просмотра.

H.264 более чувствителен к движению чем *MJPEG*.

Сложный сюжет, движение, большой контраст и насыщенность цвета увеличивают битрейт.

Применяйте разрешение, достаточное для решения поставленной задачи, большее приведет к дополнительным затратам.

4.6.5. Устройства видеозаписи

До последнего времени основным устройством регистрации видеосигналов в охранных системах были охранные видеоманитофоны (*VCR – Video Cassette Recorder*). Несмотря на ряд недостатков аналоговых устройств видеозаписи они еще некоторое время могут использоваться в небольших, малобюджетных системах охранного телевидения. Определенное время охранные видеоманитофоны будут продолжать эксплуатироваться в видеосистемах, реализованных в течение последних лет для обеспечения совместимости.

Особенности записи видеосигналов существуют и в цифровых системах. Вообще существуют два способа записи видеoarхива.

В обоих случаях происходит разбиение допустимой памяти жесткого диска на несколько секторов.

1. Первый способ предполагает параллельную запись видеопотока внутри выделенного сектора – данные записываются сразу в несколько файлов, расположенных в разных местах. Головка жесткого диска позиционируется между этими файлами. Частые перескоки приводят к износу пишущей головки.

2. Второй способ позволяет вести запись видеоданных последовательно в одно и то же место сектора: данные со всех видеокамер в один момент времени записываются в единый файл. Головка жесткого диска перемещается плавно, исключая частые перескоки. Этот упорядоченный режим записи более щадящий и удобный, а поиск в таком архиве занимает меньше времени и ресурсов (жесткие диски с «пурпурной» цветовой маркировкой).

Для повышения надежности дисковых массивов используется ряд технологий.

1. Технология *RAID 1* обеспечивает запись информации сразу на два жестких диска. В случае выхода из строя одного жесткого диска вся информация сохраняется на втором, но требуемый объем хранилища увеличивается в 2 раза.

2. Существует более сложная технология *RAID 5* – в массив из нескольких жестких дисков добавляется дополнительный, видеоархив записывается так, что при выходе из строя одного диска системы информация восстанавливается с помощью остальных дисков. При выходе из строя одного жесткого диска скорость работы системы существенно снижается, кроме того, в этом случае желательно остановить всю систему. Заменить вышедший из строя диск можно только на аналогичный.

К недостаткам *RAID*-технологий можно отнести необходимость постоянной проверки системы, повышение стоимости хранения видеоданных (следует использовать минимум два жестких диска и *RAID*-контроллер, стоимость которого может превышать стоимость жесткого диска).

Циклическая запись видеоданных. Для записи архива возможна организация последовательной записи на несколько жестких дисков. При этом на первый диск осуществляется запись видеоархива объемом, соответствующим выделенному свободному месту на диске. При заполнении первого жесткого диска запись переносится на сле-

дующий и так далее. При заполнении последнего свободного жесткого диска запись архива переносится на первый, и процесс повторяется. Таким образом, когда заканчивается все свободное место на выделенных носителях, система удаляет самые старые записи.

Архивы оперативные и длительного хранения. Оперативные архивы служат для постоянной записи и обработки видео в режиме реального времени. Объем таких архивов рассчитывается индивидуально под каждую задачу и может достигать нескольких месяцев. Если же информацию необходимо записывать в течение длительного времени, есть смысл обратиться к архиву длительного хранения. Такие архивы работают в режиме «заполнение-хранение». Управление осуществляется оперативным архивом, при этом он может обслуживать несколько архивов длительного хранения. Такое решение позволяет значительно сократить нагрузку на жесткие диски.

Системы *DAS*, *NAS*, *SAN*. Когда объемы записываемой видеoinформации превышают возможности жестких дисков сервера, на помощь приходят системы хранения данных *DAS*, *NAS*, *SAN*. Они удобны для организации централизованного хранения видеoinформации, обеспечивают дополнительную надежность, высокопроизводительны, но имеют высокую стоимость.

Существует три основных типа таких систем:

- *DAS* – система, присоединенная к серверу;
- *NAS* – система, присоединенная к сети;
- *SAN* – сеть хранения данных.

«Цветные» серии *HDD*. Ряд производителей накопителей на жестких дисках, например *Western Digital (WD)*, производит несколько серий дисков, отличающихся параметрами и рекомендуемой областью применения, маркированные различными цветами. Например:

– «зеленые» диски – экономичны, бесшумны, но имеют сравнительно низкую производительность – предназначены для хранения архивов;

– «черные» диски – наилучшая скорость доступа и обмена данными, но более шумные и потребляющие большую мощность, сильно греются при работе – применяются в высокопроизводительных (игровых) компьютерах;

– «голубая» серия – промежуточные значения параметров между зеленой и черной сериями – универсальное применение;

– «красная» – специально разработана для использования в системах *NAS* (системы сетевого хранения данных).

– «пурпурная» (*Purple*) серия разработана специально для записи видеосигналов в системах видеонаблюдения, приспособлена для постоянного кэширования и записи потоковых видеоданных, в отличие от обычных компьютерных винчестеров, оптимизированных для недолгих и периодичных циклов записи/чтения. Кроме повышения надежности записи потоковых данных примененная система управления контроллера диска позволяет сократить время поиска нужного блока данных, что приводит к уменьшению энергопотребления, шума и вибрации.

При улучшении одного параметра системы, неизбежно возникают сопутствующие сложности. Но при знании предлагаемых решений грамотный специалист без труда сможет выбрать оптимальный вариант для конкретной системы, например:

– для оптимизации процесса поиска – создание баз данных, зонирование детекции, программное кэширование;

– для повышения надежности хранения – последовательная запись на диск, технологии *RAID*;

– для снижения стоимости хранения – уменьшение веса архива, механизм циклической записи и различные системы хранения данных.

4.7. Организация питания видеокамер. Расчет времени автономной работы системы видеонаблюдения

Система видеонаблюдения состоит из видеокамер, термокожухов, мониторов, видеорегистраторов (или компьютеров, с установленными платами видеозахвата – компьютер-видеосервер), источников бесперебойного питания (ИБП) с блоками аккумуляторных батарей (АКБ).

Большинство телекамер используют следующие виды питающих напряжений:

– 230 В переменного тока (*АС*). Питание от сети достаточно удобно, если есть возможность подключения камеры к сети. При питании от бесперебойного источника питания⁴ всех элементов ТВ-

⁴ В качестве бесперебойных источников питания систем видеонаблюдения используют аккумуляторные ИБП и мотор-генераторы (бензиновые или дизельные)

системы (что желательно) необходимость в разводке высоковольтных проводов питания остается.

– 24 В переменного тока. Может быть полезным, например, в помещении с повышенными требованиями к электробезопасности. Требуется использование соответствующих источников питания (трансформаторов).

– 12 В постоянного тока (*DC*). Питание телекамеры постоянным током позволяет уменьшить габариты камеры и мощность, потребляемую камерой, однако требует линий подачи этого напряжения и соответствующих источников питания. Кроме того, при этом нельзя использовать внешнюю синхронизацию по сети (для аналоговых видеокамер).

– 5 В постоянного тока. Используется для питания камер, непосредственно совместимых со стандартными интерфейсами ПК.



Рис. 4.14. Аналоговый источник питания

При подключении блоков источников питания клемму заземления ОБЯЗАТЕЛЬНО заземлить. Не допускается соединение контакта «заземление» с «нулем» (третий провод в розетке питания) токонесущих цепей 230 В. Третий провод в розетке питания должен быть соединен с контуром заземления здания.

Необходимо отметить, что чем меньше напряжение питания, тем, при той же потребляемой мощности (функциональности камеры), большее сечение проводов питания требуется (падение напряжения на подводящих проводах также зависит от удаленности ви-

деокамеры от точки питания). При большем напряжении питания повышаются требования к изоляции проводов и качеству разъемов. Применение источников питания с напряжением более 24 В также ограничивается требованиями безопасности эксплуатации.

Обычно производители выпускают серии телекамер, отличающиеся напряжением питания с одинаковыми характеристиками, не зависящими от этого напряжения. Такие телекамеры для разных напряжений питания отличаются, как правило, длиной при одинаковых остальных размерах. Имеются телекамеры, которые автоматически распознают подаваемое на них напряжение питания; они могут запитываться от напряжения как переменного, так и постоянного тока.

Многие элементы систем видеонаблюдения являются импортными. При их применении необходимо учитывать возможные отклонения в стандартах электропитания. Так, в некоторых странах часть оборудования рассчитана на питание от сети переменного тока частотой 60 Гц.

Для выбора источника бесперебойного питания определяем суммарную потребляемую мощность системы видеонаблюдения.

Будем считать, что система состоит из 25 камер видеонаблюдения (9 устанавливаем в здании, 16 – на территории), одного компьютера-видеосервера и видеомонитора.

Рассчитываем суммарную потребляемую мощность системы видеонаблюдения. Пример расчета приведен в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Пример расчета потребляемой мощности СОР

№	Устройство	Кол-во	Потр. мощн., Вт	Суммарная мощн., Вт
1	Купольная видеокамера SCC-B5366	9	2,3	20,7
2	Видеокамера уличная SCC-B2331	16	3,0	48
3	Термокожух SCX – FH210	16	15	240
4	Монитор 22RTC	1	60	60
5	Компьютер	1	400	400
6	Микрофон активный «Шорох-2»	3	0,1	0,3
Всего				769

Определившись с суммарной потребляемой мощностью, переходим на сайт *APC.COM* в раздел источники бесперебойного питания (ИБП). Выбираем помощь в выборе (1 на рис. 4.17), на следующей странице программы – конфигурация по нагрузке (2 на рис. 4.17).

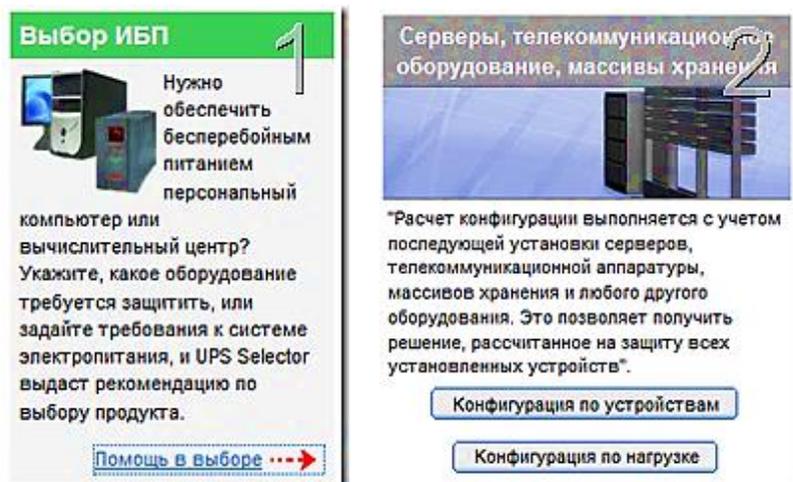


Рис. 4.17. Расчет ИБП на компьютере

Вводим параметры: общая нагрузка, время автономной работы. Дополнительную мощность выбирают от 20 % до 25 % для того, чтобы учесть снижение емкости АКБ в процессе эксплуатации за счет старения. Для систем пожарной автоматики этот коэффициент равен 25 %, так что лучше выбирать 25 %, т. к. для обеих систем используются аналогичные блоки АКБ.

Выбираем «показать решения» и получаем варианты источников бесперебойного питания с необходимым количеством блоков АКБ.

Для каждого ИБП (с индексом *XL*) производитель приводит график, отражающий зависимость времени автономной работы при различных значениях потребляемой мощности с различным количеством АКБ.

Из графика, например, видим, что для обеспечения времени автономной работы, равного 400 минутам, при суммарной потребляемой мощности системы, равной 1000 Вт, для выбранного источника бесперебойного питания необходимо 4 блока АКБ.

Мастер выбора ИБП

Шаг 1: Заданные пользователем параметры > Шаг 2: Рекомендованные решения

Установите ваши предпочтения внизу, а затем нажмите кнопку "Показать решение", чтобы получить список решений. Если вы захотите настроить свои предпочтения более детально, щелкните здесь, чтобы [Настройки для опытных пользователей](#)

Требования к нагрузке

- 1 Общая нагрузка: Watts VA [Перевод мощности из ВА в Вт](#)
- 2 Рабочие напряжения:

Пользовательские параметры

- 1 Дополнительная мощность для будущих расширений:
- 2 Желаемое время автономной работы: : (часы : минуты)
- 3 Нужен ли вам ИБП для монтажа в стойку? Да Нет
- 4 Требуется ли вам решение с избыточностью? Да Нет
- 5 Напряжение в месте установки:

[Показать решение](#)

Рис. 4.18. Интерфейс программы выбора ИБП

Лучший Цена	Лучший Эффективность	Лучший Рабочие характеристики
		
Фотографии	Фотографии	Фотографии
APC Smart-UPS XL 2200VA 230V Tower/Rack Convertible + (2)SUA48XLBP Battery Unit	APC Smart-UPS XL 3000VA 230V Tower/Rack Convertible + (2)SUA48XLBP Battery Unit	APC Smart-UPS XL 3000VA 230V Tower/Rack Convertible + (3)SUA48XLBP Battery Unit
Обратиться в отдел сбыта	Обратиться в отдел сбыта	Обратиться в отдел сбыта
Время работы от аккумуляторов: 264 минуты номер(а) по каталогу: SUA2200XLI + (2)SUA48XLBP	Время работы от аккумуляторов: 264 минуты номер(а) по каталогу: SUA3000XLI + (2)SUA48XLBP	Время работы от аккумуляторов: 394 минуты номер(а) по каталогу: SUA3000XLI + (3)SUA48XLBP

Рис. 4.19. Интерфейс программы выбора ИБП по критериям качества

Особенностью многих современных компонентов СОТ является возможность подключения электропитания, передачи данных и управления *PTZ*-функциями по одному кабелю благодаря поддержке технологии *PoE*, *UltraPoE* [7] или *PoC* (питание по сети *Ethernet* или сигнальному кабелю *Cable*). Этому способствуют существенные различия между частотными спектрами видеосигналов и питания. Функция «безопасный холодный старт» обеспечивает включение камеры в штатном режиме при низких температурах. При подаче питания сначала начинают работать обогрев и вентиляция и, только после достижения внутри кожуха минимально допустимой рабочей температуры, включается сама камера. Такой режим работы позволяет предохранить камеру от преждевременного износа.

Curve	Part Number(s)
A	SUA2200XLI
B	SUA2200XLI • (1)SUA48XLBP
C	SUA2200XLI • (2)SUA48XLBP
D	SUA2200XLI • (3)SUA48XLBP
E	SUA2200XLI • (4)SUA48XLBP

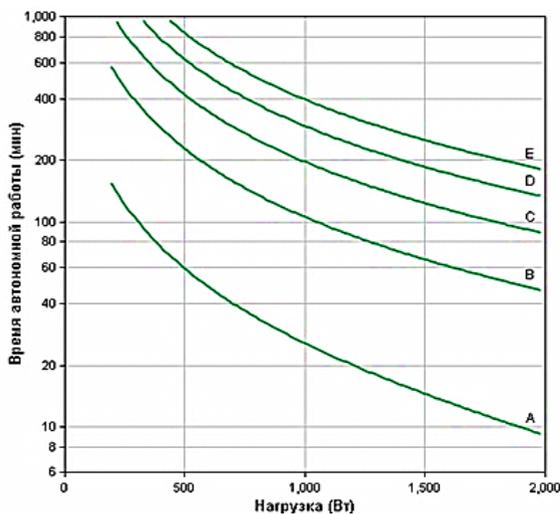


Рис. 4.20. Нагрузочная характеристика ИБП с различными аккумуляторами

PoE. Стандарт *IEEE802.3af-2003* или *PoE* предусматривает питание устройств с поддержкой *PoE* мощностью до 15 Вт. Питание подается либо по тем же парам кабеля, по которым передаются данные (пары 1–2 и 3–6), либо по «свободным» парам (пары 4–5 и 7–8). Принцип подачи питания изображен на рис. 4.21. Здесь источник питания (*PoE*-инжектор) является составной частью коммутатора, а приемник (*PoE*-сплиттер) – составной частью камеры.

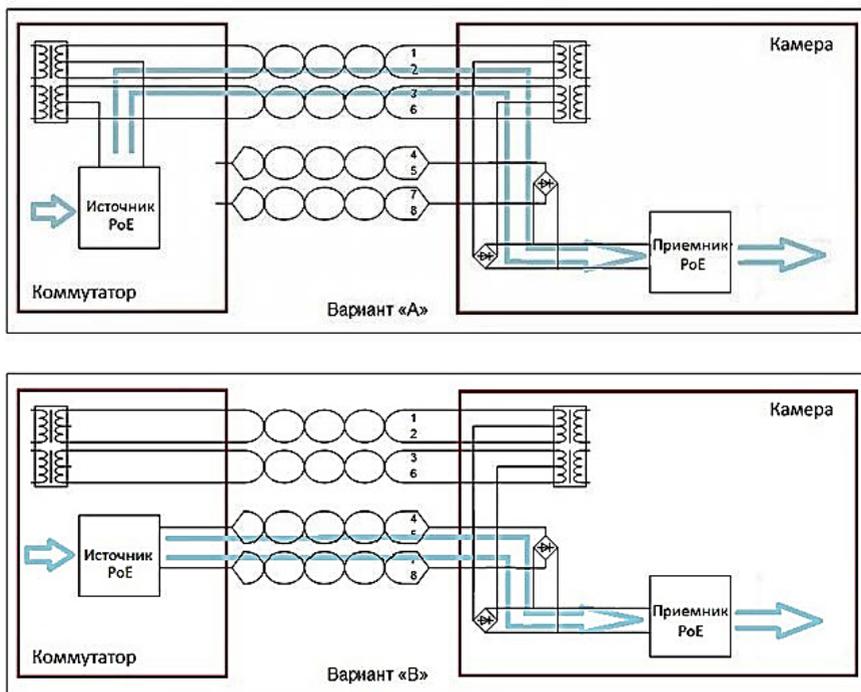
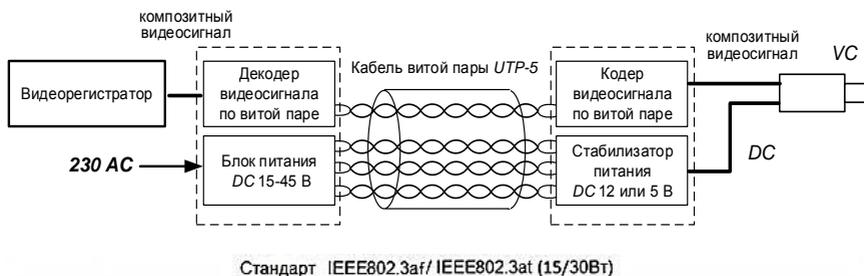


Рис. 4.21. Питание устройств с поддержкой PoE

Подключение источника и приемника *PoE* происходит аналогичным образом: либо по парам с данными, либо по «свободным» парам.

Со временем для некоторых типов камер, например *PTZ*, мощности 15 Вт стало недостаточно, поэтому для питания таких видеокамер появились новые варианты питания, такие как *PoE+* и *UltraPoE*.

PoE+. Стандарт *IEEE802.3at-2009* (*PoE+* или *High PoE*), является логическим продолжением «обычного» *PoE* и предусматривает питание сетевых устройств (в частности видеокamer) с потребляемой мощностью до 30 Вт через стандартную витую пару по сети *Ethernet*. Напряжение может быть подано либо по тем же парам кабеля, по которым передаются данные (пары 1-2 и 3-6), либо по «свободным» парам (пары 4-5 и 7-8). Таким образом, принцип подачи питания и связи источника с приемником *PoE* здесь абсолютно тот же, что и в стандарте *IEEE802.3af*.

PoE+ (60W). Технология *PoE+* (60W) позволяет питать устройства потребляемой мощностью до 60 Вт. Как показано на рис. 4.22, для подачи питания используется 2 независимых канала. На стороне коммутатора один источник подают питание по парам с данными, а другой – по «свободным» парам. На стороне камеры используются 2 независимых приемника и уже на выходе ток суммируется и подается на «нагрузку». Каждый *PoE*-источник устанавливает связь с *PoE*-приемником по отдельному каналу. Такое решение иногда называют «двойным *PoE+*» (используется компанией *Axis* в камерах серии *Q60* и поддерживается коммутаторами *TFortis*).

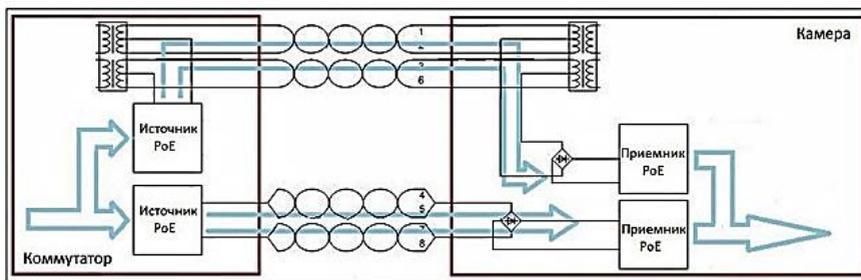


Рис. 4.22. Технология *PoE+* (60W)

UltraPoE. *UltraPoE* (рис. 4.23) является альтернативным вариантом подачи питания по «витой паре» на камеру с потреблением до 60 Вт. Данный вариант позволяет получить удвоенную мощность, передаваемую по «витой паре», используя лишь один источник в коммутаторе и один приемник в камере. «Общение» *PoE*-источника с *PoE*-приемником происходит только по одному каналу, второй канал используется исключительно для подачи питания.

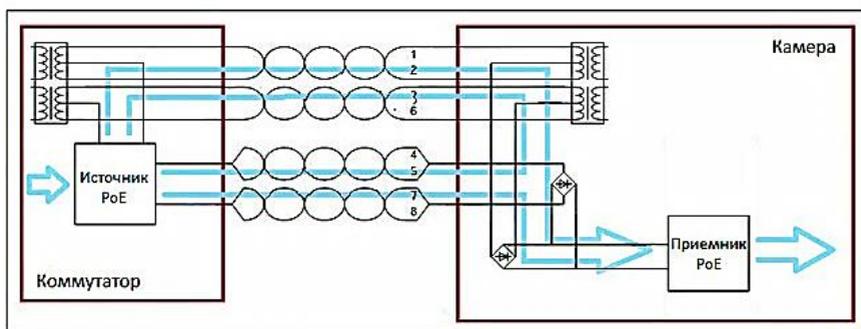


Рис. 4.23. Схема питания по технологии *UltraPoE*

Отметим, что при питании наружных видеокамер и другого оборудования снаружи зданий, а в ряде случаев, при интенсивных промышленных помехах внутри зданий, необходимо устанавливать элементы «грозозащиты» и на линии питания. Как и для сигнальных линий, обязательно с обеих сторон линии. Также напомним, что элементы защиты от электрических перегрузок (грозозащиты) защищают не столько линию связи (питания), как оборудование, установленное с обеих сторон линии.

Особенности вариантов питания.

	PoE IEEE802.3af	PoE+ IEEE802.3at	PoE+ (60W)	UltraPoE
Максимальная мощность	15 Вт	30 Вт	60 Вт	60 Вт
Вариант подачи питания	A или B	A или B	A + B (30 + 30)	A + B (30 + 30)
Количество источников и приемников питания	1/1	1/1	2/2	1/1
Стоимость решения	низкая	низкая	высокая	средняя

5. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ТИПОВЫХ ОБЪЕКТОВ ОХРАНЫ

Построение систем охранного телевидения направлено на выявление, упреждение и расследование случаев воровства и вандализма, несанкционированных вторжений и возможных нападений на жильцов и работников. В каждом конкретном случае, даже для объектов одного типа, потенциальные угрозы могут различаться, поэтому постановка задач должна проводиться с учетом индивидуальных особенностей.

Наиболее распространены следующие концепции: построение систем контроля, разграничения доступа, предотвращение несанкционированного доступа в рабочие или жилые помещения, контроль за территорией предприятий, офисных учреждений, мест массового скопления людей, спортивных сооружений, вокзалов, аэропортов, коттеджных и дачных поселков, приусадебных участков.

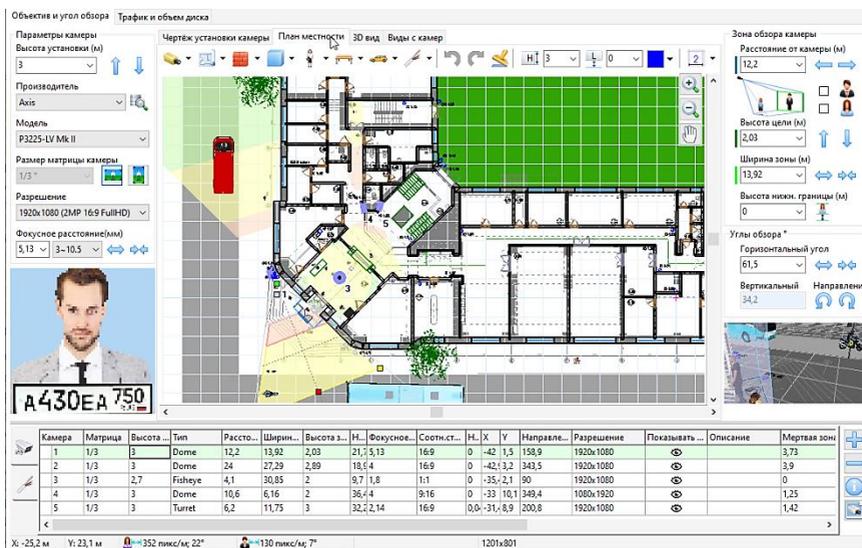


Рис. 5.1. Проектирование СОТ в IP Video System Design Tool 8.0

5.1. Системы охранного телевидения типовых объектов охраны

Типовые объекты охраны и целевые системы охранного телевидения весьма разнообразны и фактически охватывают все области деятельности и объекты собственности как государства, так и частных лиц. Далее будет рассмотрена только часть из них, наиболее распространенных и пригодных для учебного проекта СОТ. Объекты, требующие специальных тактик охраны и методов построения СОТ, такие как пенитенциарные учреждения, силовые ведомства, хранилища банков и др., сознательно не рассматриваются.

5.1.1. Система видеонаблюдения для квартир и коттеджей

Потенциальные угрозы для городской квартиры, загородного дома и офиса различны. Решения об установке всех или отдельных охранных подсистем принимаются индивидуально путем выделения насущных задач объектов охраны, и видения плана защиты объекта. Система охранного телевидения для квартир и коттеджей реализуется путем установки:

- системы видеонаблюдения периметра жилого комплекса / коттеджного поселка;
- системы видеонаблюдения внутренних помещений офисов, квартир, коттеджей;
- видеонаблюдения отдельных выделенных ценных предметов в охраняемых помещениях и территориях;
- интеграции с подсистемами охранной сигнализации соответствующих объектов.

В этой ситуации системы видеонаблюдения (рис. 5.2) обеспечивают эффективное решение задач контроля и предотвращения несанкционированного доступа, позволяют принимать решения о допуске посетителей, не вступая с ними в непосредственный контакт и дают возможность оценить обстановку в первичной или граничной зоне охраны.

Система охранного телевидения как базовый компонент способна обеспечить все необходимые для защиты объектов жилого сектора и офисных помещений возможности:

- различные режимы видеозаписи: постоянный, по заданному расписанию, по детекторам активности и движения;

- предтревожная запись – настройка периода для записи и хранения данных за пределами «тревожных» интервалов, например, до и после сработки детектора движения;
- управление поворотными камерами;
- запись видеoinформации по принципу замкнутого кольца – «свежие» видеоданные замещают старые;
- автоматическая и ручная программная обработка для улучшения качества изображения;
- цифровое увеличение изображения, контрастирование, переключение цветности, увеличение четкости для детализации объекта;
- многоэкранное представление видеозаписи с возможностью настройки количества изображений на экране (до 32);
- поддержка интерактивных планов объекта с отображением на нем состояния компонентов системы безопасности и др.

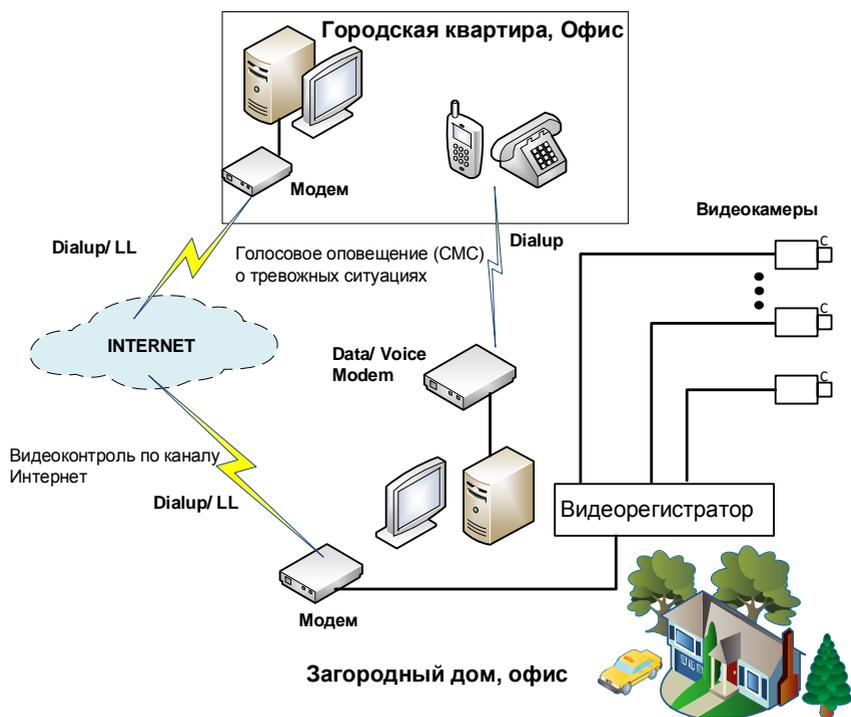


Рис. 5.2. Система охранного телевидения квартиры (коттеджа)

Интеллектуальная система видеонаблюдения для многоквартирных домов и товариществ собственников жилья обеспечивает комплексную безопасность дома, предотвращает криминальные действия и существенно повышает раскрываемость преступлений в квартирах, подъездах и дворовых территориях. Консьерж даже при отсутствии на посту охраны (виртуальный консьерж) может по громкой связи отпугнуть нарушителей. Система предоставляет авторизованный доступ жильцов к видеоархиву и зарегистрированным событиям, что позволяет быстро (без утомительного просмотра видео) найти ответы на такие вопросы как:

- Кто поцарапал автомобиль?
- Вернулся ли ребенок из школы?
- Во сколько убрали мусор?
- Кто наклеил рекламу в лифте?



Рис. 5.3. COT многоквартирного дома

5.1.2. Видеонаблюдение в офисе

Система видеонаблюдения помогает решать ряд задач по управлению предприятием. Система телевизионного видеонаблюдения может использоваться как система безопасности офиса или кон-

троля рабочего времени персонала (работников) в офисе. Исходя из поставленных задач, выбираются структура системы и необходимое оборудование.

К примеру, установив видеокамеры в проходных помещениях, кабинетах офиса и т. п., появляется возможность быстрого поиска своих сотрудников на территории офиса, а также можно увидеть, чем занят сотрудник в данный момент времени. Исходя из этого, можно проводить мониторинг эффективности работы предприятия. Видеозапись поможет при беседах с работниками офиса. Наличие видеокамер в офисе дисциплинирует сотрудников и дает возможность контролировать бизнес-процессы и ситуации.

Так как предполагается, что все работники офиса известны руководителю и оператору, то выбирая оборудование для системы, можно остановиться на выборе самых простых видеокамер со стандартным набором объективов и относительно низкой стоимостью (420 ТВЛ, 0,1 лк). В качестве записывающего устройства удобно использовать недорогой видеорегистратор либо компьютер с платой видеозахвата. Для руководителя можно использовать удаленный просмотр видеоизображения и видеозаписи посредством Интернет.

С помощью современных технических средств можно сформировать большое количество разных видеосистем, которые будут отвечать разным задачам СОТ. В офисе существуют места, контроль и защищенность которых особенно важны. Например, помещения кассы, бухгалтерии, склада, места нахождения клиентов и т. п. Установка средств видеонаблюдения в таких местах позволит избежать недоразумений, предупредить происшествия, быстро разобраться в конфликтной ситуации. Поэтому в эти помещения лучше устанавливать цветные телевизионные камеры с разрешением не менее 520 ТВЛ, чувствительностью 0,1 лк с вариофокальными объективами. Качество видеозаписи также имеет большое значение, так как на ее основе сотрудники службы безопасности либо правоохранительные органы будут принимать свои решения.

Система видеонаблюдения значима и при контроле входа в офис и прилегающей территории, например, входных дверей вашей компании, автостоянки и т. п. – это тоже необходимый и важный момент в создании системы безопасности. Она позволяет усилить контроль и дает возможность дистанционного управления пропуском людей в офис либо на территорию. Установка видеодомофона мо-

жет позволить контролировать всех посетителей офиса. Если в офисе существует система контроля доступа, то с помощью специализированного программного обеспечения можно организовать ее взаимодействие с подсистемой видеонаблюдения. Это предоставляет дополнительную возможность по фиксации времени прихода/ухода сотрудников и исключает вероятность мошенничества с регистрацией этого времени. Формирование записи видеоизображения, поступающего с камеры видеодомофона, позволит идентифицировать всех людей, входивших в помещение офиса.

Контролирование автостоянки и видеозапись событий позволит выяснить, что произошло и кто был причастен к происшествию, а также сократить до минимума время разбирательства в страховых компаниях.

Наличие видеосистемы в офисе – это расширенные возможности контроля, повышения эффективности управления и формирования безопасности всех существующих ресурсов компании. Но средства телевизионного наблюдения не могут являться единственной системой безопасности вашего офиса, они эффективно работают при совместном использовании других средств охраны – системы охранно-пожарной сигнализации, контроля доступа и т. п.

5.1.3. Система видеонаблюдения для предприятий торговли

Супермаркеты и торговые предприятия – традиционный источник злоупотреблений, краж, хищений, приносящих потери и финансовые убытки. Предупреждение происшествий во многом происходит благодаря наличию систем безопасности и эффективному расследованию преступлений при использовании видеозаписей событий. Основные угрозы торговому бизнесу следующие:

- кражи и ограбления;
- хищения и финансовые махинации со стороны персонала магазина;
- воровство со стороны покупателей.

Задачи системы видеонаблюдения с целью снижения убытков, роста прибыли и товарооборота:

- постоянный контроль за порядком в торговых залах – пресечение случаев воровства товаров покупателями, фактов махинаций

с товарами и наличными денежными средствами персонала магазина, исключения, разбор, предотвращение конфликтных ситуаций;

- снижение затрат на содержание службы безопасности;
- получение информации о посещаемости магазина, его отделов;
- повышение трудовой дисциплины и качества обслуживания;
- обеспечение безопасности сотрудников и покупателей.

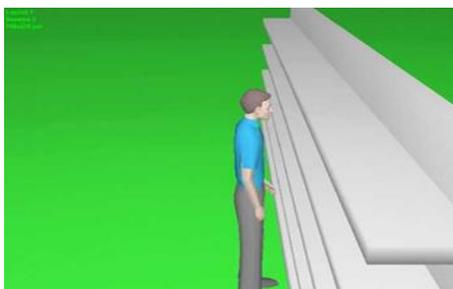
Контроль за обстановкой на территории, прилегающей к магазину/ торговому центру направлен на предупреждение конфликтных и опасных ситуаций на входах/выходах:

- образование очередей, скопление людей; обеспечение безопасности транспортных средств на автостоянке магазина/торгового центра;
- контроль за сохранностью и предотвращение вывоза покупательских тележек с территории торгового центра и др.

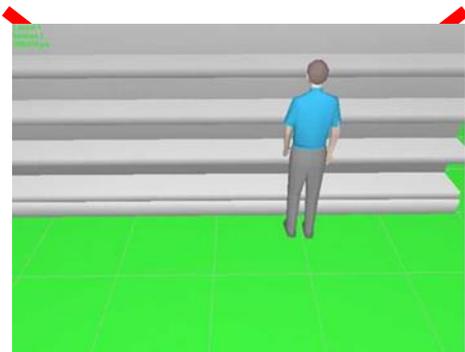
Видеоконтроль за покупателями в торговом зале (с возможной установкой мониторов в торговом зале, демонстрирующих работу системы видеонаблюдения) служит для:

- регистрации фактов преступлений, таких как хищение личных вещей покупателей, кража и порча товара или оборудования;
- предоставления данных для оперативного вмешательства сотрудников службы безопасности в ход событий и предотвращение их нежелательного развития;
- достижения превентивного эффекта – не каждый злоумышленник решится на противоправное действие, зная об организованном в магазине видеонаблюдении.

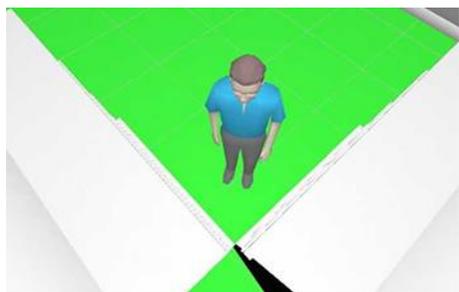
При размещении видеокамер на торговых площадях следует учитывать, что видеокамера должна не только видеть товар, выложенный на витрине, но еще и наблюдать, какие действия производят с товаром посетители. Например:



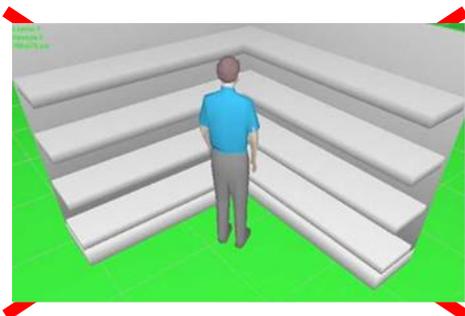
Оптимальная установка видеокамеры для контроля витрин с товарами



Так более привлекательно (весь товар как на ладони), но не эффективно, потому что человек спиной закроет именно тот товар, который он собирается брать. А потом уже не разберешь – взял или не взял



Оптимальное расположение камеры. Видим, что берет покупатель



Неправильно, хотя на первый взгляд выглядит лучше. Видим товар, но не видим манипуляции человека с товаром

Следует учесть, что при контроле действий посетителей на торговых площадках, скорость записи видеосигнала для этих зон следует выбирать близкой к максимальной, т. к. опытный похититель способен спрятать товар в специально подшитый карман менее чем за секунду.

Контроль за работой продавцов реализует:

- выявление случаев хищения товара;
- контроль за качеством и оперативностью обслуживания клиентов;

– получение данных для анализа спорных ситуаций с покупателями;

– контроль за обстановкой в нерабочее время.

Видеоконтроль работы кассиров обеспечивает:

– выявление мошенничества на кассовых узлах – ложных возвратов товара, выдачи неоплаченного товара сообщнику, махинаций с кредитными картами клиентов, необоснованно предоставленных скидок, продажах без использования сканера и др.;

– совмещение видеоинформации, получаемой от установленных над кассовыми терминалами видеокамер, и текстовых отчетов о кассовых операциях; получение данных, необходимых для оценки работы кассира, анализа допущенных при расчетах ошибок и др.

Система видеоконтроля кассовых операций «ActivePOS», разработанная компанией «DSSL» (Россия) представляет собой программно-технологическое решение, предназначенное для предотвращения потерь на кассовом узле торгового предприятия. «ActivePos» – это дополнительный программный модуль в комплексе безопасности «Trassir», то есть своего рода надстройка,



расширяющая базовую функциональность. Однако, дополнительная функциональность оказалась востребованной до такой степени, что теперь рассматривается как отдельная система. Принципиальное отличие «ActivePOS» от аналогичных систем заключается в том, что помимо видеоконтроля кассовых операций, она обладает полной функциональностью видео комплекса безопасности «Trassir» (цифровая система видеонаблюдения и записи, возможности интеграции дополнительного оборудования и т. д.). Система объединяет функции видеозаписи и видеонаблюдения с контролем кассовых событий (запись, поиск и вывод зафиксированных действий кассира и данных чековой ленты наложено на видео). Также система дополняется событиями, которые происходят на кассе, но не отражаются в чеке (открытие кассового ящика, различные попытки несанкционированных действий кассиров и т. д.). Поэтому для описания функциональности системы используется термин «система собы-

тийного видеоконтроля и аналитики кассовых операций». Система осуществляет видеонаблюдение и контроль кассовых операций, то есть контролирует непосредственно процесс обмена товара на денежные средства, объединяя видеоданные с данными кассового терминала. Совмещение чековой информации и видео осуществляется на программном уровне. Помимо видеоконтроля кассовых операций (то есть предотвращение потерь, связанных с недобросовестностью кассиров вследствие махинаций и невнимательности), работники предлагают использовать систему также для разбора конфликтных ситуаций с покупателем и для повышения сервиса и качества обслуживания. Например, для выявления и предотвращения следующих нарушений:

- неправильная сумма сдачи;
- кража наличных под видом сдачи;
- непробитие чека или части товара;
- изменение содержания кассового чека в пользу кассира;
- замена штрих-кода дорогого товара на код более дешевого;
- несанкционированное использование операции СКИДКА;
- незаконный вынос товара сообщником;
- аннулирование чека (отмена сделки) после расчета с покупателем и присвоение денег;
- прием и присвоение возвращаемого товара без проведения операции возврата по кассе;
- несанкционированное открытие денежного ящика;
- фиктивный возврат товара.

Можно осуществлять контроль кассовых операций как в режиме реального времени, так и с архивом.

Видеоконтроль погрузочно-разгрузочных работ и процесса приема товаров, контроль въездов/выездов на территорию обеспечивает:

- видеомониторинг процессов въезда/выезда транспортных средств, их разгрузки, действий персонала;
- автоматическая регистрация въезжающего/выезжающего транспорта – сохранение в базе данных видеоизображения, номера, даты, время въезда автомобиля, других параметров;
- сопоставление данных о фактах въезда и выезда транспортного средства.

При расчете глубины архива для хранения видеозаписей, связанных с погрузочно-разгрузочными работами желательно увеличить

ее по сравнению с глубиной архива других зон на время нахождения в пути транспортных средств доставки и обработки грузов на таможенных терминалах.

Увеличению эффективности систем охраны и обеспечению безопасности объекта способствует интеграция и взаимодействие в рамках единого комплекса:

- системы контроля и управления доступом для обеспечения дифференцированного прохода персонала, покупателей в различные помещения предприятия торговли;

- системы охранно-пожарной сигнализации и обеспечивающих систем для обработки данных от технологических датчиков, датчиков пожаротушения, дымоудаления, систем освещения, электропитания, поддержания температурного режима и т. д.;

- системы оперативной связи и оповещения для обеспечения немедленного реагирования сотрудников службы безопасности, отделов вневедомственной охраны, отделений милиции;

- средств инженерной защиты (шлагбаумы, турникеты) для обеспечения их реакции в случае регистрации определенных событий.

Организация единой системы безопасности для территориально распределенных объектов торговой сети использует:

- удаленный доступ к данным и дистанционная работа с системой с использованием сетей связи, поддерживающих протокол *TCP/IP*, в том числе через стандартный *Web-browser*;

- организация необходимого количества рабочих мест и централизованного хранилища данных;

- разграничение прав доступа к данным и работы с системой для разных категорий пользователей.

Для решения задач контроля и охраны торгового предприятия, сбора статистики посещаемости магазина может использоваться программно-аппаратный модуль, обеспечивающий подсчет числа посетителей пересекающих некоторую условную линию (входы, выходы, проходы у касс, проходы в различные сектора), регистрацию лиц всех людей, попавших в поле зрения видеокамеры, их распознавание, сохранение в базе данных и последующую, в случае необходимости идентификацию.

5.1.4. Обеспечение безопасности медицинских учреждений

Задачи:

- обеспечение сохранности медицинского оборудования, медикаментов;
- круглосуточный контроль за помещениями и периметром;
- наблюдение за процессом хирургической операции в реальном времени и в записи для последующего анализа; выяснение причин происшествия;
- обеспечение автоматического допуска автотранспорта больницы, но предупреждение въезда и парковки постороннего транспорта;
- обеспечение мгновенной реакции на чрезвычайное происшествие, выяснение причины и очага возгорания, раннее планирование процесса эвакуации;
- ограничение доступа посторонних лиц в служебные помещения, предупреждение кражи, обеспечение контроля работы персонала.

Современные программы обработки цифровых видеосигналов (например, MACROSCOP) решают многие задачи благодаря информационной избыточности видеосигнала и поиску по большому количеству критериев. Возможности программы расширяются при подключении дополнительных интеллектуальных модулей и интеграции с системами контроля доступа и охранно-пожарной сигнализации.

Модуль трекинга позволяет начертить линии контроля по периметру и в охраняемых помещениях, при пересечении которых модуль выдает тревожное сообщение и выводит видео на экран оператора. Отслеживает движущиеся объекты в поле зрения камеры. Осуществляет быстрый поиск в журнале тревожных событий (пересечение линии, вход в зону, длительное пребывание в зоне).



Модуль интерактивного поиска и «перехвата» объектов находит нужные фрагменты в реальном времени и видеоархиве по лицам, положению в кадре, размеру объекта, фотографиям и особым приметам (\approx в 10 раз быстрее оператора). Формирует статистику об объектах с указанными характеристиками за любой промежуток времени.

Модуль обнаружения лиц автоматически выделяет лица из видеопотока, показывает видеофрагменты, соответствующие факту обнаружения лица, осуществляет поиск на экране всех лиц, обнаруженных за определенный период времени, производит наблюдение за процессом хирургической операции в реальном времени и в записи для последующего анализа и выяснения причин происшествия.



Рис. 5.4

Модуль распознавания автономеров позволяет настроить автоматическую реакцию на определенный номерной знак (например, автоматически поднять шлагбаум перед машиной скорой помощи), позволяет создать базу автомобилей персонала больницы, присвоить каждому ФИО владельца, марку автомобиля, должность, телефон. Запрещает въезд на территорию транспортным средствам, занесенным в черный список или не внесенным в базу автомобилей больницы.



Рис. 5.5

Интеграция с охранно-пожарной сигнализацией позволяет настроить автоматическую реакцию на определенное событие. Выводит тревожное сообщение и видео с камеры на экран оператора при появлении тревоги, срабатывании детектора движения, потере соединения с камерой. Оповещает о событии на указанный номер телефона или *e-mail*.

Интеграция с системой контроля доступа осуществляет автоматический доступ персонала в учреждение, регистрирует все факты входов/выходов в журнале, при осуществлении прохода выводит видео в режиме реального времени на монитор оператора. Позволяет отслеживать время прихода и ухода определенного сотрудника.

Современные цифровые СОР обеспечивают возможность использования любых IP-камер на объекте. Интерфейс программы интуитивно понятен, позволяет быстро настроить систему из любого числа серверов и IP-камер и мгновенно находить требуемую информацию по заданным параметрам.

Применение цифровых устройств и IP-видеокамер обеспечивает:

- возможность подключения неограниченного количества мониторов и отображения до 100 IP-камер на 1 мониторе;
- удаленный просмотр данных с IP-камер через интернет с устройств *Android*, *iPhone* или *iPad* из любой точки мира;
- подключение неограниченного количества удаленных рабочих мест (служба безопасности, главврач, вахта и т. д.) для просмотра видео с IP- камер;
- экспорт файлов в удобные форматы.



5.1.5. Системы видеонаблюдения для парковок и предприятий транспорта

Организации, имеющие обширные территории, сложную разветвленную структуру, удаленные склады, филиалы и офисы, требуют использования большого количества автотранспорта. В состав интегрированных систем безопасности, учитывая такую организационную составляющую как транспорт, включаются специализированные приложения контроля и учета перемещения транспортных средств, в основе которых лежит их распознавание. Например, система распознавания автомобильных номеров («Авто-Инспектор»). Это позволяет обеспечить:

- контроль за въездами и выездами с охраняемой территории;

- предотвращение несанкционированного проезда на объекты;
- предотвращение хищений и вывоза неучтенной продукции.

Реализация системы учета транспорта требует интеграции системы видеонаблюдения, интеллектуальных модулей распознавания номеров автомобилей, автоматических ворот, шлагбаумов, автоматизированных систем расчетов, другого охранного оборудования.

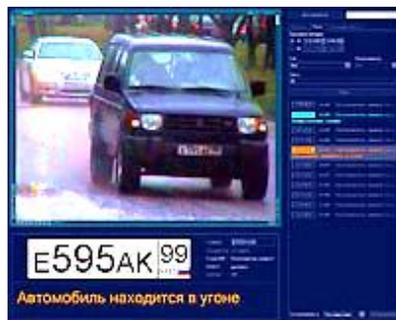


Рис. 5.6

Интеллектуальная система видеонаблюдения автостоянок направлена на:

- обеспечение личной безопасности автовладельцев и сотрудников стоянки, их защиты от нападений с целью грабежа;
- обеспечение сохранности автомобилей – предотвращение угонов, взломов и нанесения физических повреждений транспортным средствам, снятия номерных знаков, хищения из автомашин.

Дополнительными преимуществами являются:

- автоматизация работы автостоянок и паркингов;
- повышение оперативности и качества обслуживания;
- снижение «человеческого» фактора при ведении расчетов с автовладельцами и обеспечении сохранности автомобилей.

Комплексный подход, использование передовых технологий и новейших технических средств – эффективные способы обеспе-

чения безопасности мест парковки автомобилей в современных жилых комплексах, деловых и торговых центрах (рис. 5.7).

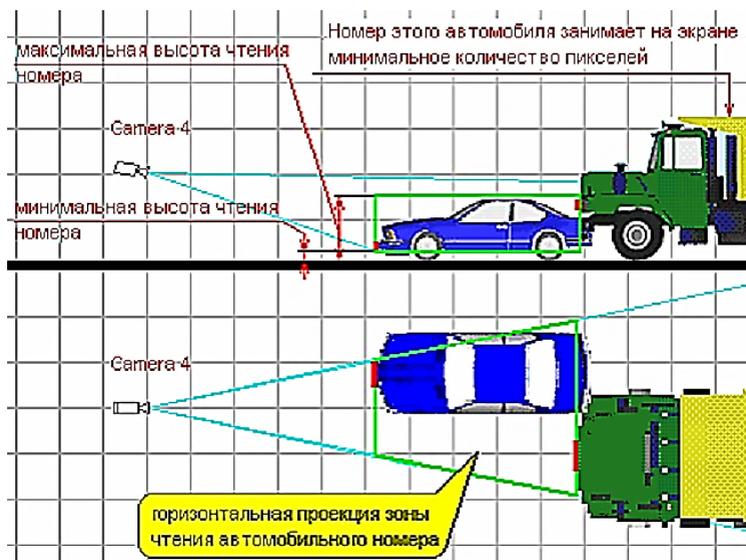


Рис. 5.7. Проектирование СОТ с наблюдением за автотранспортом

Решения интеллектуальной системы видеонаблюдения автостоянок.

1. Многоканальное видеонаблюдение на территории автостоянки с передачей данных в диспетчерский пункт (пост охраны) для мониторинга обстановки в режиме реального времени. Возможность детекции и анализа динамики движений позволит автоматически выявлять представляющие потенциальную опасность ситуации, например, скопление или несанкционированное передвижение людей в зоне парковки.

2. Автоматическая регистрация автомобилей. Модуль распознавания номеров автомобилей обеспечит сохранение в базе данных регистрационного номера и видеоизображения автомобиля, информации о дате, времени въезда на автостоянку.

3. Сопоставление регистрационного номера и видеоизображения автомобиля при въезде и выезде с территории автостоянки – гарантия максимального уровня безопасности транспортного средства.

4. Единая заданная реакция системы безопасности при регистрации несоответствия номеров или личности водителя при въезде и выезде, в случае неоплаты услуг автостоянки и других тревожных событий.

5. Автоматическое оповещение (звуковое, телефон, *e-mail*) представителей службы безопасности, операторов при регистрации определенных событий: несоответствие номеров, отсутствие подтверждения об оплате, нанесение повреждений автомобилям и др.

6. Настройка режима работы автоматических ворот, шлагбаумов по результатам работы модулей распознавания лиц, автомобильных номеров, системы расчетов: идентификации личности водителя, регистрации транспортного средства при въезде и выезде и др.

7. Интеграция с автоматическими системами расчетов для сопоставления регистрационного номера автомобиля с данными об оплате, результатами выдачи парковочного талона исключит возможность махинаций персонала при расчетах.

8. Организация необходимого количества рабочих мест для разных категорий пользователей.

9. Удаленный доступ к архиву в режиме реального времени, дистанционное управление системой: видеокамерами, интеллектуальными модулями, исполнительными устройствами.

Специализированные функции для АЗС.

– Автоматическое обнаружение нештатных ситуаций на АЗС: крики и шум, несанкционированное появление людей и транспортных средств возле топливных резервуаров и в других служебных зонах, стоянка транспортных средств и взаимодействие человека с топливозаправочной колонкой без процесса заправки. Возможность гибкой настройки приоритетов и расписания формирования тревожных сообщений оператору на основе событий видеоаналитики.

– Автоматическая разметка видеоархива на основе данных, поступающих с топливозаправочных колонок, и результатов распознавания номерных знаков транспортных средств.

– Контроль кассовых операций, поиск в архиве по номеру транзакции.

Интеллектуальные системы видеонаблюдения для транспортной безопасности. Системы интеллектуального видеонаблюдения транспортной безопасности [8] интегрированы с другими подсистемами обеспечения безопасности (детекторы падения людей

на железнодорожное полотно, скопления людей в переходах и возле касс, безбилетного прохода через турникет, оставленного предмета, пожара и др.) автоматически распознают опасные ситуации в потоковом многоканальном видеосигнале, поступающем с камер видеонаблюдения.

При наступлении опасной ситуации передается сообщение на пост охраны, мобильные устройства сотрудников охраны, производится запись видеосигнала и протокола событий. Интеллектуальные СОТ транспортных систем могут собирать данные о пассажиропотоке, что позволяет оптимизировать работу транспортной инфраструктуры. Модуль СОТ регистрации и распознавания лиц выделяет и сопровождает определенные объекты, выбирает оптимальный ракурс на видеоизображении для идентификации (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Распознавание лиц в потоке

5.1.6. Мобильные системы охранного телевидения

Сегментами, развитие которых будет подталкивать и общий рост систем телевизионного наблюдения [9], являются гибридные системы, мобильное видеонаблюдение и удаленный мониторинг. Одним из направлений развития СОТ является оснащение ими транспортных средств. Существует ряд угроз безопасности водителей и пассажиров, а также самих транспортных средств (терроризм, нападение, грабеж, воровство, вандализм на парковках, дорожно-транспортные происшествия и другие). Степень ущерба от таких угроз может быть уменьшена при использовании мобильных видеорегистраторов (МБР), установленных на транспортном средстве как личного, так и общественного пользования. Например, запись ситуации при дорожно-транспортном происшествии позволит быстрее и корректнее разобраться в обстановке. Также существуют ситуации, не являющиеся угрозой безопасности, но требующие их объективной оценки, например, отказ пассажиров от оплаты проезда, необоснованные претензии пассажиров или водителей.

Компания Honeywell оснастила системой видеонаблюдения *FareView* автомобили такси в Сан-Франциско, Торонто, Виннипеге, Ванкувере и Великобритании. После установки видеосистем уровень грабежей такси снизился в среднем на 70 %. Видеокамеры снабжены лампами инфракрасной подсветки, они способны производить захват изображений в полной темноте.

Такие системы в зависимости от назначения обычно имеют возможность подключить небольшое число видеокамер, например, контролирующие входную дверь в автобусе, салон, ситуацию впереди и кабину водителя (рис. 5.9). К специфическим требованиям к элементам таких систем относятся высокая вибрационная устойчивость, ударная стойкость, повышенная вандалозащищенность и широкий рабочий температурный диапазон. Дополнительные возможности предоставляют *GPS*-модули, позволяющие регистрировать местоположение, скорость и маршрут движения транспортного средства.



Рис. 5.9. Мобильная СОТ на автомобиле

По сравнению с обычными, мобильные СОТ имеют следующие особенности:

- возможность активизации записи по ряду событий, специфических для транспорта (нажатие кнопки тревоги, запуск двигателя, торможение, открывание дверей или багажника);

- жесткие требования к механическим и климатическим воздействиям;

- необходимость записи большего количества служебной информации, связанной с перемещением транспортного средства (скорость, положение и т. д.);

- необходимость записи идентификационной информации о транспортном средстве и самом видеорегистраторе;

- возможность простого переноса видеозаписи с МБР на стационарное устройство анализа видеозаписей.

При использовании мобильных систем телевизионного наблюдения на таких объектах, как автопоезда для международных грузоперевозок, туристические автобусы, инкассаторские автомобили, такси, маршрутные такси, спецавтомобили – обеспечивается:

- безопасность водителя и пассажиров;

- контроль несанкционированных перевозок пассажиров/грузов;

- защищенность груза при перевозках;

- уменьшение риска повреждения транспортного средства при парковке задним ходом и маневрировании;

- упрощение разрешения страховых случаев;

- технологический контроль (контроль скорости движения, маршрута движения, остановок и т. д.);

- общий контроль за выполнением рейса.

Условно мобильные видеорегистраторы (МБР) можно разделить на три основных типа:

1. МБР, ведущие постоянную запись видеосигналов. Особенности функционирования таких устройств аналогичны обычным цифровым регистраторам.

2. МБР, осуществляющие запись видеосигналов только по определенным событиям. Такие МБР обычно имеют ограниченный объем памяти, позволяющий записывать события, каждое продолжительностью несколько минут.

3. МБР, фиксирующие только одно событие. Некоторый интервал времени до происшествия, и некоторый – после.

Еще в 2004 г. портативный мобильный комплекс, разработанный компанией *CitySync*, применялся в патрульных полицейских машинах, а также в городских системах видеонаблюдения для распознавания автомобильных номеров в таких городах, как Эйлсбери, Кентербери, Ливерпуль, Портсмут и Виндзор. Технология *CitySync* по автоматическому распознаванию номерных знаков была выбрана благодаря качеству распознавания, точности и способности захватывать номера машин под острым углом. Работа системы осуществляется посредством соединения видеопотоков с программным обеспечением для распознавания номерных знаков, действующим на базе ПК. Когда параметры поиска и информация из базы данных совпадают, тревожный сигнал приводит в действие системные контроллеры, которые инициируют соответствующие действия. Кроме того, компания разработала системы распознавания автомобильных номеров на основе мобильных телефонов. Компания *CitySync* обладает патентом на ручную систему распознавания автомобильных номеров.

Мобильные системы распознавания автомобильных номеров благодаря интеграции с различными базами данных и программному обеспечению, позволяющему анализировать результаты обработки этих данных и действий самих патрулей, могут предлагать различные оптимальные алгоритмы поведения структур безопасности в связи с той или иной ситуацией. Например, согласно отчету МВД Великобритании системы распознавания автомобильных номеров используются самыми разными пользователями, включая:

- полицейские силы – для осуществления перехвата и расследования дорожных происшествий;
- налоговое ведомство и агентство по организованной преступности – для осуществления расследований;
- местные власти (обычно в лице местной полиции) – для охраны правопорядка и мониторинга обстановки;
- службу лицензирования и регистрации автомобилей и управление шоссейных дорог – для мониторинга автомобилей и автострад.

Скрытое видеонаблюдение – полезная функция мобильных комплексов. Скрытые камеры в боковых зеркалах автомобиля или в номере – часть мобильной незаметной системы видеонаблюдения спецслужб. Спутниковая передача данных обеспечивает связь с транспортным средством для получения «живого» видеоизображе-

ния и автоматическую трансляцию видеосигналов на центральную диспетчерскую станцию.

Проводя аналогию с авиацией, мобильный видеорегистратор можно считать автомобильным «черным ящиком». Одна из его особенностей – работа в режиме постоянной перезаписи (стирания старой записи), что дает возможность использовать сравнительно небольшой объем памяти. В запоминающем устройстве все время хранится запись определенной длительности, соответствующая скользящему временному окну. Продолжительность непрерывной регистрации видеосигнала (временного окна) составляет часы по сравнению с обычными системами, где запись может продолжаться несколько суток. Однако, запоминающие устройства не содержат движущихся механизмов и нечувствительны к вибрации и ударным нагрузкам.

5.1.7. Меры защиты видеокамер

Видеокамеры обычно удалены от поста охраны и находятся «на переднем рубеже обороны», часто в зонах, где постоянно бывает много людей. Видеокамеры подвергаются воздействию внешних факторов, могут сами явиться объектом хищения, поэтому для их защиты необходимо принимать соответствующие меры. В борьбе с вандализмом применяют следующие способы:

- используют специальные кожухи и кронштейны, затрудняющие повреждение или похищение видеокамеры;
- применяют специальные схемотехнические решения (тревога при попытке снять кронштейн или приблизиться к нему, при пропадании видеосигнала);
- стремятся размещать видеокамеры таким образом, чтобы каждая из них оказывалась в поле зрения другой видеокамеры;
- используют пассивную форму защиты (видеоглазки, скрыто установленные видеокамеры) – эффективна до тех пор, пока видеокамеры не будут обнаружены злоумышленниками (рис. 5.10).

Для обнаружения злоумышленника на более раннем этапе попытки хищения, могут использоваться, например, ИК-извещатели. Эффективным средством защиты оборудования является отпугивание злоумышленников с помощью сирены, включаемой автоматически (по срабатыванию извещателя) либо вручную – оператором поста охраны. Выбор мер защиты должен быть адекватен ценности

оборудования (ориентировочно можно полагать, что максимальная стоимость принимаемых мер защиты должна составлять не более 10 % от стоимости видеокамеры с объективом).



Рис. 5.10. Маскирующая окраска камеры и поворотного устройства

В системах охранного телевидения стоит задача обеспечить не только обзор некоторой зоны, но также и контроль за состоянием самой ТК. Это необходимо для снижения вероятности несанкционированного воздействия на телекамеры как элементы системы безопасности: для исключения несанкционированного вскрытия и механического повреждения телекамеры, каналов передачи видеосигнала; маскирования телекамеры (закрывания, закрашивания объектива, загораживания); изменения параметров (расфокусировка, изменение фокусного расстояния); механических воздействий, приводящих к изменению положения и изменению зоны обзора. Контроль за состоянием телевизионных камер может осуществляться:

1. Средствами самой телевизионной системы (визуальный контроль состояния, контроль потери видеосигнала).
2. Средствами элементов систем охранной сигнализации (датчики обнаружения, снятия со стены, вскрытия и т. п.).
3. Защищенностью самой телекамеры и каналов передачи видеосигнала.

В каждом случае необходимо выбирать средства, соответствующие угрозе несанкционированных действий.

Визуальный контроль состояния телекамер может достигаться следующими способами. Каждая телевизионная камера должна по воз-

возможности входить в зону обзора другой. Пути подхода к телекамере должны по возможности просматриваться. Предпочтительнее использовать первый вариант. Попадание каждой телевизионной камеры в зону обзора другой может достигаться следующими способами:

– встречным расположением, когда обе телекамеры попадают в зону обзора друг друга (рис. 5.11, а). При этом каждая камера контролирует соответствующую часть территории и противоположную камеру.

– последовательным расположением, когда каждая следующая телекамера попадает в зону обзора предыдущей (рис. 5.11, б). Подобный случай имеет место, например, при контроле периметра территории или внешнего периметра здания.

– использованием обзорной камеры, контролирующей, в том числе, и состояние других (рис. 5.11, в).

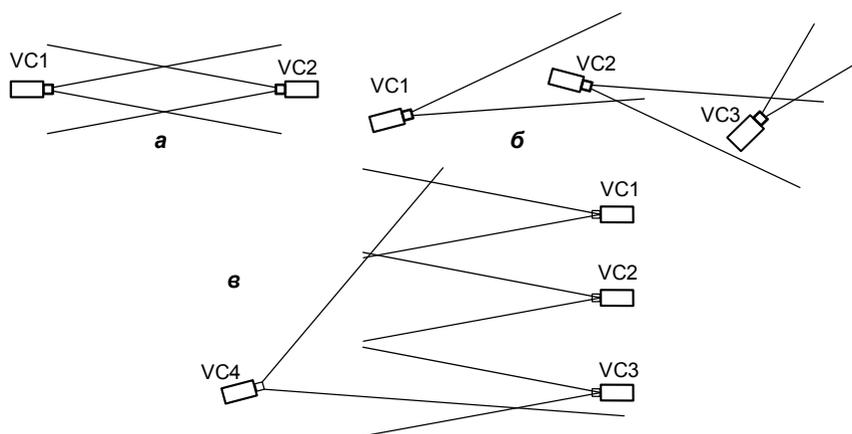


Рис. 5.11. Взаимное расположение видеокамер

5.1.7.1. Кожухи видеокамер

Кожухи для видеокамер служат для их защиты от внешних неблагоприятных факторов и различаются по двум основным типам: гермокожух и термокожух.

Гермокожух предназначен:

– для защиты видеокамер и объективов от пыли;

- для улучшения эстетических свойств ТК (декоративный кожух);
- для маскировки ТК (кожух маскирует ТК под предметы обстановки комнаты (лампа и др.) и затемненный кожух (не видно куда направлена камера);

- антивандальный кожух – применяют в помещениях, где возможно физическое уничтожение или повреждение ТК (тюрьма, школа, и т. п.). Такой кожух изготавливают из твердых сплавов, имеет ударопрочное бронестекло, следовательно, способен продержаться до прибытия работников охраны.

Термокожух (погодный, уличный кожух) применяют для защиты камер от осадков; температурных перепадов; вандализма.

Основные технические характеристики кожуха, на которые следует обращать внимание при его выборе, следующие:

- **размеры кожуха** – определяют максимальный размер ТК с объективом, которая может быть помещена в данный кожух. При выборе кожуха необходимо выяснить какие размеры кожуха приведены – внутренние или наружные;

- **защитные свойства кожуха** – классифицируют согласно мировым стандартам двухразрядными номерами: *IP <первая цифра> <вторая цифра>*. Первая цифра – степень защиты от проникновения посторонних предметов, вторая – степень защиты от проникновения влаги (прил. Б);

- **мощность нагревателя** – выбирают из условия, что при низких температурах окружающей среды внутри кожуха должна поддерживаться температура, при которой может работать ТК. Если мощности встроенного в кожух нагревателя не хватает, необходимо ставить дополнительный нагревающий элемент;

- **масса кожуха** (с ТК и объективом) – должна быть учтена при выборе кронштейна;

- **напряжение питания кожуха** (12, 24 или 230 В) – при выборе напряжения питания рекомендуется следить за тем, чтобы номенклатура напряжений питания была минимальной. Например, если ТК имеет встроенный источник питания и питается от сети напряжением 230 В, то рекомендуется выбирать и кожух с напряжением питания 230 В.

Выбор типоразмера. При выборе типоразмера кожуха нужно учитывать его полезный объем, чтобы быть уверенным, что видеокамера с объективом разместится внутри него. Это особенно важно

при использовании вариобъективов с сервоуправлением, т. к. конструкция подобных объективов нередко бывает асимметричной относительно оптической оси. Следует также учитывать возможность установки внутри кожуха блока питания и разъемов.

Не следует выбирать неоправданно большой кожух, т. к.:

- чем больше габаритные размеры кожуха, тем выше его стоимость;
- масса кожуха оказывает влияние на выбор соответствующего кронштейна или поворотного устройства;
- чем тяжелее кожух, тем труднее работать с ним при монтаже и эксплуатации.

5.1.7.2. Кронштейн

Кронштейн предназначен для крепления телевизионной камеры (допускается в кожухе, на поворотном устройстве и с ИК-проектором) на различные несущие конструкции (стена, потолок, столб, угол здания и др.), а также для крепления оборудования аппаратуры поста наблюдения (монитор, видеомагнитофон и др.).

Основные технические характеристики, которые следует учитывать при выборе кронштейна, следующие:

– **нагрузочная способность кронштейна** – масса, которую может выдержать кронштейн без механических повреждений (перелом, искривление и др.). Масса оборудования, устанавливаемого на кронштейн (с учетом ветровых нагрузок), не должна превышать нагрузочной способности кронштейна. Кронштейн для применения на улице, как правило, делают из металла с антикоррозионным покрытием;

– **длина кронштейна** – выбирают так, чтобы камера, установленная на кронштейне (возможно, на поворотном устройстве), не задевала несущие конструкции;

– **тип крепления кронштейна** – показывает для какой конструкции предназначен данный кронштейн (стена, потолок, пол, столб, угол здания и др.). Тип крепления кронштейна рекомендуется выбирать уже после окончательного выбора места установки ТК.

5.2. Размещение камер для типичных задач СОТ. Примеры верных и ошибочных решений

5.2.1. Телевизионный контроль потока людей

Одна из типичных задач видеонаблюдения – телевизионный контроль потока людей. Например, проходящих по коридору. При выборе положения телекамеры и угла ее наклона нужно руководствоваться в первую очередь требованиями минимума геометрических искажений и минимума загороживания впереди идущими лиц, идущих сзади.

Для выполнения первого требования необходимо уменьшать высоту установки, а для второго – увеличивать. При малой высоте установки телекамеры искажения будут минимальны. И если люди идут навстречу телекамере не друг за другом, то есть возможность видеть лица, то есть решать задачу идентификации. Однако, если они идут друг за другом (случайно или умышленно), то лица людей на заднем плане частично или полностью закрываются впереди идущим (рис. 5.12, б). Следовательно, у потенциального преступника есть возможность избежать видеофиксации. Увеличение высоты установки позволяет заметно уменьшить опасность загороживания лиц впереди идущими. Однако, вследствие изменения ракурса появляются дополнительные искажения изображения в вертикальной плоскости. Поэтому нужен компромисс между этими критериями.

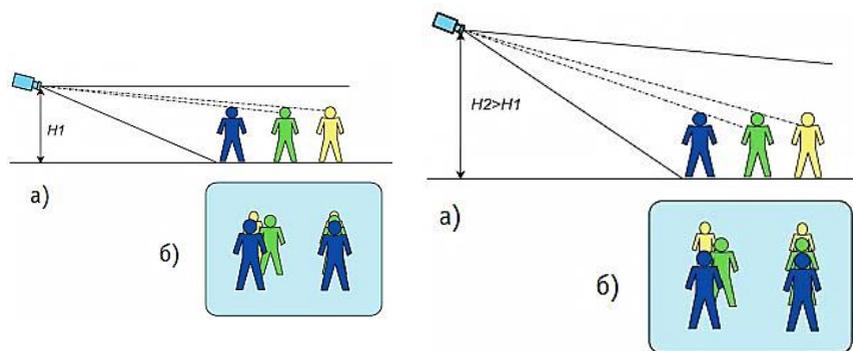


Рис. 5.12. Телевизионный контроль потока людей
при разной высоте установки камеры

Минимально требуемый угол наклона, с точки зрения отсутствия загромождения, может быть выбран следующим образом. Предположим, что люди двигаются на расстоянии 1 м друг за другом, они одинакового роста и размер лица составляет 25 см. Тогда из простейших геометрических рассуждений угол наклона должен быть равен $\gamma_{\min} = \arctg 0,25$. Т. е. составлять около 16° . Если предположить разницу в росте 15 см, то минимальный угол будет около 25° . Искажения при этом сравнительно невелики. Поэтому можно рекомендовать значения угла наклона, не превышающие $20\text{--}25^\circ$.

Однако, в помещениях с потолками могут возникнуть дополнительные сложности с креплением камеры. Выходом из положения может быть установка телекамеры на большей дальности с меньшим (требуемым) углом наклона. Например, как ТК 3 на рис. 5.13. В этом случае надо установить ее на большем расстоянии от зоны видеоконтроля с сохранением поперечных размеров этой зоны (корректировкой фокусного расстояния объектива).

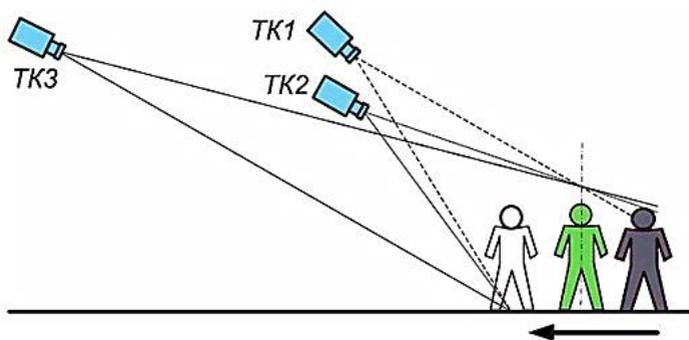


Рис. 5.13. Выбор положения ТК для наблюдения потока людей

Дополнительным преимуществом такой установки может служить следующее. Потенциальный нарушитель, увидев телекамеру, на подходе к ней наклонит голову или прикроет лицо рукой. Вероятность таких действий для камеры, установленной вдальеке, будет меньше. А качество изображения будет не хуже при сохранении поперечного размера зоны обзора (нужен объектив с меньшим углом зрения).

5.2.2. Телевизионный контроль входов в здание. Геометрические искажения изображения объекта контроля в зависимости от способа установки камеры

Увеличение высоты установки приводит к росту искажений изображения наблюдаемого объекта, что требует уменьшения высоты. Но тогда возникает противоречие с требованием обеспечения защищенности телекамеры от вандализма. Это противоречие можно разрешить, увеличивая расстояние до объекта наблюдения с одновременным увеличением фокусного расстояния объектива. Т. е. уменьшением угла обзора.

Типичным примером такой задачи является телевизионный контроль входа в здание. Обычным решением, часто встречающимся на практике, является установка телекамеры вблизи подъезда. Но тогда она направлена вниз под большим углом (рис. 5.14).

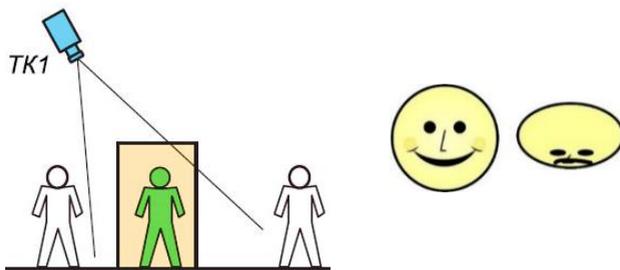


Рис. 5.14. Видеоконтроль входа при большой высоте установки камеры

В этом случае решается практически только задача фиксации входящих и выходящих людей (на кадре записанного изображения формируется «вид сверху»). Решить задачу идентификации практически невозможно, даже если субъект наблюдения не предпринимает никаких мер для того, чтобы избежать видеофиксации лица (не наклоняет голову или не надевает кепку с козырьком).

Также уменьшается и информативность изображения в целом – становится трудно, а зачастую и невозможно оценить рост, детали одежды и другие признаки субъекта. Кроме того, сравнительно небольшое расстояние до субъекта наблюдения приводит к необходимости увеличения угла обзора, что, в свою очередь, снижает качество изображения.

Для выбора правильного решения основных требований для задачи контроля входов в здание необходимо учесть:

- возможность идентификации (идеальный вариант);
- возможность оценки биометрических параметров субъекта наблюдения (рост, особенности походки и т. п.);
- обнаружение наличия сознательных действий по сокрытию лица от попадания в поле зрения камеры (как предварительного свидетельства последующих потенциально несанкционированных действий, т. е. предупреждение нсд);
- получение информации об одежде входящего;
- обнаружение каких-либо предметов, находящихся у субъекта наблюдения, и оценка их параметров (размеров, формы).

В ситуации с большой высотой установки камеры фактически решаются только две последние задачи и то лишь частично. Возможности теленаблюдения в такой ситуации могут быть существенно улучшены при удалении телекамеры в сторону от входа (рис. 5.15).

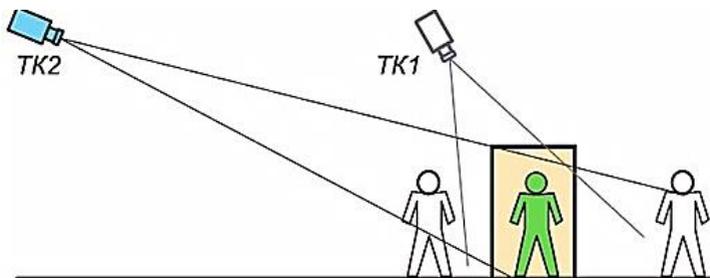


Рис. 5.15. Видеоконтроль входа при установке камеры в стороне от входа

В этом случае при выборе положения ТК можно руководствоваться следующими соображениями:

- обеспечение оптимального угла наклона с точки зрения минимума искажений;
- выбор поля зрения, обеспечивающего решение упомянутых выше задач;
- обеспечение защищенности камеры.

Для минимизации поля зрения можно ограничить его сверху ростом человека (например, несколько больше двух метров). А снизу

либо поверхностью земли, либо даже выше, если не требуется получение изображения обуви или нижней части туловища. Вряд ли кто-то будет ползком проникать в здание, даже если он имеет сведения о реальном поле зрения камеры. Это будет слишком заметно. Тем более, что телекамера, стоящая в стороне, может даже успокоить нарушителя, который может посчитать, что она либо не контролирует вход, либо дает слишком общее изображение без деталей. Кроме того, изображение нижней части тела будет формироваться в противоположной от телекамеры части зоны обзора. Также этот недостаток может быть восполнен другими камерами, например, находящимися внутри здания.

Однако, возникает опасность, что субъект наблюдения в этом случае будет подходить со стороны телекамеры и уходить в сторону от нее. И его лицо не попадет в поле зрения. Условия, вынуждающие субъект наблюдения двигаться в направлении на камеру, можно создать искусственно. Например, сделав ступеньки перпендикулярно стене и ограждение, чтобы объект был вынужден двигаться в направлении на камеру (рис. 5.16). При выборе положения телекамеры (справа или слева) надо учитывать конструкцию двери (в каком направлении она открывается), чтобы избежать загромождения ею субъекта.

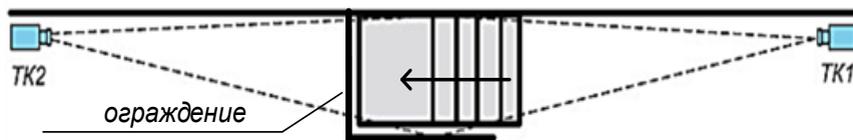


Рис. 5.16. Принуждение субъекта наблюдения к движению в определенном направлении

Рассмотренный вариант установки позволяет уменьшить вертикальный размер зоны обзора вблизи входа до полутора–двух метров и получить либо полное ростовое изображение человека, либо изображение верхней части туловища и головы. Т. е. удовлетворить все сформулированные требования. Таким образом, этот вариант имеет преимущество по сравнению с установкой ТК вблизи зоны наблюдения.

5.2.3. Видеоконтроль пассажиров на эскалаторе

Еще один пример реальной задачи видеонаблюдения – видеоконтроль потока пассажиров, входящих на эскалатор (метро, магазины, вокзалы и т. п.). Типичный вариант установки телекамеры ТК1 приведен на рис. 5.17. Судить по внешним признакам о правильности установки однозначно нельзя.

Если задача состоит в оценке ситуации перед входом на эскалатор, например, для обнаружения образующегося скопления пассажиров, что чревато давкой, то камера ТК1 установлена правильно. Однако, с точки зрения решения задачи идентификации – нет. Тем более, что рассматриваемое место является практически идеальным для этого, поскольку ширина поля зрения может быть уменьшена до 1 метра, что обеспечивает сама конструкция эскалатора. Но при таком расположении телекамеры, направленной на подходящих к эскалатору пассажиров сверху, их лица будут отображаться с существенными искажениями, даже если субъект наблюдения не прячет от телекамеры свое лицо, либо совсем не отображаться.

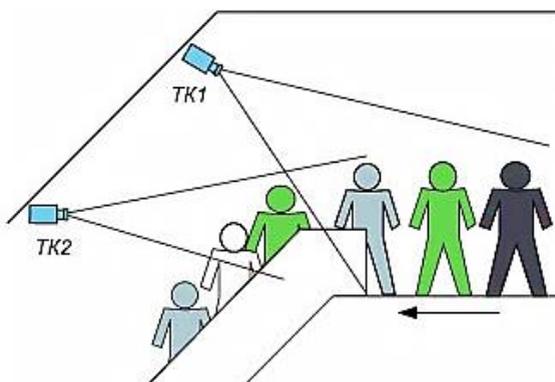


Рис. 5.17. Телевизионный контроль пассажиров на эскалаторе

Недостатки высоко установленной камеры (ТК1):

- камера, направленная вниз, формирует искаженное изображение;
- на подходе к эскалатору, все смотрят себе под ноги, наклоняя лицо вниз, что усугубляет искажения;
- идущие впереди пассажиры закрывают собой лица идущих сзади.

Поэтому целесообразно сместить камеру вниз по потолку и направить ее горизонтально на наклонную часть эскалатора (камера ТК2). Тогда условия наблюдения улучшатся по следующим причинам.

– Камеру можно направить прямо на лицо, практически исключив искажения.

– Встав на эскалатор, пассажиры обычно поднимают голову, что также уменьшает искажения.

– Пассажиры стоят на ступеньках эскалатора, что практически сводит на нет загромождение сзади идущего впереди идущим пассажиром.

Т. е. условия для решения требуемых задач телевизионного наблюдения становятся значительно лучше. И задача идентификации может решаться на достаточно хорошем уровне. При угле горизонтального обзора 1 метр в вертикальной плоскости лицо (около 25 см) будет занимать приблизительно 1/3 экрана, соответствующего 0,75 м. То, что при этом не весь пассажир будет попадать в кадр, не имеет существенного значения, поскольку эскалатор движется, будет последовательно получено изображение всего человека целиком. А если пассажиров много, то они и так закрывают нижнюю часть тела друг друга и такого вопроса не возникнет.

5.2.4. Контроль зоны вдоль здания

На рис. 5.18 показан пример ошибочной установки видеокамеры. Видно, что камера направлена практически параллельно стене здания и поверхности земли. К чему это приводит? На рис. 5.19, *а, б* показаны зоны обзора в вертикальной и горизонтальной плоскостях соответственно. Закрашенные области соответствуют малоинформативным частям изображения (рис. 5.19, *в*) контролируемой зоны на экране монитора.

Очевидно, что приблизительно половину правой части изображения занимает стена здания, что явно малоинформативно. Из оставшейся части изображения также приблизительно половину составляют небо и территория вблизи горизонта. Т. е. практически 3/4 всего изображения не несет полезной информации. А это означает, что просто правильной ориентацией можно увеличить ресурсы системы приблизительно в 4 раза без каких-либо дополнительных материальных затрат.



Рис. 5.18. Ошибочная установка камеры на стене здания

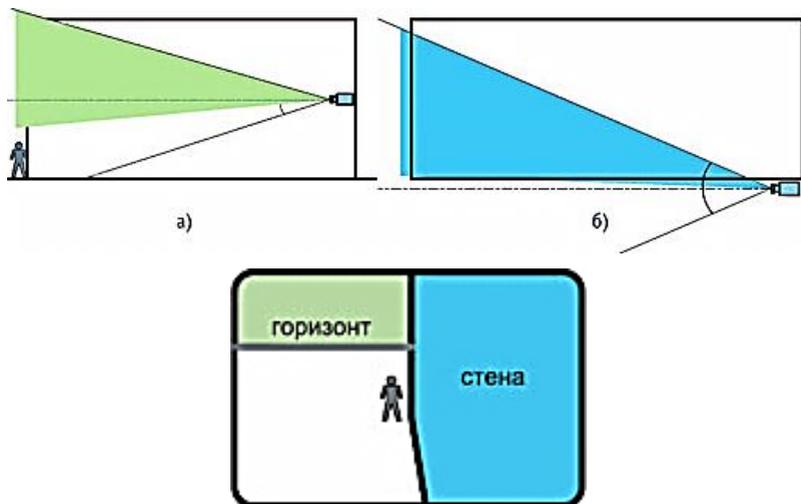


Рис. 5.19. Неправильная ориентация ТК для контроля зоны вдоль здания

На рис. 5.20 показана корректная ориентация телекамеры в горизонтальной (рис. 5.20, а) и вертикальной (рис. 5.20, б) плоскостях, позволяющая уменьшить неинформативные участки изображения. Очевидно, что в этом случае происходит существенное увеличение эффективной зоны обзора и информативная часть изображения будет занимать большую часть экрана.

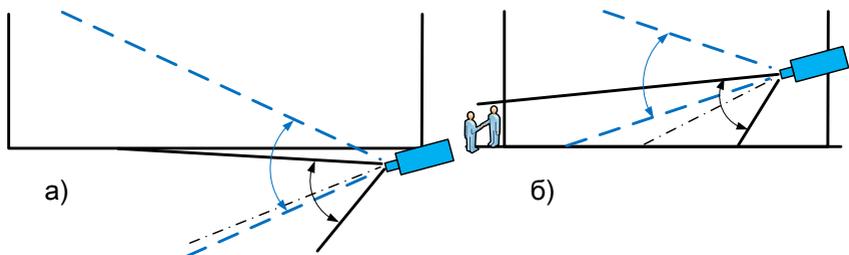


Рис. 5.20. Корректная ориентация ТК для контроля зоны вдоль стены здания:
a – горизонтальная плоскость; *б* – вертикальная плоскость

Также в этой ситуации может оказаться полезным сужение угла обзора. Тогда при той же информативной части зоны обзора на экране, как в исходном случае, разрешение будет выше (рис. 5.21).



Рис. 5.21. Правильное формирование зоны обзора у стены

Подобные ситуации часто встречаются и с обзорными телекамерами, когда значительную часть «красивого» изображения контролируемой зоны занимает небо и область вблизи горизонта с практически неразличимыми и ненужными деталями. При этом правильная ориентация телекамеры, достигаемая просто увеличением угла наклона, позволит увеличить размеры зоны телевизионного контроля при абсолютно тех же ресурсах системы и затратах.

Таким образом, решение такой простой задачи, как правильная ориентация камеры, позволяет более полно и эффективно использовать ресурсы оборудования системы.

5.2.5. Контроль протяженной зоны (коридора, периметра)

Одна из типичных задач – видеоконтроль коридора или узкой полосы территории, например, периметра. Предположим, что требуется осуществить видеоконтроль коридора (рис. 5.22) от сечения в точке A (от начала требуемой зоны обзора) до его конца.

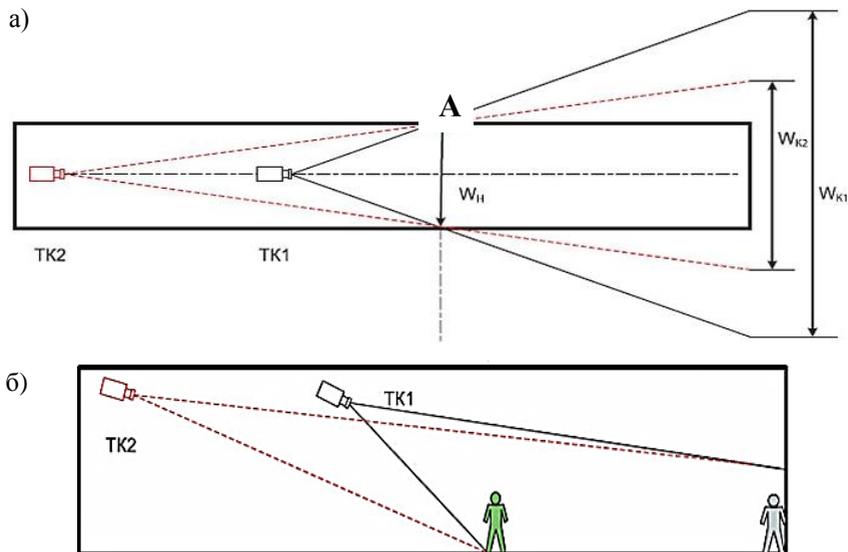


Рис. 5.22. Установка телевизионных камер для контроля коридора a – ближе к началу зоны обзора; b – дальше от начала зоны обзора

Очевидно, что телекамера должна располагаться таким образом, чтобы нижняя «мертвая зона» заканчивалась не далее точки A (рис. 5.22, b). Часто проектировщики считают, что чем ближе камера к началу требуемой зоны обзора, тем качество изображения будет лучше. Но это не так. Для сравнения на рис. 5.22 приведены два варианта расположения ТК – ближе к началу зоны обзора и дальше от нее.

Очевидно, что сравнение надо вести при одинаковом размере зоны обзора W_H , соответствующему ширине коридора. Ширина зоны обзора в точке A равна ширине коридора W_H . В конце коридора – W_{K1} . При таком положении телекамеры, изображение стен, заштрихованных на рис. 5.23, занимает значительную часть общего изображения, т. е. информативность достаточно низка.

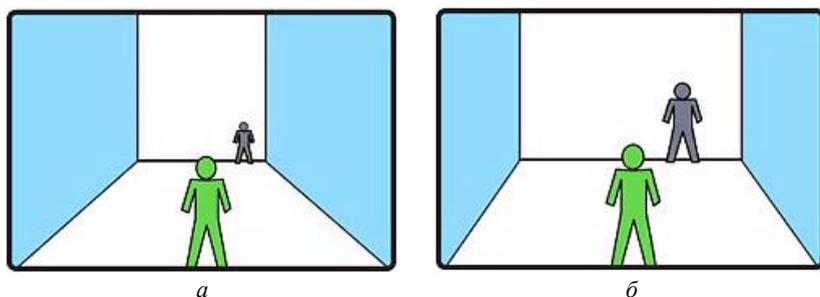


Рис. 5.23. Изображение на мониторе для разного положения видеокамеры

Располагая телекамеру в положении, соответствующем ТК 2, необходимо откорректировать фокусное расстояние так, чтобы размер зоны обзора в точке A был также равен ширине коридора W_H . Тогда разрешение в этой точке будет равным для обеих телекамер. В конце коридора ширина зоны обзора W_{K2} второй телекамеры будет меньше, чем в предыдущем случае. Т. е. $W_{K1} > W_{K2}$. Следовательно, разрешение на объекте в дальней зоне будет лучше, чем в первом случае. Кроме того, сужение угла обзора приведет к уменьшению на экране части изображения, соответствующего стенам, т. е. малоинформативной его части, следовательно, к увеличению в целом информативности изображения, формируемого ТК2 по сравнению с ТК1. Соотношение изображения фигур, расположенных в начале и конце зоны обзора, дополнительно иллюстрирует сказанное. При решении реальных задач видеонаблюдения в конкретных условиях потребуются учет и других факторов.

5.3. Варианты оборудования объектов

Многообразие помещений и территорий, существующих на различных объектах, не позволяет дать однозначные рекомендации по размещению ТК на объекте. В любом случае варианты оборудования объектов должны выбираться индивидуально для каждого на стадии его обследования и согласовываться с заказчиком.

Для рисунков, представленных в этом разделе, используются 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;
 α_{Γ} , $\alpha_{\text{в}}$ – углы зрения ТК по горизонтали и вертикали.

5.3.1. Помещения

При охране помещений с помощью СОТ (рис. 5.24) возможно выполнение следующих задач:

- общее наблюдение за текущей обстановкой в помещении;
- контроль за входной дверью;
- наблюдение за всеми проемами помещения (двери, окна).

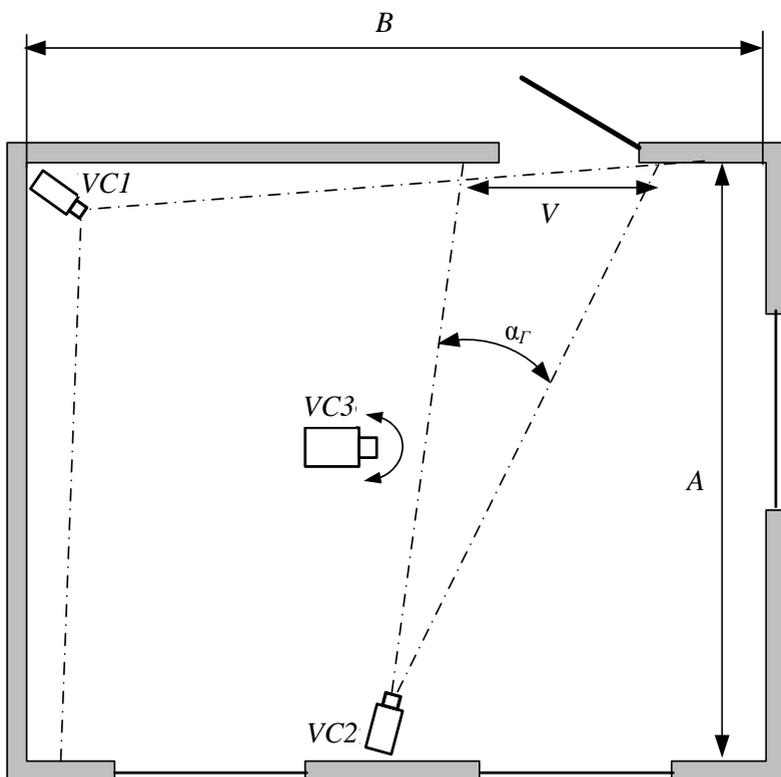


Рис. 5.24. Размещение телекамер в помещении

Первую задачу решает $VC1$, обладающая широким углом зрения (до 100°), следовательно, охватывающая всю площадь помещения. При $A = 3$ м, $B = 4$ м минимальная различимая деталь изображения на дальней границе зоны видеоконтроля $S_H = 31$ мм. С помощью $VC1$ возможно выполнение только целевой задачи – обнаружения.

Для контроля всех входящих в помещение используется $VC2$, которая имеет малый угол зрения. Выбирают камеру с углом зрения по вертикали, исходя из высоты двери или роста человека (т. е. поле зрения по вертикали H около 1,8 м). Минимальная различимая деталь (изображения) при этом $S_H = 4$ мм. С помощью этой ТК возможно выполнение целевой задачи различения объекта контроля. Для идентификации объекта контроля применяют ТК высокого разрешения.

Для наблюдения за всеми проемами помещения используется расположенная на потолке на поворотном устройстве $VC3$, оборудованная объективом с трансфокатором и имеющая предустановки на окна и двери, однако необходимо помнить, что при изменении параметров зоны наблюдения (поворот камеры или изменение фокусного расстояния объектива) теряется информация о зоне, откуда «отвернулась» камера, или о зоне с более широким углом обзора объектива при увеличении его фокусного расстояния при использовании варифокального объектива.

Также при выборе камеры следует учитывать характер освещения (искусственное, естественное, смешанное, возможность засветки или повышенный контраст изображения при окнах, выходящих на южную сторону, и т. д.).

5.3.2. Коридоры

Для охраны коридора 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 (рис. 5.25) с помощью одной ТК ($VC1$), оборудованной объективом с трансфокатором, или двух ТК с большим и малым углами зрения (α_{r1} и α_{r2}). Если применяют объектив с трансфокатором, его увеличение должно быть равно 3 при минимальном угле обзора $\alpha_{r2} = 15^\circ$. Для выполнения зада-

чи по идентификации лиц, входящих в торцевую дверь, используют ТК высокого разрешения. При длине коридора 10 м на дальней границе зоны контроля $S(\alpha_{r1}) = 21$ мм; $S(\alpha_{r2}) = 6$ мм. То есть возможно выполнение целевых задач обнаружения и различения.

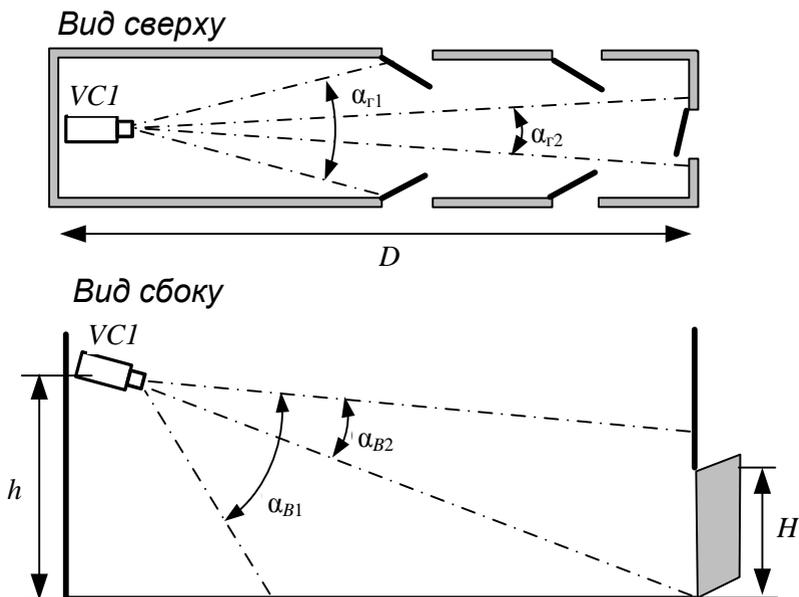


Рис. 5.25. Размещение телекамер в коридоре

Необходимо учесть, что во многих случаях освещение в коридорах искусственное, причем создается относительно низкий уровень освещенности. Кроме того, в узком длинном пространстве, когда камера расположена под потолком, существует опасность прямой засветки камеры источником освещения. При этом, многие из проблем решаются использованием дополнительной ИК-подсветки.

5.3.3. Лестницы и входные двери

Наблюдение лестничных пролетов первого и второго этажей (рис. 5.26) рекомендуется вести с промежуточных площадок между этажами (выше второго этажа устанавливать ТК нецелесообразно).

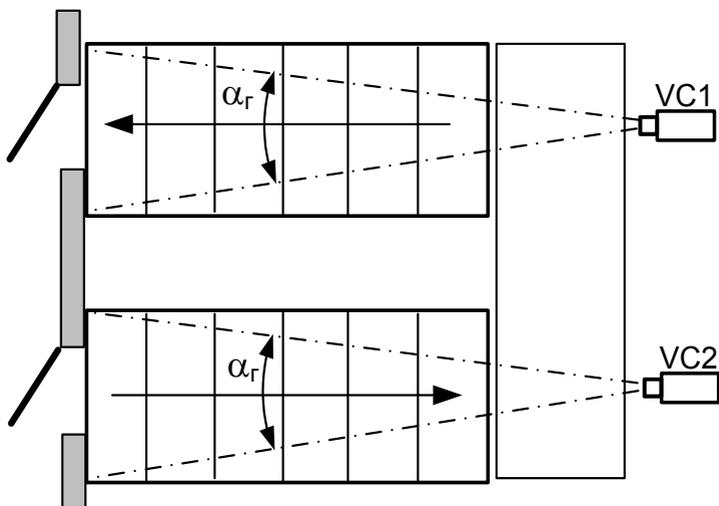


Рис. 5.26. Размещение телекамер на лестнице

На площадках рекомендуется устанавливать по две камеры, направленные, соответственно, вверх и вниз по лестнице, и располагать их под потолком.

5.3.4. Периметр

При организации охраны периметра, он разбивается на зоны. Видеокамеры располагают вдоль или внутри периметра на высоких точках здания или мачтах на поворотных устройствах, которые просматривают весь периметр. Кроме того, на каждую зону устанавливаются охранные датчики. По сигналу тревоги включается дополнительная подсветка, а камеры на поворотных устройствах поворачиваются в зону датчика, который подал сигнал тревоги. Вдоль забора выделяют зону отторжения (не менее 2 м), в которой не должны находиться посторонние предметы, деревья, кустарники, высокая трава и другие преграды (рис. 5.27).

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.

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.

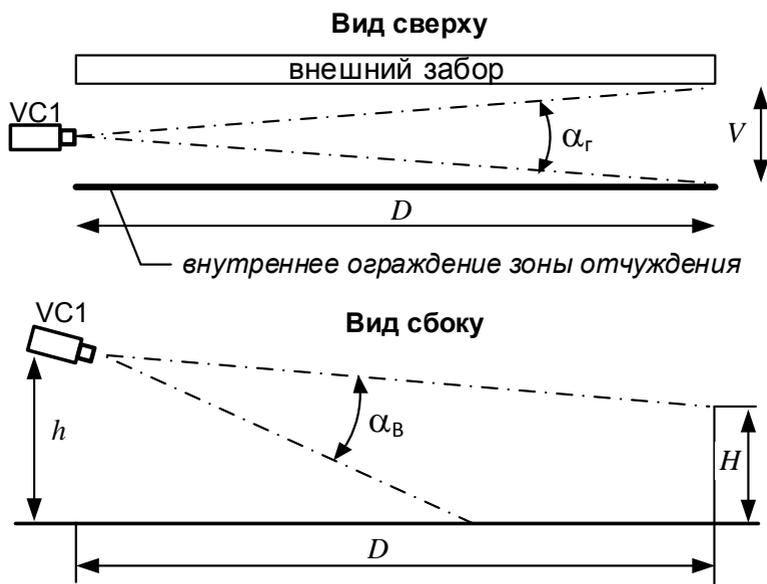


Рис. 5.27. Размещение телекамер на периметре

При длине контролируемого периметра $D = 100$ м, ширине зоны отторжения $V = 2$ м и выборе объектива (с трансфокатором) с увеличением не менее 6 и максимальным углом зрения 45° 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.

На рис. 5.28 приведен вариант схемы расположения видеокамер и ИК-осветителей для построения СОТ периметра объекта [10] с несколькими зданиями внутри ограждения.

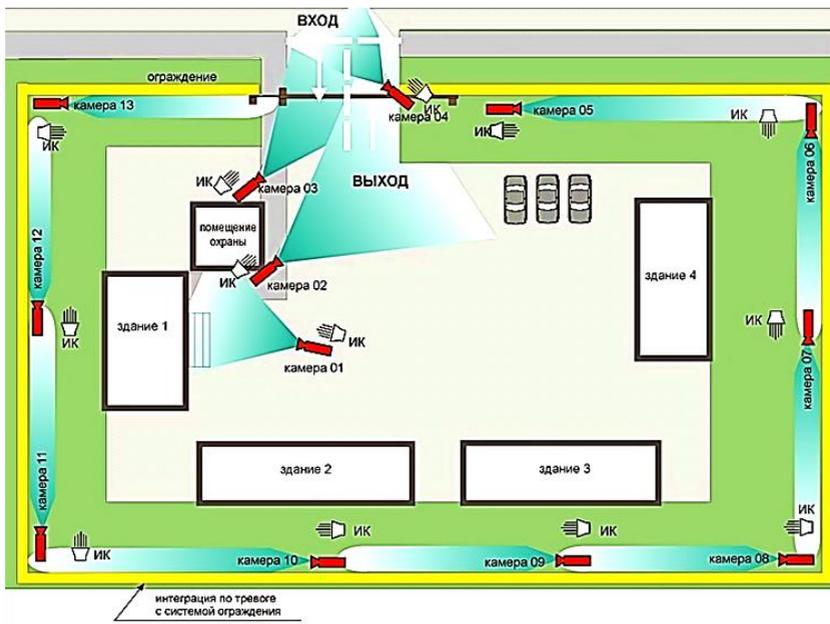


Рис. 5.28. Схема размещения телекамер на периметре

5.3.5. Открытые площадки

Для охраны открытых площадок (например, стоянок автомобилей) применяют ТК на поворотном/наклонном устройстве и объектив с трансфокатором (рис. 5.29). При минимальном фокусном расстоянии объектива проводится обзор всей площади стоянки. При максимальном – возможно определение номера автомобиля, въезжающего/выезжающего на стоянку. Телевизионная камера может быть подключена к системе распознавания номеров автомашин.

Выбор объектива (с трансфокатором) с увеличением 10 и максимальным углом зрения 45° при длине и ширине открытой площадки, равной 100 м, дает результат $S(\alpha_{\min}) = 13$ мм, т. е. при минимальном угле зрения объектива возможно различение номера автомобиля на экране монитора.

Применение ТК высокого разрешения дает результат $S(\alpha_{\min}) = 9$ мм, т. е. камеры высокого разрешения позволяют определить номер автомобиля на большем расстоянии.

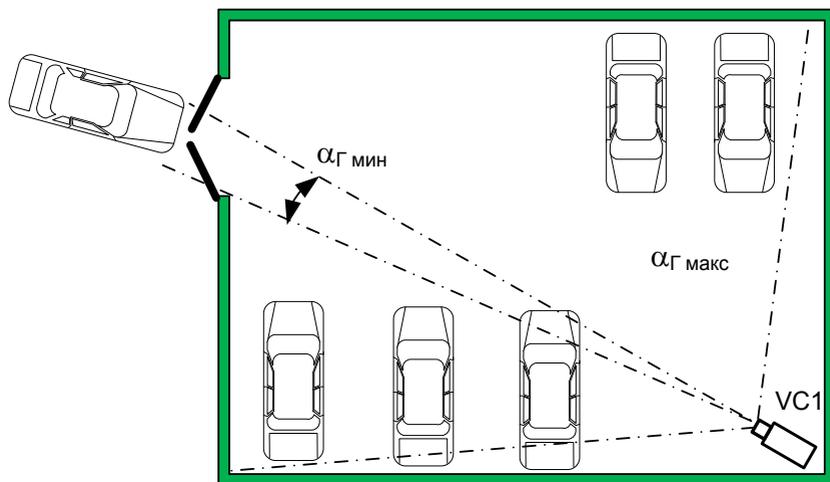


Рис. 5.29. Схема размещения камер на автостоянке

При организации видеоконтроля на стоянках автотранспорта следует учитывать, 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».

5.4. Помещение охраны

Роль человека вносит свои особенности в функционирование системы охранного телевидения, причинами которых является:

- субъективность человека в оценке происходящего;
- возможность бессознательного или осознанного игнорирования каких-либо событий или даже саботажа;
- усталость, невнимательность, отсутствие требуемой культуры и квалификации.

Кроме того, существуют физиологические ограничения возможностей человека по обработке большого потока информации с минимальными потерями. Т. е. требуется согласование того потока

визуальной информации, который поступает к оператору, с пропускной способностью информационного канала видеомонитор–оператор (рис. 5.30). Применительно к системам охранного телевидения это выражается выполнением следующих требований:

- соответствующая организация рабочего места оператора (расстояние до экрана видеомонитора, характер освещенности и т. п.),

- установление времени переключения видеокамер, не приводящего к утомляемости оператора;

- предъявление одновременно такого количества изображений от видеокамер, которое реально может контролироваться оператором (по требованиям эргономики, их должно быть не более 8).



Рис. 5.30

Например, важно правильно выбрать уровень освещенности на посту охраны. Низкая освещенность приводит к утомляемости оператора, а значит, к замедленной реакции и ошибкам реагирования на нештатные ситуации. Чрезмерно высокая освещенность провоцирует оператора устанавливать регуляторы яркости и контрастности видеомониторов в максимальные положения, это приводит к снижению качества изображения, а форсированный режим работы кинескопа видеомонитора – к резкому сокращению срока его службы.

Улучшить условия работы оператора помогают приборы, привлекающие его внимание:

- детекторы движения, детекторы оставленных или унесенных предметов;

- тревожные оповещатели, сигнализирующие о нештатных ситуациях (срабатывание тревожных датчиков, окончание ленты видеомангитофона, пропадание видеосигнала и т. п.);

- приборы, формирующие на экране информационные сообщения, предупреждения, инструкции.

Учет «человеческого фактора» должен проявляться в следующем:

- видеорегистраторы (видеомагнитофоны) желательно размещать в специальных опломбированных сейфах (с контролем их состояния при передаче смены охраны);

– компьютерные системы охранного телевидения должны включать возможность использования входящих в них компьютеров не по назначению (следует исключить возможность ввода информации с дискет, *Flash*-накопителей или компакт-дисков);

– настройка операционных систем компьютеров должна исключать возможность инсталляции программного обеспечения и изменения настроек уже установленного;

– все оборудование, допускающее конфигурирование, должно иметь пароли и соответствующие уровни доступа;

– рекомендуется в помещении охраны скрыто устанавливать видеокамеру для записи действий охраны (изображение с этой видеокамеры не должно отображаться на мониторах охраны);

– желательно использовать такие конфигурации, в которых системный блок компьютерной системы охранного телевидения (видеосервер) вынесен за пределы помещения охраны;

– целесообразно использовать видеорегистраторы со съемной лицевой панелью, которую следует размещать на посту охраны;

– желательно, чтобы в поле зрения видеокамер оказывались места дежурства работников охраны.

Для анализа видеосигнала поля зрения видеокамер контроля места дежурства работников охраны целесообразно использовать детектор активности (*activity detector*), предназначенный для контроля присутствия персонала (операторов, дежурных, охранников) на служебном месте (рис. 5.31). Активность персонала определяется по принципу его подвижности. Если персонал отсутствует на месте или он малоподвижен (спит, читает книгу), то система идентифицирует его как отсутствующего. Важной особенностью видеоаналитики в данном случае является возможность длительного слежения за малоподвижными людьми без срыва сопровождения. Применение детектора активности позволяет фиксировать моменты прихода, ухода или смены дежурного персонала, формировать уведомления, если оператор покинул свое рабочее место.



Рис. 5.31

При проектировании системы охранного телевидения необходимо учитывать реальный уровень квалификации персонала охраны. С целью повышения готовности персонала охраны действовать в чрезвычайной ситуации и поддержания ее на высоком уровне целесообразно использовать специальные программные продукты, моделирующие на экране монитора появление какого-либо объекта. Это может быть использовано в проведении учений работников охраны, в периодическом контроле их «боеготовности».

Проект системы охранного телевидения должен включать в себя план размещения оборудования на посту охраны. Площадь помещения охраны должна быть не менее 15 кв. м. Для оснащения помещений охраны используют специальную мебель.

Успешное выполнение целевой задачи видеоконтроля во многом определяется не только параметрами монитора (черно-белый или цветной, размер экрана, и т. п.), но и физиологическими характеристиками человека-оператора (особенности зрительной функции, время реакции на оценку ситуации и принятие решения, и т. п.), от которых зависят количество мониторов, приходящихся на одного оператора, и правила их расположения.

5.4.1. Расстояние наблюдения

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

– **минимальное расстояние наблюдения** выбирают из соображений безопасности оператора (уменьшение влияния излучения от монитора с ЭЛТ). Оно составляет примерно пять диагоналей экрана монитора.

– **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

$$D = \frac{2 \cdot d}{5 \cdot R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \quad (5.1)$$

где D – максимальное расстояние наблюдения, см;

- d – размер видеомонитора по диагонали, см;
- R – разрешающая способность СОР по горизонтали, ТВЛ;
- α – острота зрения человека.

При выборе размера экрана можно использовать простую формулу – размер экрана по диагонали должен быть в шесть раз меньше расстояния от оператора до экрана.

5.4.2. Количество и расположение мониторов

В информационном поле рабочего места оператора (рис. 5.32) различают три зоны:

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

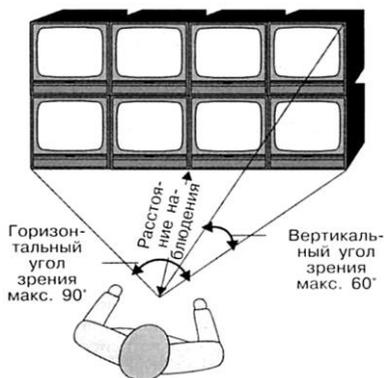


Рис. 5.32

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

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

Следует 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. Но и в этом случае целесообразно, чтобы оператор вни-

мательно наблюдал за одним монитором, а на другие – переключал внимание при возникновении нештатных 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;

- не допускать попадания на экран монитора прямого или отраженного света от ярких источников. Нельзя располагать мониторы напротив окна или источников яркого искусственного освещения.

Видеомониторы характеризуются следующими основными параметрами:

1. Размер по диагонали (выраженный в сантиметрах или в дюймах) является определяющим при выборе видеомонитора (например, чем больше изображений одновременно выводится на экран, тем больше должен быть его размер и разрешающая способность). При выборе размера по диагонали следует учитывать расстояние от оператора до экрана видеомонитора (или нескольких видеомониторов), принимая во внимание эргономические требования, в частности, минимальное расстояние до экрана должно быть 300–500 мм. Размер по диагонали во многом определяет условия работы оператора, его производительность, самочувствие, скорость реакции и адекватность восприятия визуальной информации.

2. Разрешающая способность обычно указывается только по горизонтали (для телевизионных мониторов аналоговых СОР по вертикали она ограничена стандартом – 575 активных строк чересстрочного раstra).

Разрешающая способность выше у видеомониторов больших размеров – для маленьких видеомониторов (например, 5") производителям нет смысла увеличивать разрешающую способность – так или иначе на экране все получается довольно мелким;

Часто разрешающую способность оценивают не в линиях, а в МГц, т. к. на разрешающую способность видеомонитора по горизонтали оказывает влияние ширина полосы пропускания его ви-

деотракта (чем уже полоса, тем хуже отображаются мелкие детали). Меньшая разрешающая способность цветных видеомониторов (по сравнению с черно-белыми) частично обусловлена необходимостью вырезать достаточно высокочастотную часть спектра видеосигнала (осуществлять так называемую режекцию поднесущих) с целью предотвращения появления на изображении искажений в виде муара.

Для перехода от одной единицы измерения к другой можно пользоваться формулой

$$R_f = R_l / 80,$$

где R_l – разрешающая способность, измеряемая числом линий;

R_f – разрешающая способность, измеряемая в МГц (частотная ширина полосы пропускания видеотракта).

Например, разрешающая способность 12,5 МГц соответствует разрешению 1000 линий по горизонтали.

Качественное отображение на экране монитора в основном определяется двумя факторами: качеством приходящего от камеры сигнала и разрешающей способностью монитора. Если расстояние между источником видеосигнала и монитором не больше 100 метров, то сигнал практически не подвергнется никаким искажениям.

Недостатками мониторов с ЭЛТ являются геометрические искажения, увеличивающиеся к краю экрана; высокая потребляемая мощность; сравнительно низкая надежность; большие габариты.

ЖК-видеомониторы характеризуются отсутствием геометрических искажений, имеют низкую потребляемую мощность, малую толщину, характеризуются отсутствием мерцания, но малым углом обзора. Малая толщина ЖК-мониторов позволяет монтировать их на стене, в кресле самолета или автобуса, на приборной панели автомобиля. Существенное влияние на параметры ЖК-мониторов оказывает тип матрицы, который также определяет и стоимость монитора.

В настоящее время ЖК-видеомониторы, за редким исключением, используются практически повсеместно.

Плазменные панели характеризуются высокой контрастностью, относительно большим размером одного пикселя (поэтому целесообразно использовать только панели большого размера), но большой стоимостью, относительно большой потребляемой мощностью. Используются только на постах больших СОТ.

Тип матрицы	Цветопередача	Время отклика, мс	Угол обзора	Стоимость
<i>TN (Twisted Nematic)</i>	удовлетворительная	2–8	удовлетворительный по горизонтали; низкий по вертикали, особенно при наблюдении «снизу»	низкая
<i>IPS (In-Plane Switching)</i>	отличная	до 12	большой	высокая
<i>MVA (Multidomain Vertical Alignment)</i>	очень хорошая	до 8	большой	средняя
<i>PVA (Patterned Vertical Alignment)</i>	очень хорошая, высокий контраст	6–8	хороший	средняя

3. Многокадровая индикация (*multiple picture display*) позволяет объединить несколько изображений с разных видеокамер либо нескольких кадров одной видеокамеры с отображением на одном экране (рис. 5.33). Такой способ множественного воспроизведения находит применение, например, в видеомультиплекторах. В зависимости от устройства на одном мониторе может быть отображено 4, 9, 16 и более (до 49) кадров. Исходные видеокadres должны быть сначала дискретизированы, затем вычислительным путем уменьшены в размерах и, наконец, сведены (в правильном формате кадра) в единое изображение. При выборе необходимо учитывать также согласование по яркости, четкости и другим параметрам отдельных изображений. Производители предлагают разные варианты кадровых композиций и свободную настройку размеров «окон», их положения и количества (рис. 5.34).

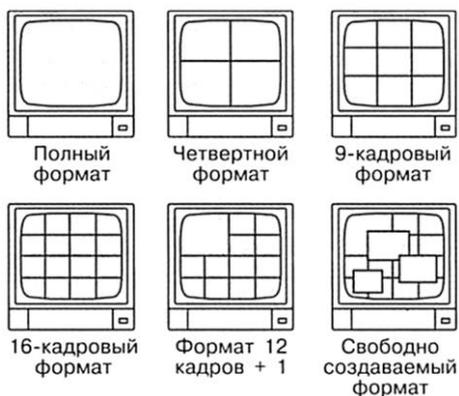


Рис. 5.33



Рис. 5.34

Однако, все устройства с использованием этого режима имеют один общий признак: качество полученных таким способом изображений ухудшается. С увеличением числа кадров на экране монитора пропорционально снижается и их четкость. Поэтому данная функция используется только для распознавания более или менее значимых изменений в кадре, чтобы затем выполнить переключение на полноформатное воспроизведение сюжета.

6. КАНАЛЫ СВЯЗИ СОТ. ВЫБОР УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОСИГНАЛОВ

Каждая система охранного телевидения представляет собой информационную систему с удаленными от центрального поста наблюдения видеокамер, датчиков, исполнительных устройств и т. д.

Поэтому в любой СОТ требуется качественная и надежная передача на относительно большие расстояния как видеосигналов, так и сигналов управления. Видеосигналы являются одними из наиболее информационно насыщенных, поэтому одним из основных условий построения качественной СОТ служит использование высокопроизводительных каналов связи. С другой стороны, увеличение пропускной способности канала связи значительно увеличивает его стоимость. Отсюда следует, что обоснованный выбор оптимального по параметрам канала связи во многом определяет и качество всей системы в целом.

Отметим, что выбор неоптимальной топологии сети (неправильный выбор активного оборудования при построении сети и распределение потоков) приводит к задержкам в отображении видео или в периодическом зависании транслируемого изображения в цифровых СОТ. Недостатки того или иного решения не обязательно должны приводить к отказу от его использования, но должны непременно учитываться, и тогда они могут быть нивелированы.

Наиболее обобщенная характеристика сигнала – его объем:

$$V_c = T_c \cdot F_c \cdot D_c,$$

где T_c – длительность, D_c – динамический диапазон, F_c – ширина спектра сигнала.

Чем больше объем сигнала, тем больше информации можно «вложить» в этот объем и тем труднее передать такой сигнал по каналу связи с требуемым качеством.

Канал связи так же, как и сигнал, характеризуется тремя обобщенными параметрами, произведение которых формирует объем канала:

- временем T_k , в течение которого по каналу возможна передача сигнала;
- динамическим диапазоном D_k ;
- полосой пропускания канала F_k ;

Для неискаженной передачи любого информационного сигнала по каналу связи должно выполняться естественное условие – объем канала связи должен превышать объем сигнала

$$V_k \geq V_c.$$

Таким образом, количество информации, передаваемой без искажений в единицу времени, ограничено емкостью канала. Передача сигнала по каналу связи производится по какой-либо физической среде, которая характеризуется фундаментальными ограничениями по максимальной скорости передачи информации. Этот предел – **предел Шеннона** – определяется полосой пропускания и соотношением сигнал/ шум. Информационная емкость или пропускная способность канала в случае его поражения белым (гауссовым) шумом

$$C = \Delta F \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right), \text{ (бит/сек)}, \quad (6.1)$$

где ΔF – передаваемая полоса частот;

S – средняя мощность сигнала;

N – средняя мощность шума.

Аналогичным пределу Шеннона для аналоговых каналов связи является **соотношение Найквиста**, которое также определяет пропускную способность канала:

$$C = \Delta F \cdot \log_2 M, \quad (6.2)$$

где M – количество различимых состояний информационного параметра.

Мощности сигнала и шума имеют естественные физические ограничения. Мощность сигнала связана с параметрами передатчика. Снижение уровня шума требует применения дорогих линий связи с эффективным экранированием и малозумящей аппаратуры. Причем влияние мощностей на пропускную способность канала связи определяется логарифмической зависимостью. Так, при исходном отношении сигнал/шум = 100 (типичный случай) повышение мощности передатчика в 2 раза даст около 15 % увеличения

пропускной способности канала связи. Таким образом, при создании новых каналов связи для достижения высокой пропускной способности выгоднее расширять частотный диапазон канала связи. Однако, в существующих каналах, т. е. без возможности расширения полосы частот, скорость передачи можно увеличить, только увеличив число различных состояний M .

При передаче аналогового сообщения по цифровому каналу связи, он практически не вносит искажений в передаваемое сообщение. Искажения аналогового сообщения возникают при его преобразовании в цифровое в процессе дискретизации во времени (формировании выборок сообщения) и квантовании (оцифровке выборок по амплитуде).

Если аналоговый сигнал существует в диапазоне $\pm U_C$, то при M возможных различных состояниях при шаге квантования ΔU

$$U_C = M \cdot \Delta U / 2. \quad (6.3)$$

При использовании в аналого- цифровых преобразователях двоичного кода с числом разрядов k количество различных состояний информационного параметра $M = 2^k$.

Согласно **теореме Котельникова (Найквиста)** любое аналоговое сообщение с ограниченным частотным спектром может быть полностью восстановлено только по его дискретным отсчетам, если эти отсчеты взяты с частотой дискретизации F_D не менее чем в два раза, превышающей верхнюю частоту F_B в спектре сообщения.

Однако из-за конечной крутизны спада АЧХ реальных устройств в полосу частот дискретизированного сигнала попадают компоненты с частотой более F_B , создавая помеху дискретизации. Для различных конкретных применений частоты дискретизации выбираются экспериментально методами экспертной оценки приемлемого качества восстановленных сообщений (сигналов). Так для аудиосигнала при $F_B = 3400$ Гц Международным союзом электросвязи установлена частота дискретизации $F_D = 8$ кГц, таким образом коэффициент надежности дискретизации $k_D = F_D / 2 F_B = 1,18$. Для различных типов сигналов и применений k_D находится в диапазоне от 1,15 до 1,3.

Емкость носителя информации и пропускная способность канала связи всегда ограничены.

В общем случае, если известны требуемый объем файла и продолжительность видеоматериала, скорость потока

$$C = 140 \cdot W/t,$$

где C – скорость потока данных, кбит/с;

W – требуемый объем «сжатого» файла, Мбайт;

t – длительность видеоматериала, мин.

Наличие численного коэффициента в формуле обусловлено тем, что переводятся байты в биты, минуты – в секунды, а также тем, что объем файла принято измерять в двоичных единицах (1 Кбайт – 1024 байта), а скорость передачи – в десятичных (1 кбит/с – 1000 бит/с). В приведенной формуле не учитываются объем служебной информации (как правило, несколько килобайт на файл и еще по нескольку байт на каждый кадр), а также тот факт, что реальная скорость потока данных всегда отличается от заданной, и потому желательно предусмотреть некоторый запас места.

Для цифровых каналов связи их пропускная способность определяется не только параметрами физической среды, используемой для передачи, но и такими характеристиками, как протокол обмена, топология сети, загруженность сети, удаленность абонентов сети (задержка прохождения сигнала).

Топология сети определяется способом соединения компонентов информационной системы. В свою очередь, топология сети определяет и ее основные характеристики. **Топология** – конфигурация графа, вершинам которого соответствуют абоненты сети (компьютеры, концентраторы, периферийное оборудование), а ребрам – **физические связи между ними**.

Полносвязная топология соответствует сети, в которой каждый абонент сети – функциональный блок (ФБ) – одновременно связан со всеми остальными (рис. 6.1). Такая топология характеризуется логической простотой, но большой громоздкостью и неэффективностью, требует наличия большого числа коммуникационных

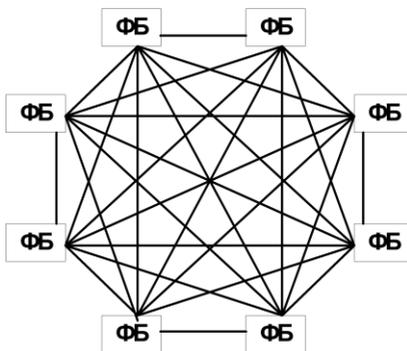


Рис. 6.1

портов. Для каждой пары абонентов требуется отдельная линия связи. Этот вид топологии имеет в основном теоретический интерес. Используется в многомашинных комплексах при небольшом числе компьютеров. Все остальные топологии могут быть построены на основе полносвязанной сети путем удаления части связей. Для обмена данными между абонентами, не соединенными прямыми связями, используются транзитные передачи через промежуточные узлы.

Отметим, что топология сети не связана с расположением абонентов. Конфигурация физических связей сети может отличаться от конфигурации логических связей между абонентами. Ниже приведены несколько возможных топологий сети (звезда, магистраль, кольцо) для одного и того же «географического» расположения абонентов (рис. 6.2).

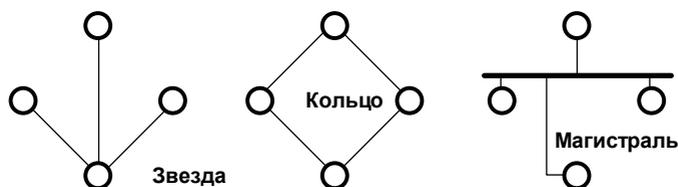


Рис. 6.2. Различные топологии сети одинаково расположенных абонентов

6.1. Типы каналов связи СОТ

При создании СОТ требуется установление соединительных каналов связи между отдельными элементами системы. Видеосигнал может передаваться по проводным или беспроводным линиям связи.

Цифровые типы СОТ развиваются с темпами, существенно превосходящими аналоговые системы, и вскоре вытеснят аналоговые и гибридные типы СОТ, даже несмотря на относительно большую долю аналоговых типов СОТ в существующих системах охраны. В аналоговых системах охранного телевидения наиболее распространены:

1. Низкочастотная передача по коаксиальному кабелю.
2. Низкочастотная передача по симметричной витой паре.
3. Низкочастотная цифровая передача по телефонным линиям связи.
4. Передача по оптоволоконным линиям.
5. Передача по стандартным компьютерным интерфейсам, с использованием компьютерных сетей.

6. Высокочастотная передача по радиоканалу.

В каждом конкретном случае может использоваться тот или иной способ передачи, в зависимости от решаемой задачи и ограничений. При этом, даже в пределах одной СОР могут использоваться различные линии связи.

Цифровые СОР, в отличие от аналоговых, используют фактически один способ передачи данных – существующие или вновь организованные сети цифровых данных компьютерных систем. Это обеспечивает высокую экономическую эффективность, простоту подключения, практически неограниченные возможности по расширению и модернизации, дальности передачи данных, встроенные средства шифрования.

6.1.1. Низкочастотная передача по коаксиальному кабелю

Этот способ передачи видеосигнала широко распространен в реальных охранных системах. Затухание кабеля зависит от частоты сигнала и определяется поперечным сечением кабеля, а также свойствами применяемого в нем диэлектрика. Поскольку в промышленных кабелях применяется диэлектрик вполне определенного типа, то затухание зависит в основном именно от поперечного сечения.



Например:

- при наружном диаметре кабеля 6 мм и частоте сигнала 5 МГц затухание составляет 2,6 дБ на каждые 100 метров (5 МГц – ширина спектра видеосигнала);

- при наружном диаметре кабеля 9 мм и частоте сигнала 5 МГц затухание составляет 1,4 дБ на каждые 100 метров;

- кабель *RG-11* имеет затухание 1,3 дБ/100 м при диаметре 10 мм.

Как видно из примера, чем толще кабель, тем меньше в нем затухание. При необходимости вести общее видеонаблюдение допустимое общее затухание сигнала составляет 6 дБ при 5 МГц, а для обеспечения передачи более мелких деталей (например, надо рассматривать лица людей или номера машин) – 3 дБ при 5 МГц. Исходя из этих цифр, можно определить максимальные дальности для приведенных в нашем примере кабелей.

- кабель 6 мм – максимальные дальности 230 и 115 метров,

– кабель 9 мм – максимальные дальности 428 и 214 метров.

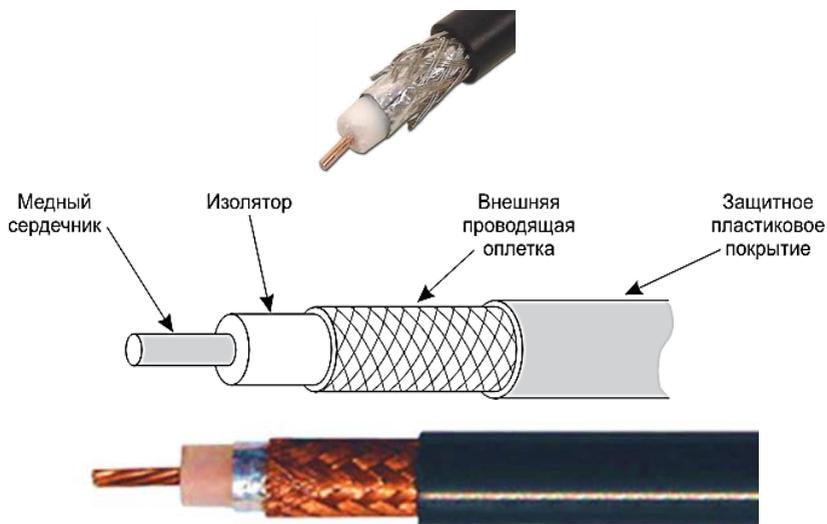


Рис. 6.3. Конструкция коаксиального кабеля

В том случае, если необходимо передавать сигнал на большее, чем это позволяет затухание кабеля, расстояние, применяются специальные дополнительные устройства (усилители-корректоры, ретрансляторы), которые позволяют существенно увеличить максимальное расстояние передачи. Основными техническими характеристиками усилителя корректора являются следующие величины:

- а) коэффициент компенсации усилителя, дБ;
- б) напряжение питания;
- в) вид исполнения (уличное или внутреннее);
- г) тип коннекторов.

Для определения новой максимальной дальности передачи можно воспользоваться следующей формулой:

$$L_{\max} = K \cdot 100/V,$$

где L_{\max} – максимальная длина линии передачи, м;

K – коэффициент компенсации усилителя, дБ;

V – затухание кабеля, дБ на 100 метров при 5 МГц.

Без усилителей радиокабели позволяют передавать видеосигналы на следующие расстояния (табл. 6.1). Использование видеоусилителей позволяет увеличить приведенные в таблице расстояния передачи до 6 раз.

Таблица 6.1

Связь типа кабеля и дальности передачи

Тип кабеля	Максимальная дальность передачи (без учета изгибов), м	Номинальная дальность передачи (без учета изгибов), м.
RG-59/U	229	115
RG-6/U	457	229
RG-11/U	549	305
RG-15/U	732	457

Однако, безгранично увеличивать дальность связи, применяя ретрансляторы, невозможно. Каждый из усилителей вносит в сигнал собственные шумы и искажения. С использованием усилителей-корректоров можно передавать сигналы на расстояние примерно до 1000 метров (рис. 6.4).

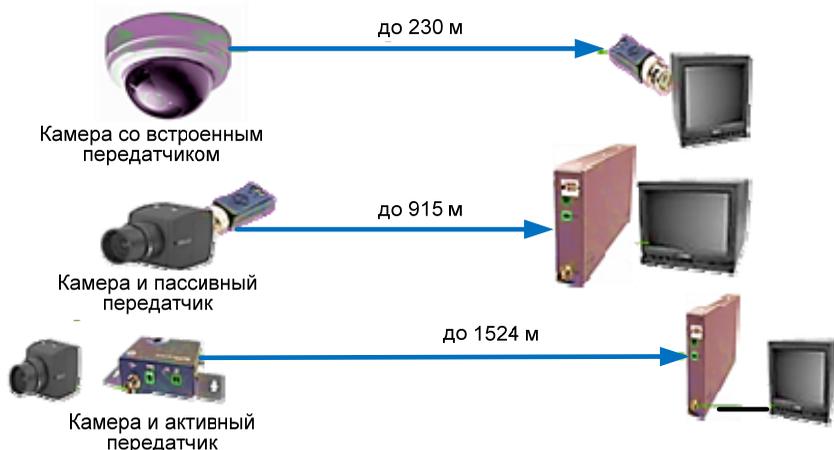


Рис. 6.4. Передача видеосигнала с использованием различных аппаратных средств

При использовании коаксиального кабеля необходимо обращать внимание на минимально допустимый радиус изгиба кабеля при монтаже. Во-первых, существует опасность прорезания достаточно мягкого изолятора тонким внутренним проводником и замыкания его на оплетку, во вторых, при неполном продавливании изолятора центральным проводником в этом месте возникает локальное изменение волнового сопротивления, что приводит к частичным отражениям сигнала от неоднородностей волнового сопротивления.

Коаксиальный кабель является несимметричной линией, поскольку в нем из потенциала сигнала в каждый момент времени вычитается потенциал «земли», давая результирующее напряжение. Когда на кабель наводится шум, он одновременно наводится на оба провода, увеличивая общую шумовую составляющую в видеосигнале. С другой стороны, внешняя оплетка кабеля является электростатическим экраном, уменьшая влияние помехи (рис. 6.5).

Отметим, что к пассивным линиям связи, которые при неполном согласовании, неидеальном экранировании и заземлении образуют паразитные антенны, применим принцип обратимости. Это означает, что насколько такая линия, паразитная антенна «эффективна» в смысле приема помех, настолько же эффективно она излучает передаваемый по линии сигнал, что позволяет несанкционированно считывать незашифрованный аналоговый видеосигнал. Однако, давно известен достаточно простой способ понижения влияния помех и шумов – использование симметричной линии.

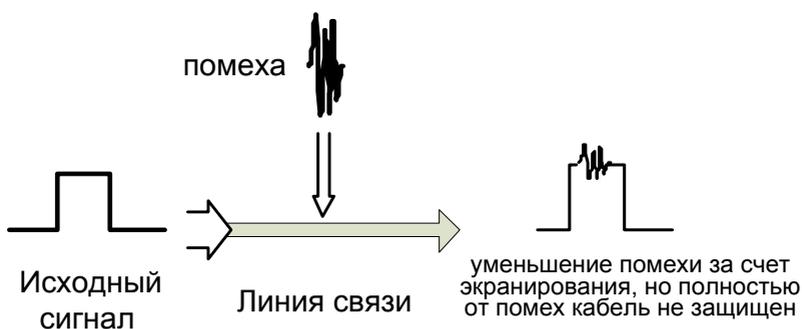


Рис. 6.5. Влияние помехи на видеосигнал при передаче по коаксиальному кабелю

6.1.2. Низкочастотная передача по симметричной линии. Витые пары

Простой способ понижения шумов – использование симметричной линии. Витые пары – один из наиболее популярных типов проводных линий связи. Это обусловлено их малой стоимостью, широкой распространенностью, а также достаточной помехоустойчивостью для передачи сигналов на расстояния от десятков и сотен до нескольких тысяч метров. Удобно также и то, что для передачи ТВ-сигналов могут использоваться линии связи, уже проведенные на территории объекта. Например, можно использовать кабели, которые изначально планировались для телефонии и локальной вычислительной сети. Это позволяет заметно уменьшить и стоимость монтажных работ, и сроки выполнения монтажа по сравнению, к примеру, с использованием коаксиального кабеля.



Многие производители оборудования оснащают свои телекамеры соответствующими интерфейсами. Ряд видеокамер могут передавать сигнал как по коаксиальному кабелю, так и по витой паре.

Определенное взаимное расположение пары проводников в витой паре позволяет уменьшить паразитные параметры линии связи, а дифференциальная обработка симметричного сигнала – в значительной степени скомпенсировать помехи, наведенные на проводах пары.

Принцип работы симметричной линии состоит в том, что видеосигнал на входе делится на две части, которые с фазовым сдвигом 180° передаются каждая по своему проводу. На эту линию наводятся помехи, однако, на обеих линиях пары они имеют одинаковую фазу и амплитуду. При установке на выходе линии вычитающего усилителя получим сложение полезного сигнала и вычитание шумов друг из друга (рис. 6.6).

Таким образом, существенно увеличивается соотношение сигнал/шум в видеосигнале. При использовании витой пары видеосигнал можно передавать на расстояния до 3 километров (кабель категории 5) без существенного его искажения.

Витые пары типа *UTP* (*unshielded twisted pair* – неэкранированная витая пара) выпускаются различных категорий, например, кате-

гории 3, 5 или 7. Конструктивно они отличаются шагом свивки проводников в паре. Это приводит к различиям в значениях коэффициента подавления синфазной помехи и частоте полосы пропускания. Так кабель *UTP* категории 3 имеет полосу пропускания 16 МГц, категории 5 – 100 МГц, категории 7 – 600 МГц. Один кабель содержит несколько витых пар, и может быть снабжен упрочняющим стальным тросиком (рис. 6.7).

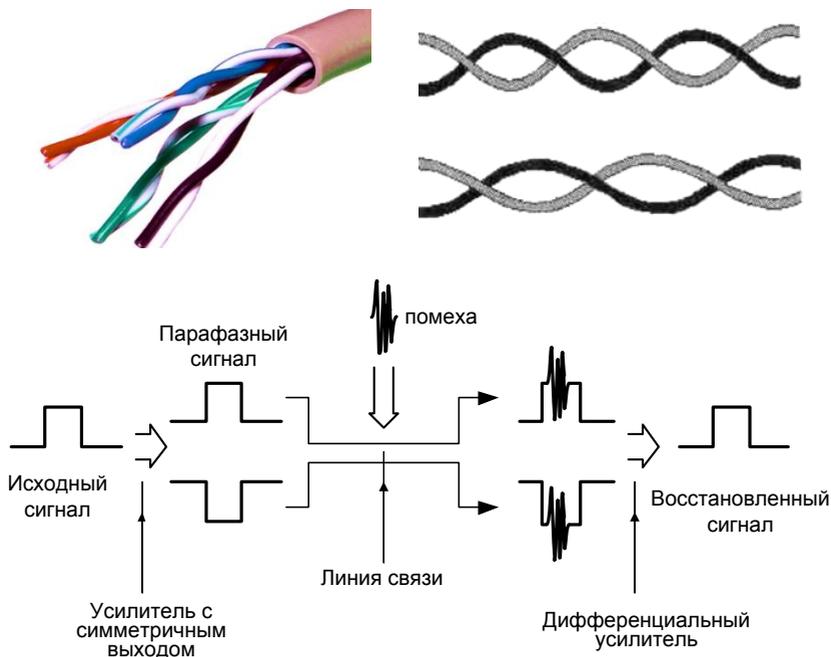


Рис. 6.6. Передача сигнала по витой паре

К недостаткам подобного способа передачи в аналоговых каналах связи можно отнести лишь необходимость применения аппаратных адаптеров формирования парафазного сигнала и дифференциального приемника, что несколько увеличивает общую стоимость системы.

Отметим, что передача по витой паре *UTP* категорий 5 и 7 является стандартным способом обмена данными в локальных компьютерных сетях и, соответственно, в проводных каналах связи цифро-

вых COT. Кроме того, наличие в кабеле «свободных» пар проводников позволило организовать подачу питания к оконечным устройствам по тому же кабелю (питание через *Ethernet – PoE*) и через один разъем. Это не только упрощает COT в целом, но и обеспечивает повышение надежности системы.

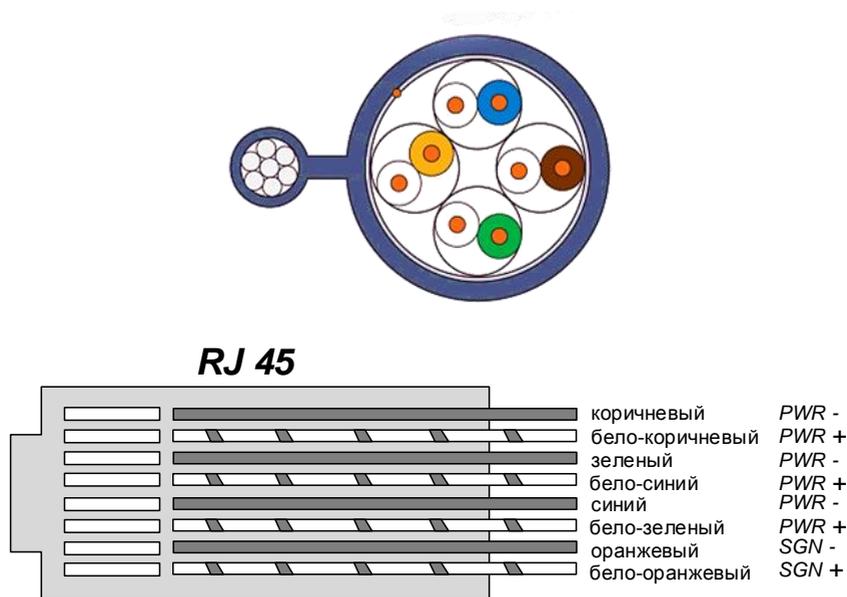


Рис. 6.7. Кабель с четырьмя витыми парами и упрочняющим тросиком и схема подключения кабеля *UTP* к разъему *RJ-45*

6.1.3. Передача по оптическому каналу связи

В качестве несущего сигнала используется оптическое излучение (обычно ИК светодиодного лазера), что обеспечивает широкую допустимую частотную полосу модулирующего сигнала и высокую скорость передачи данных. Используется передача данных как по оптическому кабелю, так и по открытому (для излучения) оптическому каналу. Оптические каналы связи нечувствительны к электромагнитным помехам и сами не являются источником электромагнитного излучения. В то же время любой электрический кабель характеризуется паразитными антенными свойствами, как излу-ча-

тель и приемник электромагнитного излучения. Это определяет существенные преимущества оптических каналов связи по сравнению с проводными.

По оптическим линиям связи передаются только цифровые сигналы, и их использование в аналоговых СОТ предполагает предварительное преобразование аналогового видеосигнала в цифровой код.

6.1.3.1. Передача по оптоволоконным кабелям

При использовании оптоволоконных кабелей (волоконно-оптических линий связи – ВОЛС) видеосигналы могут передаваться на расстояние 4–6 км (до 10 км при использовании специальной аппаратуры), в зависимости от качества кабеля, соединителей и т. д. При этом способе электрические сигналы (видеосигнал от телекамеры или сигнал управления от контроллера) преобразуется в импульсы света, передаваемые затем по стеклянному волокну. На приемной стороне модулированный свет преобразуется обратно в электрические сигналы.

Оптические кабели используют принцип полного внутреннего отражения (рис. 6.8) при распространении света в тонком (\varnothing 50–150 мкм) сердечнике кабеля. Остальные элементы кабеля (рис. 6.9) служат для защиты сердечника и обеспечения необходимых механических свойств. Все необходимые элементы узла согласования электрического сигнала с оптической линией связи объединены в модуль электронно-оптического преобразователя (рис. 6.10). Некоторые типы видеокамер имеют встроенные адаптеры интерфейсов ВОЛС.

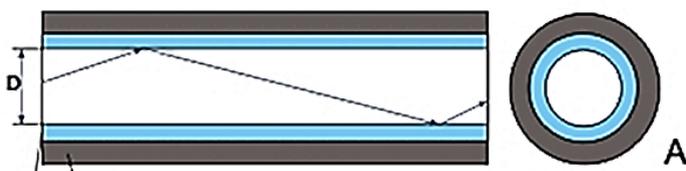


Рис. 6.8. Структура волоконно-оптического кабеля

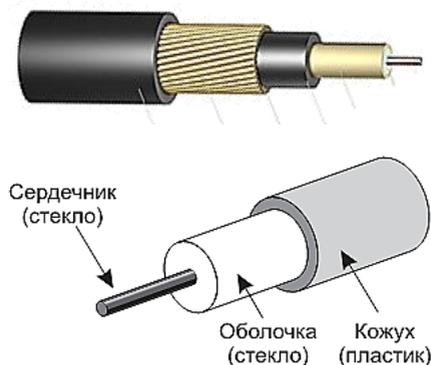


Рис. 6.9. Конструкция волоконно-оптического кабеля

Все необходимые элементы узла согласования электрического сигнала с оптической линией связи объединены в модуль электронно-оптического преобразователя.

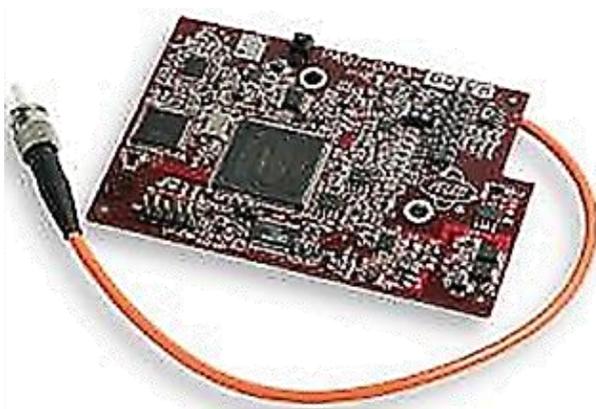


Рис. 6.10. Модуль электронно-оптического преобразователя ВОЛС

Достоинства подобного способа передачи:

- 1) нечувствительность к электромагнитным и высокочастотным помехам;
- 2) полная электрическая изоляция;
- 3) высокая степень секретности канала передачи информации;
- 4) малый диаметр, вес и высокая гибкость кабеля.

Недостатки способа передачи по ВОЛС:

- 1) высокая стоимость кабеля;
- 2) сложный, требующий точных юстировок и специального инструмента, монтаж.

При необходимости, по одному волокну можно передавать сигналы от нескольких телекамер, используя мультиплексор волнового разделения. В этом случае, для разделения каналов в каждом передатчике используется лазер с отличающейся длиной волны, например, лазеры с длинами волн 1470, 1490, 1510 и 1530 нм. Некоторые типы видеокамер имеют встроенные адаптеры интерфейсов ВОЛС.

Поскольку свет передается по неэлектропроводящему стеклянному волокну, на сигналы в процессе передачи не воздействуют электрические помехи, не происходит взаимного влияния сигналов разных каналов, вообще не возникают так называемые «земляные петли», являющиеся постоянной проблемой, с которой сталкиваются проектировщики СОР. Поэтому оптоволоконные кабели целесообразно использовать на объектах с большим уровнем электромагнитных помех. Кроме того, оптоволоконные кабели имеют значительно большую информационную емкость, чем любой радиокабель, что делает их использование наиболее предпочтительным при необходимости передачи сигналов от большого количества телекамер (при 30 и более телекамерах это наиболее предпочтительный способ передачи видеосигналов).

Максимальное расстояние, на которое может быть передан сигнал по оптоволоконным кабелям, определяется уровнем затухания тракта передачи. Основное затухание вносится в тракт передачи самим кабелем, этот параметр указывается в паспортных данных на кабель. Затухание, вносимое приемником и передатчиком сигналов при хороших соединениях разъемов, как правило около 0,2 дБ.

При решении задачи определения параметров канала связи можно использовать представление энергетического баланса и запаса надежности канала связи. Энергетический баланс канала связи – это график изменения мощности сигнала по длине линии связи (рис. 6.11).

Запас надежности определяется как разница мощностей (в децибелах мощности) между уровнем сигнала на стороне приемника и чувствительностью приемника, ограниченной его шумами. Определенный при решении задач запас надежности канала связи соответствует отношению сигнал-шум, необходимому для определения

информационной емкости канала по пределу Шеннона. При решении необходимо помнить о разных основаниях логарифмов в определении запаса надежности и скорости передачи в пределе Шеннона. При этом, для оптических каналов связи за 0 дБ принят уровень оптической мощности сигнала 1 мВт.

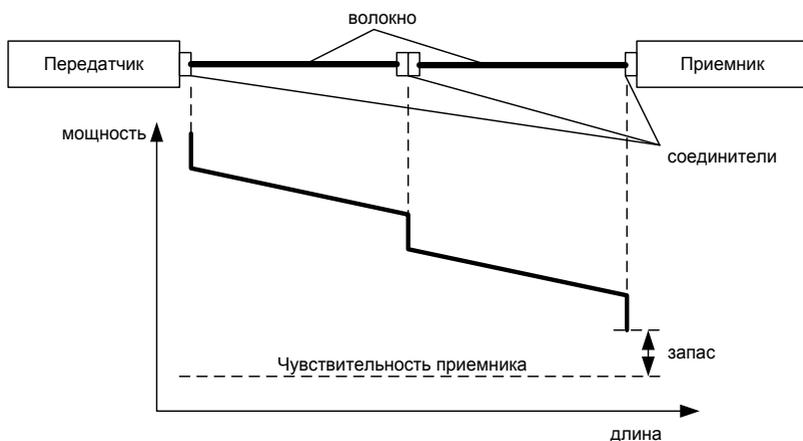


Рис. 6.11. Общий вид энергетического баланса канала связи с ВОЛС

6.1.3.2. Передача по открытому оптическому каналу

Еще одной возможностью для передачи видеосигнала на большие расстояния является передача по открытому оптическому каналу. В этом случае видеосигнал от одной или нескольких камер подается на специальный модуль, который преобразует его в модулированное лазерное излучение ближнего инфракрасного диапазона 780–850 нм. Приемный модуль, находящийся на расстоянии до 2 км, осуществляет обратное преобразование. Такой способ передачи (*FSO*) обладает всеми достоинствами предыдущего, но не требует применения кабеля, однако оборудование для него является достаточно дорогостоящим. Этот способ передачи возможен только при прямой видимости (в противном случае необходимо применять сложную систему дополнительных отражателей). Имеет смысл применять его при наличии между камерами и постом наблюдения труднопреодолимых преград: широких рек, болот, озер и т. д.

Следует отметить, что характеристики канала связи с открытой оптической линией связи существенно зависят от атмосферных условий (табл. 6.2). При идеальных атмосферных условиях лазерный луч теряет мощность 1 дБ на 1 км. Общий энергетический запас подобных устройств составляет 20 дБ, поэтому максимальное расстояние, которое способны «пробить» системы *FSO*, составляет 20 км. Однако, дождь и туман могут существенно ослабить интенсивность лазерного луча. Локальные изменения температуры воздуха могут привести к атмосферной турбулентности и отклонению направления лазерного луча. Стая птиц может на некоторое время прервать связь. Все это может привести к реальной дальности связи по открытой оптической линии до нескольких сотен метров (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Зависимость параметров открытого канала связи от атмосферных условий

Погодные условия	Метеорологическая дальность видимости, км	Ослабление, дБ/км
Ясно	1–10	2–17
Дождь	0,4–1	17–43
Снег	0,3–0,8	21–57
Туман	0,05–0,9	19–340

Теоретически дальность передачи информации по лазерным линиям определяется соотношением

$$D = \sqrt{\frac{P_t \cdot S_r \cdot \tau}{\pi \cdot P_r \cdot \sin^2 \alpha / 2}}, \quad (6.4)$$

где P_t – мощность лазерного излучателя;

P_r – мощность фотоприемного устройства;

S_r – площадь апертуры фотоприемного устройства;

α – угол расходимости лазерного излучения;

τ – длительность импульса;

π – суммарный коэффициент потерь лазерного излучения за счет поглощения и рассеяния в атмосфере, оптических системах и других элементах канала.

Определение коэффициента потерь достаточно сложная процедура. Наиболее реальный путь – экспериментальный. На расстояниях 2–3 км влияние естественных помех не ощущается при любой погоде. На дальности 10 км время неблагоприятных для передачи сигналов условий составляет 1,5–2 % от общего времени работы системы, причем основными влияющими факторами являются: 50 % – снегопад, 30 % – туман, 20 % – смог.

Лазерные линии связи обладают следующими преимуществами:

- практически абсолютно защищены от несанкционированного доступа;
- большая информационная емкость (до десятков Гбит/с);
- отсутствие ярко выраженных демаскирующих признаков (в основном побочных электромагнитных излучений) и возможность дополнительной маскировки, позволяющей скрыть не только передаваемую информацию, но и сам факт передачи видеоизображения;
- для систем *FSO* не требуется никаких разрешений со стороны контролирующих органов.

6.1.4. Высокочастотная передача по радиоканалу

Передача видеосигнала по радиоканалу отличается высокой стоимостью оборудования и относительно невысокой помехозащищенностью. Обычно частотный диапазон, в котором осуществляется передача видеосигнала, составляет сотни мегагерц – несколько гигагерц. Преимуществом этого способа передачи является очень большое расстояние, которое определяется, в основном, мощностью передатчика и возможностью обхода физических препятствий. Передатчики охранных устройств могут быть удалены от многоканального приемника, находящегося на центральном посту охраны, на расстояние от нескольких сотен метров до нескольких десятков километров.

Данное обстоятельство позволяет строить широкомасштабные охранные системы и держать под неусыпным контролем объекты большой площади или протяженности. Кроме того, радиоканал находится практически вне конкуренции, когда речь идет о мобильных и быстро разворачиваемых охранных системах, в особенности, если необходимо организовать охрану объекта на пересеченной местности. Для конфиденциальности передачи используется скремблирование видеосигналов и другие способы шифрования.

Однако, из главных достоинств системы вытекают и ее главные недостатки. Для производства и применения «радиоканальных» охранных устройств необходимо получить разрешение Государственного комитета по радиочастотам, и это, конечно же, отрицательно сказывается на их привлекательности для потенциальных потребителей, что осложняется еще и тем, что частотные диапазоны, используемые для этих целей за рубежом, в республике часто заняты. Радиоканал связи СОТ создает помехи другим радиотехническим системам. С другой стороны, канал связи подвержен действию помех природного и промышленного происхождения. Одно дело, если это будут случайные наводки от микроволновок и бытового оборудования, и совсем другое, когда помехи создаются целенаправленно. Опыт военных конфликтов последних лет показывает, насколько эффективно работают системы радиотехнического противодействия. Нельзя исключать применения подобных систем в «мирных целях». Потенциальный противник (конкурирующая организация, террористы или грабители) может использовать сигнал в зоне действия передатчика в своих корыстных целях. Видеоизображение, поступающее от телевизионной камеры по радиоканалу, с одинаковым успехом может отображаться как на мониторах охранной структуры, так и на переносном телевизоре в микроавтобусе «конкурентов». Для закрытия информации от злоумышленников требуется дополнительное кодирование информации и организация системы контроля доступа к информации по паролем.

Радиоканалы целесообразно использовать при расстояниях между телекамерами и приемными устройствами СОТ от 8 до 80 км. При передаче на большие расстояния (десятки км) необходимо учитывать и кривизну земной поверхности, т. к. радиоволны в СВЧ-диапазоне распространяются прямолинейно и должно выполняться условие «прямой видимости» антенн.

Ультракороткие волны распространяются прямолинейно и почти не отражаются ионосферой. Поэтому максимально возможная дальность приема должна определяться расстоянием прямой видимости передающей антенны из точки, где установлена приемная антенна. Область, в пределах которой возможен уверенный прием в УКВ-диапазоне, можно разбить на две зоны: зону прямой видимости и зону полутени. Уверенный прием в УКВ-диапазоне обеспечивается за счет распространения прямой или, как говорят, «земной» волны

вдоль поверхности Земли. В зоне прямой видимости уверенный прием возможен с помощью обычных антенн. В зоне полутени напряженность поля сигнала мала, что вынуждает использовать высокоэффективные антенны.

Исходя из сферической формы Земли, расстояние прямой видимости

$$D = 3,57(\sqrt{H} + \sqrt{h}), \quad (6.5)$$

где D – расстояние прямой видимости, км;
 H – высота передающей антенны, м;
 h – высота приемной антенны, м (рис. 6.12).

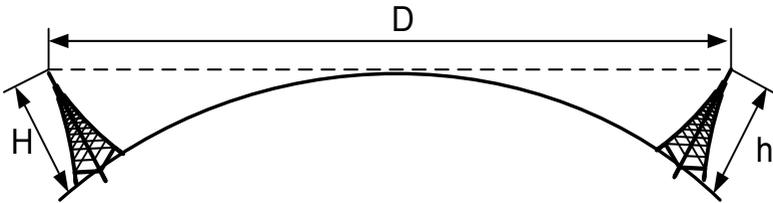


Рис. 6.12. Определение дальности прямой видимости, ограниченной кривизной поверхности Земли

Потери энергии при распространении в свободном пространстве

$$L_0 = \frac{(4\pi R)^2}{\lambda^2}, \quad (6.6)$$

где R – расстояние между передатчиком и приемником;
 λ – длина волны несущего колебания.

Для реальных систем радиодоступа типовым является многолучевое распространение радиоволн вследствие отражений от различных объектов, как, например, показано на рис. 6.13. При этом, если хотя бы один из объектов на схеме перемещается (передатчик Прд, приемник Прм, или из зданий выступает, например, поезд или крупногабаритный автомобиль), то мощность и фазовые соотношения принятых лучей будут изменяться. Это особенно характерно для мобильных систем.

Многолучевой прием приводит к возникновению интерференционных явлений, следствием которых является немонотонный характер изменения затухания от расстояния передатчик–приемник; возможно существенное изменение качества приема при небольшом изменении положения приемной антенны.

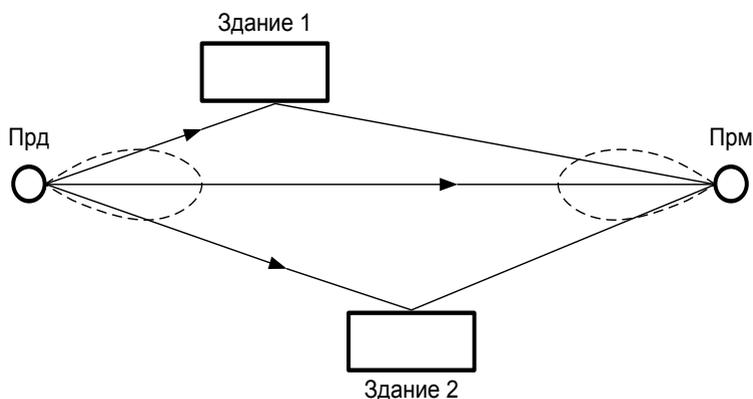


Рис. 6.13. Распространение радиоволн при многолучевом приеме

6.1.5. Низкочастотная цифровая передача по телефонным линиям

Идея передачи видеосигнала по узкополосным общественным линиям связи была высказана давно, однако практическая ее реализация в охранных системах применяется примерно с 1990 г., поскольку только тогда были достигнуты достаточно высокие скорости передачи данных по коммутируемым каналам связи. К этому времени были также разработаны методы сжатия аналоговых видеосигналов. В настоящее время практически не применяется и имеет только исторический интерес как знакомство с одним из способов частотного уплотнения канала связи. В технологии *ADSL*⁵ телефонный сигнал передается в низкочастотной части полосы пропускания линии связи. Вся оставшаяся полоса, вплоть до верхней частоты полосы пропускания линии связи, используется для уплотнения

⁵ Для телефонных линий технология устарела и потеряла актуальность, но применяется с использованием линий кабельного широковещательного телевидения

канала связи. Применение технологии *ADSL* (рис. 6.14) позволяет передавать потоки данных видеосигналов в аналоговых СОР (техническая скорость *ADSL* достигает 8 Мбит/сек, реально 2–4 Мбит/сек).

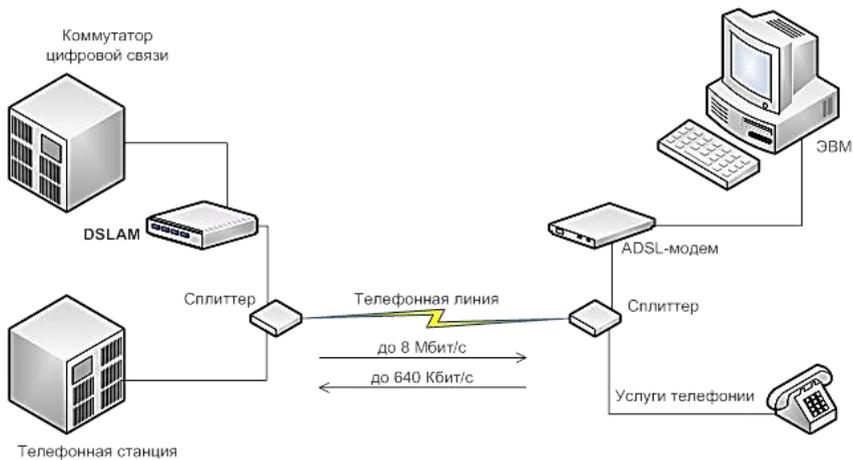


Рис. 6.14. Передача сигналов с использованием технологии *ADSL*

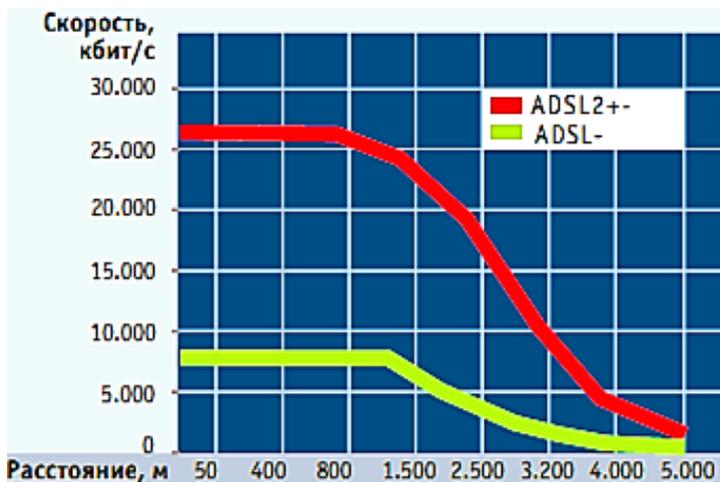


Рис. 6.15. Зависимость скорости передачи данных по каналам связи с использованием каналов связи *ADSL* и *ADSL 2* от длины линии связи

6.1.6. Передача информации по компьютерным сетям

Передача видеосигналов по стандартным компьютерным интерфейсам, с использованием компьютерных сетей, ничем не отличается от передачи любой другой информации. Из особенностей организации обмена данными в компьютерных сетях возникает возможность организации интра-структур СОТ (рис. 6.16), когда разные компоненты системы телевизионного наблюдения могут находиться даже в различных городах, а связь между удаленными подсистемами СОТ будет осуществляться через Интернет. Собственно физическое (географическое) положение компонентов СОТ в компьютерной сети не имеет значения, обмен данными осуществляется с использованием методов логической адресации (*IP*-адресов).

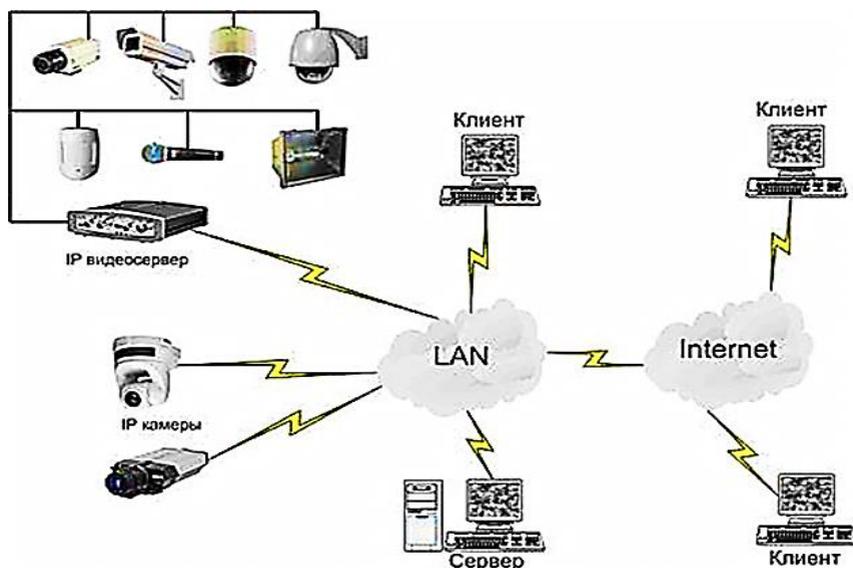


Рис. 6.16. Структура пространственно-распределенной интра-СОТ с использованием средств ЛВС и Интернет

Особенностью использования компьютерных сетей в СОТ (рис. 6.17, 6.18) является необходимость использования оборудования со встроенными связными адаптерами компьютерных сетей – *IP*-оборудования (*IP*-камер, *IP*-видеорегистраторов и др.). Компоненты

IP-оборудования видеонаблюдения такие же, как у любого другого IT-оборудования в сети. Оборудованию требуется адрес для того, чтобы быть видимым всему подключенному оборудованию. Коммутаторы могут поддерживать технологию PoE (Power over Ethernet/Питание по Ethernet) для питания видеокамер или другого оборудования.

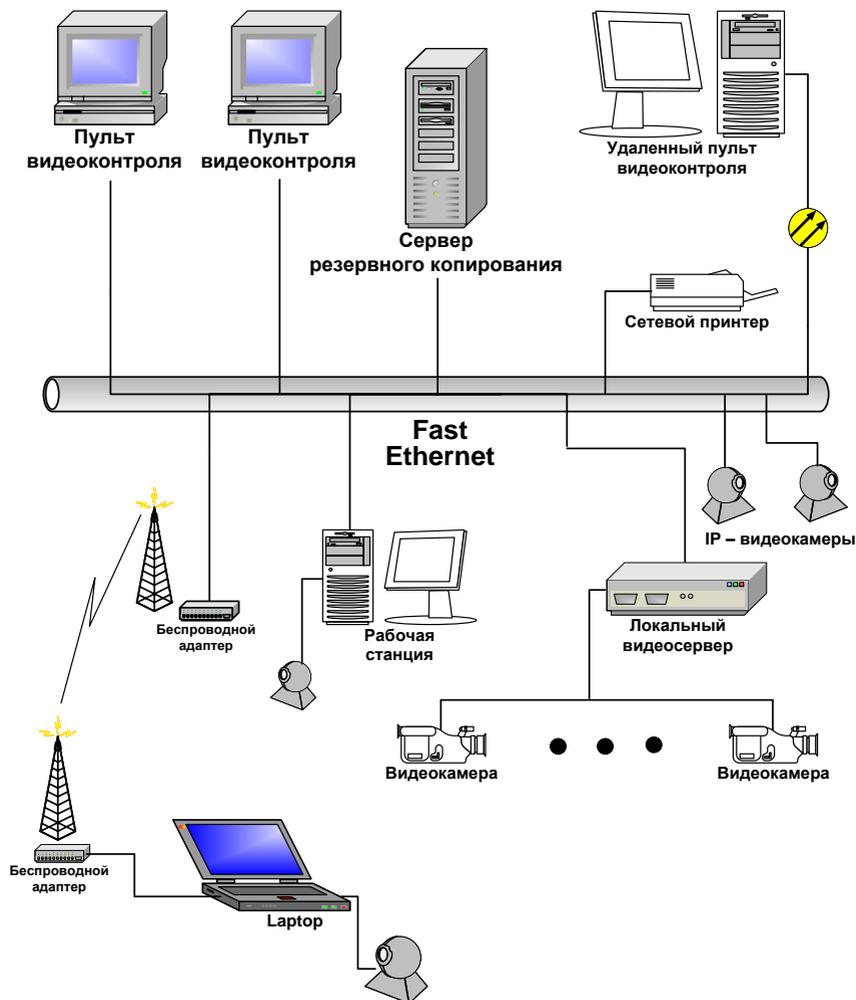


Рис. 6.17. Структура COT на базе средств связи ЛВС

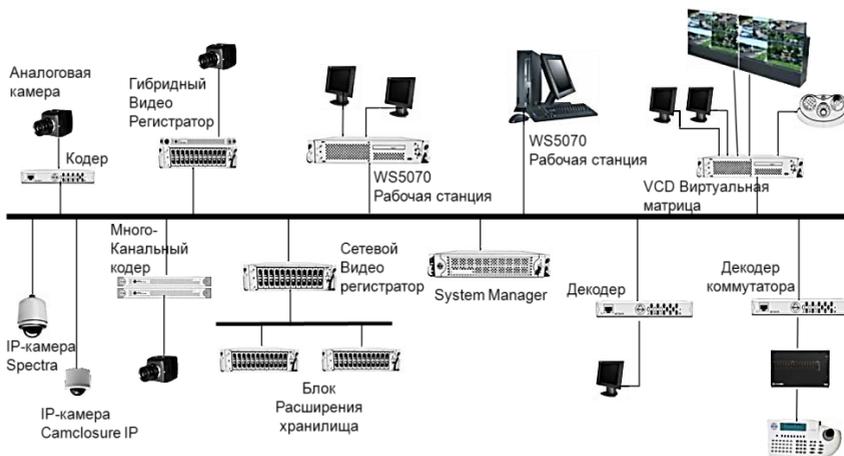


Рис. 6.18. Пример структуры СОТ с применением *IP*-оборудования

Приватный (частный) *IP*-адрес не может быть использован в публичной (открытой) сети. Он позволяет эффективно сохранить открытые *IP*-адреса.

Протокол *IPv4* использует 32-битные адреса и позволяет осуществить поддержку 2^{32} (4.3 миллиардов) приборов, подключенных напрямую к сети. Протокол *IPv6* использует 128-битные адреса и в состоянии обеспечить настолько огромное количество адресов, что его имеет смысл представлять только математически: $2^{128} = (3.4 \times 10^{38})$.

Адрес *IPv6* записывается в шестнадцатеричном формате с двоеточием, разделяющим адрес на 8 блоков по 16 бит каждый. Например:

2001:0da8:65b4:05d3:1315:7c1f:0461:7847.

Для оборудования *Hikvision* поддерживается *IPv6* с тремя режимами:

- *Manually* («Вручную») – ручная конфигурация *IPv6* адресов;
- *DHCP*: получение *IPv6*-адреса автоматически от *DHCP* сервера;
- *Route Advertisement* – получение *IPv6*-адреса при помощи комбинирования *route advertisement* и *mac*-адреса.

TCP (*Transmission Control Protocol* – протокол управления передачей) – обеспечивает гарантируемые доставку потоков данных и качество видео, однако, передача в режиме реального времени может быть неестественной.

UDP (User Datagram Protocol – протокол пользовательских датаграмм): обеспечивает передачу аудио- и видеопотоков в реальном времени.

Сетевые технологии позволяют обеспечить фильтрацию *IP*-адресов, которая разрешает или запрещает права доступа к заданным *IP*-адресам. Типичная настройка *Hikvision* обычно подразумевает такое конфигурирование устройства, при котором разрешен только *IP*-адрес сервера, который поддерживает доступ к *VMS (Virtual Management Software)*. Технология *Hikvision* цифровых водяных знаков «подключает» информацию об устройстве в видеопоток. Цифровые водяные знаки могут быть использованы для проверки аутентичности и целостности видеопотока, а также для идентификации их владельца. Информация о дополнительных идентификационных данных, скрытая в цифровых водяных знаках, отобразится на видео при «клике» правой кнопки мыши на меню: *Image Control -> Watermark*. Производители оборудования *COT* используют безопасные протоколы с шифрованием всего трафика, включая служебные сигналы и передаваемые пароли.

Естественно, что параметры связи при передаче видеосигналов и сигналов управления элементами *COT* определяются параметрами локальной вычислительной сети (*ЛВС*) при обмене любой другой информацией. Пропускная способность каналов связи *COT* в этом случае ограничивается параметрами стандартных интерфейсов компьютерных сетей. Особенностью применения *COT* в структуре *ЛВС* является доступность сигнала на физическом уровне для любого пользователя, в том числе преступника. Поэтому все сигналы *COT* при передаче по интерфейсам компьютерных сетей должны кодироваться и шифроваться. Доступ к функциям управления *IP*-компонентов *COT* должна осуществляться с использованием паролей. Здесь используются те же методы, что и для защиты компьютерной информации.

6.2. Транскодирование видеосигналов в *COT*

Мегапиксельные камеры благодаря своим преимуществам – высокому качеству изображения и широким функциональными возможностями – практически вытеснили камеры стандартов *PAL/NTSC*. Но помимо мегапикселей видеосенсоров пользователи *COT* хотят

получить и другие характеристики: высокую гибкость и скорость управления качеством, разрешением и частотой кадров, и т. д. Во многих случаях при использовании высокотехнологичных продуктов возможности управления изображением зачастую ограничены компромиссами, связанными с недостаточными и нерегулируемыми возможностями камер в области компьютерной обработки данных. Это, в свою очередь, приводит к чрезмерно высокой стоимости систем или ограничению функциональных возможностей.

Транскодирование – это преобразование исходного сжатого видеопотока в другой формат сжатия видеосигнала. Результатом является видеопоток (один или более), параметры которого регулируются в соответствии с требованиями текущего пользователя. Такой процесс может включать следующие изменения: разрешения, качества, частоты кадров; пропускной способности; формата сжатия и его параметров, например, структур групп кадров изображений (*GOP – Group of Pictures*).

На рис. 6.19 изображена последовательность обработки изображения в канале транскодера. **Сервер транскодера** – это новый вид компонента централизованной системы в цифровых системах видеонаблюдения. Он обеспечивает вычислительные возможности многоканального транскодирования *IP*-камер. Драйвер камеры представляет собой приборный интерфейс, специфический для данной *IP*-камеры. Декодер обеспечивает декомпрессию исходного потока таким образом, что видеоданные доступны в несжатом формате и при желании могут подвергаться обработке. Этот промежуточный этап позволяет: изменять размер и формат изображения; накладывать текст; маскировать части изображения, например, лица и номерные знаки; производить видеоанализ, например, распознавать движение; обеспечивать функциональные возможности «Маскировка частных зон» и «Исследуемая область».

Энкодер может производить выходные потоки данных с различными параметрами наряду с оригинальным потоком данных, который также доступен через обходной канал.

Как показано на рис. 6.20, производимые видеопотоки проходят предварительную подготовку, чтобы отвечать индивидуальным требованиям к качеству иных процессов СОТ: трансляции, хранения данных или распознавания.

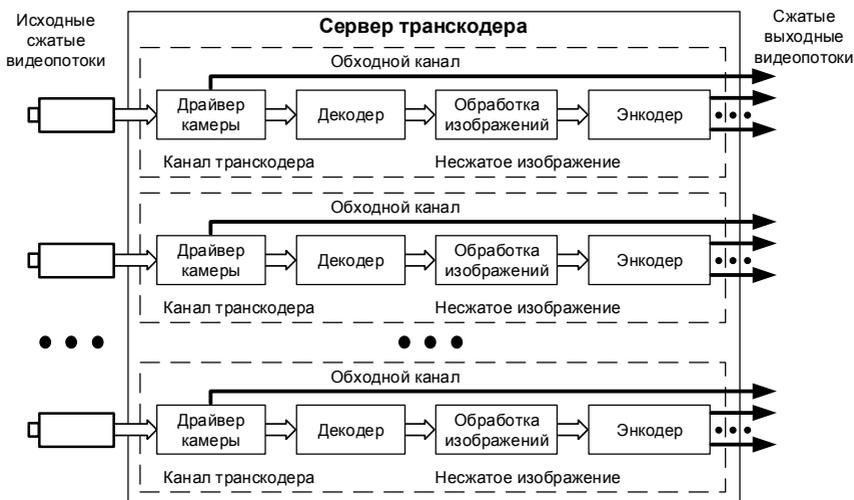


Рис. 6.19. Многоканальный сервер транскодера

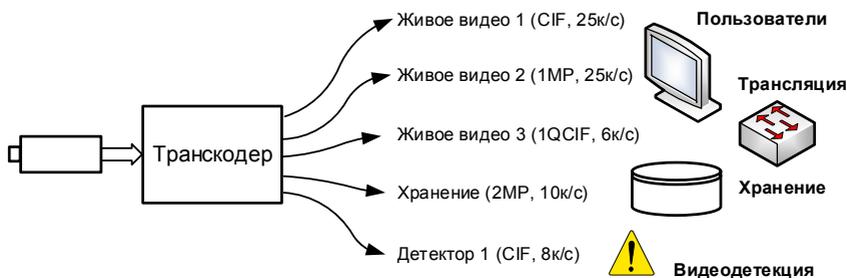


Рис. 6.20. Структура индивидуального потока с многоканальной потоковой передачей

Транскодирование обеспечивает фундаментальный подход к совмещению множества технологий гибким и интуитивно понятным для пользователя образом. С использованием технологий сервера транскодирования не только исчезают функциональные и связанные с производительностью ограничения *IP*-камер, но и достигается существенное сокращение затрат. Это связано с тем, что функции, которые не заложены в самой камере, обеспечиваются централизованно, следовательно, расширяется доступный диапазон камер, в который теперь входят и более экономичные модели.

Будучи централизованной технологией, транскодирование в принципе регулируется встроенными вычислительными возможностями сервера и не ограничивается аппаратным обеспечением *IP*-камер.

Несмотря на то, что декомпрессия и компрессия предъявляют жесткие требования к производительности компьютера, возможности обработки данных, которые еще несколько лет назад были характерны только для немногих дорогих компьютеров, сегодня доступны в современном аппаратном обеспечении по разумным ценам. Специализированные энкодеры *COT* снижают производительную нагрузку процессов транскодирования, а дополнительные расходы на аппаратное оборудование для транскодирования компенсируются за счет экономии затрат на хранение и передачу данных, а также использование камер более дешевых моделей.

Тогда как современная тенденция подразумевает комплектацию *IP*-камеры все большими возможностями в области логико-информационных технологий и вычисления, технология транскодирования движется в противоположном направлении. Камеру снова рассматривают в свете ее фактического функционала – как источник высококачественного изображения. Потребность в логико-информационных возможностях камеры снижается, функционал становится более однородным, а интеграция проще. Централизованный подход в области транскодирования имеет преимущества по сравнению с децентрализованным подходом, обусловленным характеристикой отдельных камер. Это особенно актуально для больших систем, имеющих сотни каналов.

При этом для *COT* как для любой сложной системы характерны компромиссные решения при выборе конфигурации системы. Транскодирование – это не панацея. Специальные требования к системе определяют ее целесообразность и форму, а также ожидаемую экономию затрат и функциональные преимущества. Одни проблемы более эффективно решаются при помощи технологии транскодирования, не опираясь на возможности камеры. Другие – проще решить непосредственно в камере, и это является аргументом в пользу децентрализованных логико-информационных возможностей. Конфликта централизованных и децентрализованных логико-информационных решений в действительности не существует и оба подхода имеют право на существование.

6.3. Замечания по использованию каналов связи в COT

При использовании аналоговых каналов связи увеличение дальности связи, влияние помех, качества линии связи приводит к постепенному ухудшению качества видеосигнала и восстановленного из него изображения. При использовании цифровых каналов связи влияние тех же факторов на качество изображения не сказывается до достижения определенной пороговой величины, затем изображение пропадает. В некоторых случаях связной адаптер при ухудшении характеристик линии связи может автоматически снизить скорость обмена.

При расчете параметров цифровых каналов связи, в том числе ЛВС, необходимо учитывать, что реальный трафик всегда будет больше, чем рассчитанный, исходя из параметров информационного сигнала. Информационные пакеты дополнительно содержат служебную информацию, объем которых зависит не только от протокола обмена, но и, например, загрузки интерфейса. Причем различие между «чистым» и «реальным» значениями трафика может составлять десятки процентов.

Сигналы, передаваемые по каналам связи COT, являются достаточно высокочастотными и используемые проводные линии связи нужно считать электрическими длинными линиями. Это приводит к необходимости согласования входных сопротивлений связных адаптеров с волновыми сопротивлениями используемых линий. При использовании кабеля с несоответствующим значением волнового сопротивления могут появиться отражения, что приведет к уменьшению мощности принятого сигнала и искажению его формы. На восстановленном изображении это проявится как зашумление изображения и появление дополнительных повторяющихся контуров объектов. Ряд интерфейсов требует применения на одном или обоих концах линии связи согласующих сопротивлений – терминаторов.

В стандартах максимальные значения дальности связи и скорости передачи приведены для определенных типов линий связи и кабелей. Использование кабелей более низкой категории, чем указано в требованиях к интерфейсу, приведет либо к уменьшению одного или нескольких параметров канала связи, либо при использовании цифрового канала и работе с параметрами близкими к предельным – к пропаданию связи.

Каналы связи в таких системах, как СОТ, имеют большую протяженность, прокладываются в различных условиях и требуют обязательной защиты от электрических перегрузок. Причем использование элементов грозозащиты обязательно на обоих концах линий связи. Защитой от электрических перегрузок должны быть обеспечены и линии питания, и линии передачи сигналов управления, синхронизации и т. д.

При определении параметров канала связи необходимо учитывать, что на разрешающую способность по горизонтали оказывает влияние ширина полосы пропускания тракта видеосигнала. Для ориентировочной оценки значения необходимой для передачи видеосигнала верхней граничной полосы тракта (f_{rp} , МГц) можно использовать выражение

$$f_{rp} = N / 80, \quad (6.7)$$

где N – значение разрешающей способности.

Например, если требуется реализовать разрешающую способность $N = 420$ ТВЛ, то полоса пропускания видеотракта должна быть не хуже **420 : 80 = 5,25 МГц**.

Однако, при этом учитывается лишь первая гармоника колебаний, соответствующих изображению черных и белых полос. Таким образом, если идеальным сигналом на выходе видеокамеры от миры, состоящей из вертикальных штрихов, являются прямоугольные импульсы скважности 2 (меандр), то при замене такого сигнала на синусоиду черные полосы на экране видеомонитора будут иметь яркостную модуляцию (в середине темнее, по краям светлее, а переходы от черного к белому будут плавными). Поэтому, например, некоторые видеоусилители имеют полосу пропускания 15 МГц и выше. Большинство цветных охранных видеосистем, эксплуатирующихся в России и Республике Беларусь, работает в системе *PAL*, поэтому для цветных видеокамер обязательным условием является передача спектра видеосигналов вблизи поднесущей цветности *PAL* (4,43 МГц).

7. ОПТИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕГРУЗКА СИСТЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ. МЕРЫ ЗАЩИТЫ

Любой узел информационной системы имеет ограниченные динамический и частотный диапазоны обработки сигналов. В случае выхода параметров сигнала за границы диапазонов их обработки (перегрузка) происходит искажение сигналов и потеря части информации, переносимой сигналом. Перегрузка электронного (оптикоэлектронного) устройства может быть вызвана взаимодействием устройства с окружающей средой и другими радиоэлектронными устройствами, как внешними, так и входящими в систему (рис. 7.1).

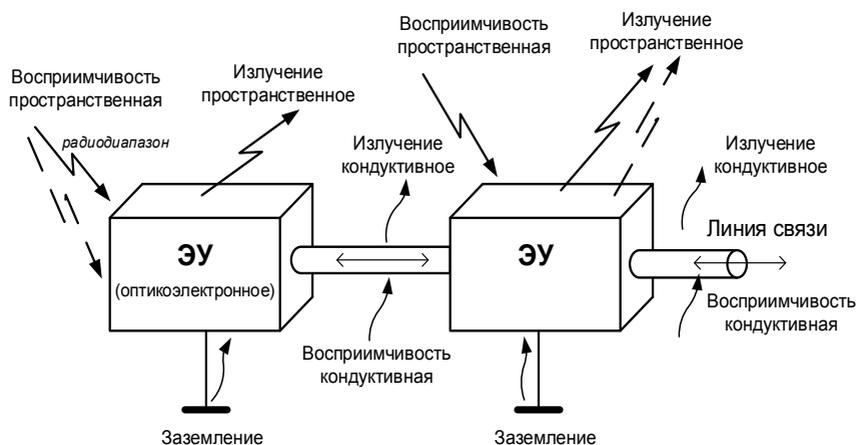


Рис. 7.1. Электромагнитная обстановка вокруг электронного устройства

Для элементов системы охранного телевидения пространственное излучение должно учитываться как в радиодиапазоне, так и в оптическом (видимое и ближнее ИК-излучение) диапазоне, так как способно вызвать оптическую перегрузку системы. Причем оптическая перегрузка может возникнуть и во входных элементах СОТ (видеокамеры, оптические датчики), и в выходных элементах системы (мониторы). Так, излучение монитора, взаимодействуя с внешним освещением, особенно высокой интенсивности, при наблюдении оператором изменяет восприятие изображения – изме-

нение контраста, цветности, воспринимаемой яркости, блики, и др. В системах охранного телевидения обработка видеосигналов по каждой зоне наблюдения производится по последовательному принципу, поэтому ухудшение качества обработки сигнала на любом этапе отрицательно сказывается на качестве записываемого и воспроизводимого сигнала изображения в конце обработки. Наиболее сильно на качестве сигнала сказывается перегрузка СОР по таким факторам, как оптические и электрические перегрузки. Причем электрические перегрузки могут привести не только к искажениям сигнала, но и к выходу из строя аппаратуры.

Даже если смонтированное оборудование долгое время нормально функционировало, и условия эксплуатации соблюдались, то в какой-то момент может неожиданно произойти массовый выход из строя аппаратуры на объекте. Пространственно-распределенные информационно-измерительные системы, какими и являются системы охранного телевидения, содержат большое количество видеокамер, удаленных от центрального поста и связанных с ним длинными линиями связи и кабелями питания. Воздействие на удаленный функциональный блок импульсной электрической перегрузки может привести не только к выходу из строя этого блока и интерфейсных адаптеров канала связи, но и центрального блока. Причем поражающее действие электрической перегрузки может распространяться не только по каналам связи передачи видеосигнала, но и по линиям связи передачи управляющих сигналов, цепям питания, линии «земли».

Основными «поражающими факторами» электрической перегрузки для аппаратуры являются разряды молнии, коммутационные импульсные помехи и перенапряжения в сетях питания. Типичными последствиями являются повреждение изоляции, выгорание проводников печатных плат, разрушение радиоэлементов. Например, для уличных видеокамер статистика отказов из-за помех следующая:

- до 50 % отказов – повреждение или полное разрушение блоков питания видеокамер и цепей, связанных с линиями передачи видеосигнала или телеметрии, в результате воздействия разрядов молнии и коммутационных импульсных помех. Типичными последствиями являются повреждение изоляции, выгорание проводников печатных плат, разрушение радиоэлементов;

- до 45 % отказов – повреждение блоков питания видеокамер в результате перенапряжений в сети питания.

В грозоопасных районах летом выходит из строя до 20 % от общего числа незащищенных аппаратных средств связи, причем многие из них неоднократно. Принято считать, что срок службы электронного оборудования, не защищенного от перенапряжений, уменьшается в 2 раза. Например, потери экономики США от перенапряжений составляют несколько десятков миллиардов долларов в год. Таким образом, одним из наиболее эффективных вложений средств являются затраты на защиту электронного оборудования от перенапряжений.

Когда речь идет о защите, всегда приходится использовать терминологию вероятности, потому что мы можем только предполагать где и когда возникнет опасный импульс и какие значения он примет. Можно построить совершенную защиту, но это будет дорогое устройство и защитить с его помощью все узлы системы вряд ли возможно, и не всегда нужно. Поэтому приходится идти на определенный компромисс, определяя вероятность повреждения, стоимость защитного оборудования и возможные потери от выхода оборудования из строя. При принятии решения о применении эффективной системы защиты необходимо соотнести затраты на ее приобретение и установку и вероятностью потерь от пожара, возможности поражения людей, полного или частичного выхода оборудования из строя, сокращения срока службы оборудования, перерывов связи, ухудшения качества связи, затрат рабочего времени, материалов, других ресурсов, связанных с восстановлением и ремонтом систем связи, потерь на защищаемом объекте, связанных с неработоспособностью или неполным функционированием систем охранного телевидения.

Одной из важнейших задач разработки и эксплуатации пространственно-распределенных систем, примером которых являются системы охранного телевидения, является обоснование применения или разработка аппаратных средств защиты периферийного оборудования системы от электромагнитных импульсных перегрузок.

7.1. Виды электрических перегрузок

Перегрузка по напряжению – сигнал с уровнем напряжения, который превышает допустимое значение и может привести к отказам радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Импульсные перегрузки характеризуются кратковременностью, значительным превышением

допустимых уровней напряжения и тока в цепях РЭА и случайным характером воздействия. При этом из-за редкости воздействия средняя мощность, рассеиваемая в цепях РЭА и элементах защиты при воздействии импульсной перегрузки, оказывается небольшой, несмотря на значительную энергию каждого импульса. Различают три основных вида источников импульсной (кратковременной) перегрузки:

- наводимые в цепях РЭА электромагнитным импульсом искусственного происхождения;
- наводимые в цепях РЭА электромагнитным импульсом естественного происхождения (грозовые разряды, электрические разряды при землетрясениях и извержениях вулканов);
- обусловленные переходными процессами непосредственно в цепях при функционировании РЭА или при воздействии статического электричества.

Кроме того, одной из наиболее распространенных и опасных помех является непосредственное попадание питающего напряжения на линии связи. Длительность таких воздействий практически не ограничена, а выделяемая мощность ограничивается только внутренним сопротивлением источника питания силовой цепи. При возникновении таких опасных токов замыкание цепи обычно происходит через землю. Эти воздействия представляют опасность не только для телекоммуникационной аппаратуры, но и для обслуживающего персонала.

7.1.1. Помехи от разрядов молнии

Землю с окружающей атмосферой по электрическим свойствам можно представить в виде шарового конденсатора больших размеров, обкладками которого являются земля и ионизированный проводящий слой воздуха, находящийся на расстоянии 80 км от поверхности Земли. Изолирующей прослойкой между обкладками служит слой воздуха. Напряжение между обкладками этого конденсатора составляет около 200 кВ. Мощность электрической энергии, накапливаемой на таком конденсаторе, составляет около 300 МВт. В электрическом поле этого конденсатора на расстоянии от 0,5 до 8 км от поверхности Земли образуются грозовые облака и совершаются грозовые явления.

Основными параметрами, характеризующими ток молнии, являются максимальное значение импульса тока, крутизна и длительность фронта, а также длительность импульса тока молнии. Длительность импульса тока молнии в основном определяется временем распространения обратного разряда от Земли до облака и составляет 20–700 мкс, длительность фронта 1,5–10 мкс. Средняя длительность импульса тока молнии около 50 мкс. Токи молнии достигают 200 кА. Однако грозовые разряды с большой амплитудой тока возникают очень редко (токи более 100 кА составляют всего 2 % от общего количества грозовых разрядов).

Грозовой разряд имеет колебательный характер. Это означает, что кроме значительного электростатического потенциала, вызванного перемещением с большой скоростью капель воды, пылевых частиц и кусочков льда, грозовой разряд действует как мощный радиопередатчик, порождающий сильное электромагнитное излучение. Спектральный состав этого излучения лежит в диапазоне от нескольких герц до сотен килогерц, наибольшая плотность которого сосредоточена в районе 5–8 кГц. По этой причине трансформаторная развязка устройств часто оказывается бессильной. Помеха огромной мощности проходит через развязывающий трансформатор, не разрушая его, но повреждая электронику.

Разряды молнии индуцируют на линиях связи и линиях подачи электропитания высоковольтные импульсы напряжения. Разряд молнии характеризуется огромной разницей потенциалов и амплитуды токов, поэтому при прямом или близком (десятки и сотни метров) разряде молнии речь идет уже о выходе электронного оборудования из строя, а не о помехах (рис. 7.2).

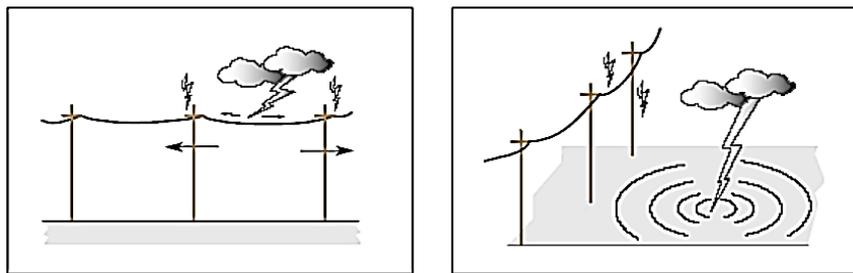


Рис. 7.2. Прямой и не прямой удары молнии в воздушную линию

Для описания импульсов перегрузки при грозовом разряде используют два типа форм волн:

– длинная волна с характерными временами длительности фронтов нарастания и спада 10 и 350 мкс (обозначается 10/350), которая соответствует прямому удару молнии;

– короткая волна (8/20 мкс), которая соответствует импульсу перегрузки при непрямом ударе молнии.

Для Беларуси и центральных регионов России интенсивность воздействия грозы составляет приблизительно 50 часов в год, при этом на 1 км² местности молния воздействует в среднем 2 раза в год. На линиях связи или линиях электропитания следует ожидать опасные помехи в виде импульсов напряжения 10 кВ один раз в год и до 50 раз в год – импульсы около 1 кВ. Токи молнии достигают 200 кА. Однако, грозовые разряды с большой амплитудой тока возникают очень редко (токи 100 кА и более составляют всего 5 % от общего количества грозовых разрядов, а токи 200 кА и более – менее 1 %) (рис. 7.3). Важным параметром импульса тока молнии является крутизна фронта, от которой зависят перегрузки по напряжению, возникающие в цепях аппаратуры. Крутизна изменяется в широких пределах (5000–50000 А/мкс) и имеет слабую тенденцию к возрастанию при увеличении амплитуды тока молнии. Причем опасность представляют не только удары молнии в сооружения и поверхность земли, но и индуктивные наводки, вызванные разрядами внутри облаков. Удар молнии в предмет, находящийся на расстоянии 100 м, вызывает наводку в кабеле около 5 кВ при токе до 5 кА.

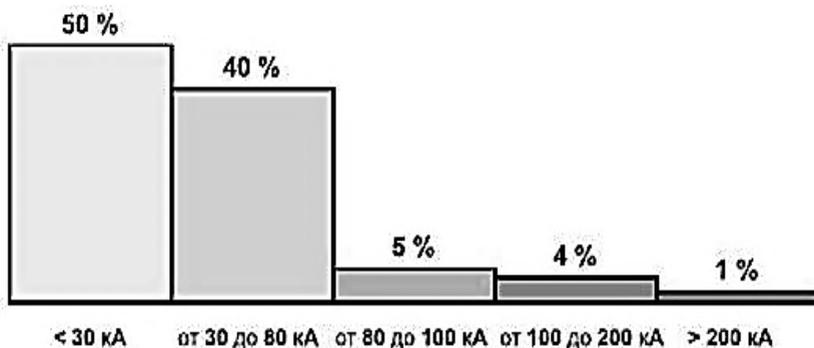


Рис. 7.3. Частота разрядов молний в зависимости от их амплитуды

Наводки, вызванные грозой, могут воздействовать на аппаратуру следующими путями (рис. 7.4–7.6).

а) *Резистивные наводки.* Удар молнии в землю недалеко от объекта вызывает всплеск в разности потенциалов заземления. Ток, вызванный этой разностью потенциалов, может по любой проводящей системе (водопровод или через еще один заземляющий электрод) проникнуть в здание. Если другие расположенные неподалеку здания соединены кабельными линиями и имеют независимое заземление, они также подвержены повреждениям.

б) *Индуктивные наводки.* Удар молнии в громоотвод здания вызывает большие токи разряда и сильное электромагнитное поле, воздействующее на все расположенные вблизи проводники.

в) *Емкостные наводки.* Линии электропередачи подвержены опасности прямых ударов молнии. Огромные токи и напряжения гасятся защитными устройствами, но какая-то их часть все равно попадает на распределительные трансформаторы. Так как длительность грозовых импульсов очень мала, а частота высока, эти импульсы через емкостную связь между обмотками трансформатора попадают в сеть электропитания, повреждая чувствительное оборудование.

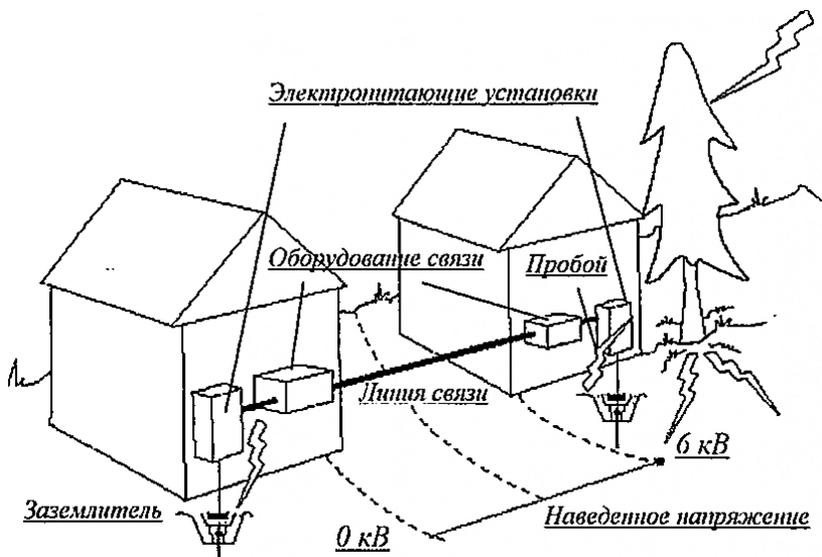


Рис. 7.4. Схема формирования резистивной наводки при ударе молнии

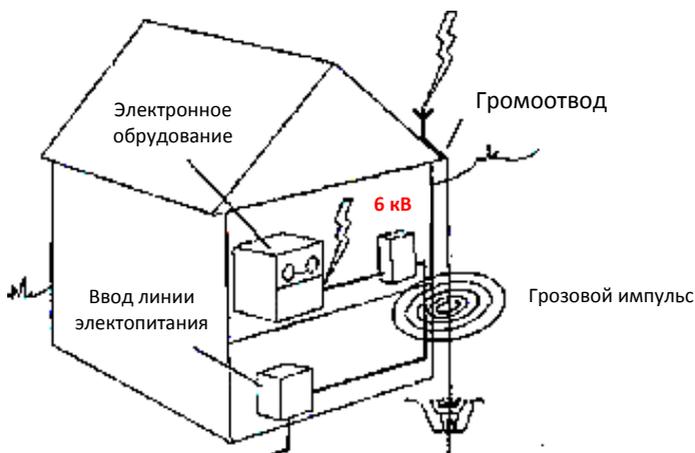


Рис. 7.5. Схема формирования индуктивной наводки при ударе молнии

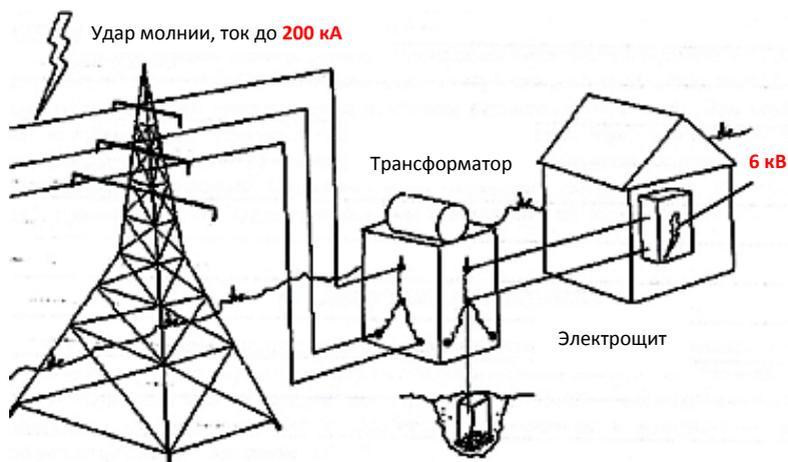


Рис. 7.6. Схема формирования емкостной наводки при ударе молнии

Системы защиты зданий и сооружений, включающие в свой состав молниеотводы и заземления, предназначены для защиты зданий и людей от поражения электрическим током, но не для защиты электронного оборудования и линий связи.

Типичной ошибкой при монтаже пространственно-распределенных систем и адаптеров каналов связи является их установка недалеко от опоры молниеотвода. В таком случае при прямом ударе молнии

в молниеотвод все оборудование и линия связи будут полностью выведены из строя. *О защите от разряда молнии можно говорить только в том случае, если расстояние от места разряда до линии связи видеоборудования составляет хотя бы сотни метров.*

7.1.2. Коммутационные импульсные помехи

Наряду с импульсами перегрузки, генерируемыми в атмосфере, электромагнитный импульс может создаваться непосредственно в конструктивных элементах РЭА (внутренний электромагнитный импульс). Наведенное напряжение в этом случае может достигать 2 кВ при токе до 10 А. При коротком замыкании линии электропередачи (ЛЭП) или в контактных проводах электрифицированных железных дорог возникает опасное напряжение, представляющее периодическое колебание с частотой питающей сети (50 Гц), действует 0,15–1,5 с и более. В момент замыкания фазового провода высоковольтной линии на землю возникают высокочастотные колебания напряжения. В результате в близко расположенных линиях связи может возникнуть напряжение с пиковым значением до нескольких сотен вольт и частотой более 100 кГц. Длительно действующее напряжение в проводах кабеля может появиться вследствие электромагнитного влияния рабочих токов ЛЭП несимметричной системы (фаза–земля, две фазы–земля) переменного тока. Уровень опасного напряжения, возникающего на проводах кабеля связи от влияния ЛЭП и электрического железнодорожного транспорта, зависит от расстояния между влияющей линией и кабельной линией связи, удельного сопротивления земли, длины параллельного сближения, экранирующего действия металлической оболочки кабеля и значения влияющего тока.

Основным источником возникновения коммутационных импульсных помех являются переходные процессы при следующих операциях в электросети:

– включение и отключение потребителей электроэнергии (трансформаторы, пускатели, электродвигатели, лампы накаливания и дневного света, и др. аппаратура);

– аварийные короткие замыкания в сетях высокого и низкого напряжения и их последующее отключение защитными устройствами;

– источником импульсных помех являются электрифицированные железные дороги и городской электрифицированный транспорт, включая метро.

Данный тип помех обычно представляет собой одиночные импульсы с амплитудой до нескольких киловольт.

В сети 230 В считается нормой наличие импульсов коммутационных помех амплитудой до 4,5 кВ длительностью до 5 мкс.

7.1.3. Перенапряжения и провалы напряжения в сети питания

Причины возникновения перенапряжений в сетях питания обусловлены, прежде всего, низким качеством электросетей и невысокой культурой энергопотребления. Поэтому отметим лишь наиболее типичные проблемы электроснабжения. Максимумы напряжения питающей сети, как правило, связаны с минимальной нагрузкой энергосистемы и наблюдаются в ночное время. Наибольшие колебания напряжения в электросети приходятся на начало и конец рабочего дня. Реально на промышленных объектах возможны периодические (день – ночь) колебания электросети 230 В от 160 В до 260 В с кратковременными повышениями до 300 В. На промышленных предприятиях в сети питания 230 В возникают перегрузки по напряжению до 500 В около 2 раз в день, до 300 В – 500 раз в день. Возможны также импульсы напряжений (до 5 мкс) с амплитудой более 1 кВ.

Отдельно можно выделить две распространенные монтажные ошибки, приводящие к перенапряжениям:

- перекос фаз сети электропитания из-за перегрузки одной фазы потребителями электроэнергии;
- перегрузка нейтрали электросети из-за меньшего сечения проводника у нейтрали, чем у фазы.

Любая электронная аппаратура в соответствии с требованиями безопасности, предъявляемыми к электромонтажу оборудования, должна быть заземлена и должна иметь только одну точку заземления, предпочтительно на приемном конце.

Экранирование с обязательным заземлением ослабляет помеху в среднем в 100 раз. При воздействии атмосферных разрядов (при ударе молнии в землю на расстоянии 1000 м от системы) в линии

связи может навестись опасное напряжение с амплитудой свыше 10 кВ. В данном случае экранирование ослабит помеху до 100 В, что может спасти аппаратуру.

Реально, особенно в многоканальных системах, установщики оборудования не выполняют или просто игнорируют правило заземления аппаратуры в одной точке. Часто это требование нельзя выполнить по очень простой причине: входные и выходные сигнальные разъемы не изолированы от корпуса, корпус выведен на заземляющий контакт питающей вилки, который в свою очередь соединен с клеммой зануления сети 230 В, т. е. в качестве земляной шины используется ноль электрической сети. В системе образуются несколько точек зануления и, соответственно, возникают «блуждающие токи заземления», что приводит к разнице потенциалов между двумя любыми точками зануления (рис. 7.7).



Рис. 7.7. Образование паразитного контура при нескольких точках «зануления»

Для удаленных объектов и, соответственно, для протяженных линий связи при грозовых разрядах разница потенциалов может достигать десятков киловольт за счет протекания через образованные паразитные контуры.

Цепи стекания заряда должны быть обязательно заземлены (а не занулены), иначе эффективной грозозащиты не будет.

Определить наличие паразитных контуров заземления можно, измерив вольтметром напряжение между корпусом приемного оборудования и не подсоединенным кабельным разъемом линии связи. Наличие напряжения переменного тока говорит о том, что при подсоединении кабеля к приемной аппаратуре возникнет паразитный контур заземления, который может привести к неисправностям си-

стемы. Самым эффективным решением в данном случае является гальваническая развязка передающего и приемного оборудования (изолирующие трансформаторы, оптоэлектронные приборы, применение в качестве линий связи волоконно-оптических кабелей и т. п.). Приборы гальванической развязки включаются в разрыв кабельной линии связи и тем самым разрывают паразитный контур заземления.

При правильно выполненной схеме построения системы под воздействием электромагнитных импульсов высоких энергий на проводные трассы (грозовые явления, коммутационные искрения сильноточной аппаратуры и т. п.) не происходит выхода аппаратуры из строя в связи с тем, что потенциал земли во всей системе поднимается одновременно на время стекания наведенного заряда.

7.1.4. Перегрузки по напряжению за счет переходных процессов и статического электричества

В результате переходных процессов, происходящих непосредственно в цепях РЭА, даже при нормальном функционировании аппаратуры, могут возникнуть перегрузки по напряжению. Броски напряжений, например, могут быть вызваны различного рода коммутациями токовых цепей с индуктивной нагрузкой (электромагнитные реле, муфты, двигатели). Этот вид переходных процессов с относительно высокими пиковыми величинами перегрузок по напряжению характерен также для большинства выпрямительных и преобразовательных схем.

Перегрузки по напряжению от воздействия статического электричества могут быть обусловлены влиянием на схему постоянного или медленно изменяющегося электрического поля, вызывающего неравномерное перераспределение зарядов в цепи, что, в свою очередь, способствует образованию различного рода разрядов на нейтральные цепи, или передачей заряда путем непосредственного контакта с объектом, накапливающим электрический заряд, например, телом человека. Электростатические разряды могут образовывать перегрузки по напряжению более 10 кВ, что соответствует пробивному зазору по сухому воздуху около 1 см. Статический заряд, генерируемый человеческим телом, в среднем эквивалентен заряду конденсатора емкостью 150 пф, заряженному до 6 кВ при сопротивлении 20 кОм. Энергия разряда может достигать 2,7 мДж при мак-

симальном токе разряда до 0,3 А. Этой энергии достаточно для вывода из строя многих полупроводниковых элементов аппаратуры.

Диапазон изменения амплитудно-временных характеристик электрических сигналов перегрузки очень широкий: амплитуда импульсов тока от 0,05 А до 200 кА при длительности фронта (на уровне 0,1–0,9) от $20 \cdot 10^{-9}$ до 10^{-4} и длительности импульса (на уровне 0,5) от $5 \cdot 10^{-8}$ до 10 с. Поэтому защита цепей аппаратуры от перегрузок по напряжению с указанными параметрами представляет сложную техническую задачу. Для надежной защиты недостаточно применения какого-либо одного элемента защиты или технического решения, необходимо использование комплекса мер.

7.2. Влияние перегрузок по напряжению на элементы аппаратуры

7.2.1. Влияние электромагнитных импульсов на элементы РЭА

При воздействии электромагнитных импульсов (ЭМИ) искусственного и естественного происхождения могут возникать повреждения в аппаратуре, которые связаны главным образом с электрическими пробоями элементов, перегоранием цепей и контуров. Обратимые изменения (кратковременные отказы и сбои) связаны с появлением ложных сигналов, подавлением полезных сигналов, искажением информации. Наиболее чувствительными к воздействию импульсных напряжений и токов, наведенных ЭМИ на проводах и кабелях, являются подключенные к ним входные и выходные устройства (табл. 7.1). Минимальные значения энергии, вызывающие функциональные повреждения некоторых элементов аппаратуры составляют величину около 10^{-6} Дж. Относительно небольшая энергия повреждения интегральных микросхем и полупроводниковых приборов обусловлена малыми размерами полупроводниковых структур. Повреждения полупроводниковых приборов могут быть вызваны различными механизмами:

- вторичным тепловым пробоем;
- электрическим пробоем диэлектрика;
- дуговым разрядом между электродами или слоями металлизации внутри корпуса.

Таблица 7.1

Минимальная энергия повреждения различных групп элементов

Группы элементов	Минимальная энергия повреждения, Дж
Низкочастотные транзисторы	10^{-2}
Переключающие и высокочастотные транзисторы	10^{-4}
Интегральные аналоговые микросхемы	10^{-4}
Интегральные цифровые микросхемы	10^{-5}
Высокочастотные диоды	10^{-7}
Низковольтные стабилитроны	10^{-3}
Реле	10^{-3}
Резисторы (0,25 Вт, углеродные)	10^{-2}

* Примечание. Энергия, необходимая для повреждения элементов, определялась при действии прямоугольного импульса длительностью 1 мкс.

При анализе отказов эксплуатируемых информационно-измерительных систем наиболее частыми их причинами, как правило, являются:

- отсутствие каких-либо специальных средств защиты от импульсных помех, грозовых разрядов и перенапряжений по цепям питания;
- отсутствие специальной аппаратуры защиты от грозовых разрядов по цепям передачи сигналов телеметрии;
- недостаточное экранирование линий передачи сигналов телеметрии и питания (экран коаксиального кабеля не является серьезным препятствием для повреждения аппаратуры грозовыми разрядами);
- недостатки систем, приводящие к возникновению «блуждающих» токов заземления;
- некачественный монтаж оборудования (монтаж рядом с молниеотводами, прокладка длинных сигнальных цепей параллельно высоковольтным линиям, отсутствие защитных средств).

7.3. Перегрузки при подключении функциональных блоков системы

Перегрузки цепей информационных систем возникают не только в результате воздействия помех, но и в процессе неправильной

коммутации аппаратуры при монтаже систем. Специфическими проблемами являются ситуации коммутации блоков, когда хотя бы один из них имеет импульсный источник питания (ПК всегда имеет импульсный источник питания).

7.3.1. Проблемы заземления и питания функциональных блоков

Проблемы передачи информации часто связаны не только непосредственно с интерфейсными схемами, но и с «второстепенными» факторами. Например, характерная проблема возникает при монтаже оборудования или замене компонентов системы. Наиболее универсальным устройством подготовки и обработки информации, управления системами связи является персональный компьютер (ПК), причем как ПК, так и большинство периферийных устройств оснащены импульсными источниками питания.

Импульсный блок питания компьютера или иного устройства имеет встроенный сетевой фильтр (рис. 7.8). Конденсаторы этого фильтра предназначены для шунтирования высокочастотных помех питающей сети на землю через провод защитного заземления и соответствующую трехполюсную вилку, и розетку. «Земляной» провод полагается соединять с контуром заземления, но допустимо его соединять и с «нулем» силовой сети (с точки зрения уровня помех, это хуже, но практически разница ощущается только в особо тяжелых условиях эксплуатации). При занулении необходимо быть уверенным в том, что этот нуль не станет фазой, если кто-либо изменит монтаж цепей питания. Если же «земляной» провод компьютера (или любого другого устройства с трехполюсной вилкой) никуда не подключать, то на корпусе устройства появится напряжение порядка 110 вольт переменного тока. Его происхождение понятно из рисунка 7.8: конденсаторы фильтра работают как емкостной делитель напряжения (типичное значение $C = 0,01$ мкФ), и поскольку их емкость одинакова, 230 В сети делится пополам.

Сетевой фильтр кабеля-удлинителя или импульсного источника питания обычно состоит из двух частей: блока ограничителей напряжения (обычно выполняется на варисторах, включенных между линиями фаза–ноль, фаза–земля, ноль–земля) и электрического фильтра, выполненного на встречно включенных катушках индук-

тивности и конденсаторах. Варисторы рассеивают энергию импульсной помехи в виде тепла (для типичных фильтров, устанавливаемых на рабочем месте, величина максимальной рассеиваемой энергии импульсной помехи составляет 300–450 Дж). Чем мощнее блок питания, тем больше емкость конденсаторов фильтра и ток

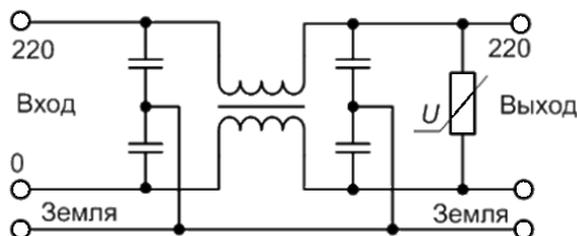


Рис. 7.8. Схема сетевого фильтра импульсного блока питания

$$I_{кз} = U_{пит} \cdot 2\pi FC.$$

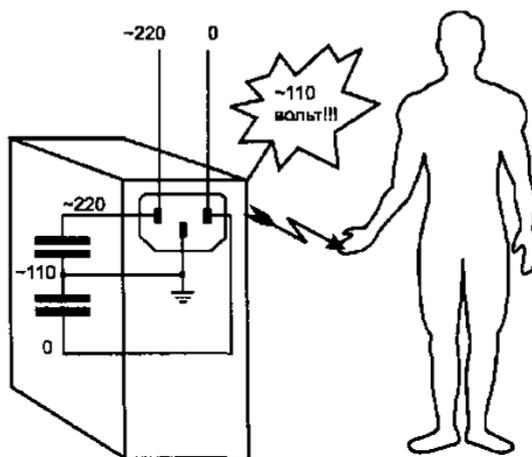


Рис. 7.9. Образование потенциала «прикосновения» на корпусе компьютера

Во-первых, эти напряжение и ток опасны для человека, а попасть под потенциал «прикосновения» можно, прикоснувшись одновременно к металлическим частям корпуса компьютера и, например, к батарее отопления, заземленной приборной стойке, заземленному

прибору. Во-вторых, это напряжение является одним из источников разности потенциалов между устройствами, от которой страдают интерфейсные схемы.

При соединении двух устройств (например, компьютера и периферийного устройства) интерфейсным кабелем общий провод интерфейсов последовательных (параллельных) портов связан со «схемной землей» и корпусом устройства. Если соединяемые устройства надежно заземлены (занулены) через отдельный провод на общий контур (рис. 7.8), то проблемы разности потенциалов не возникает.

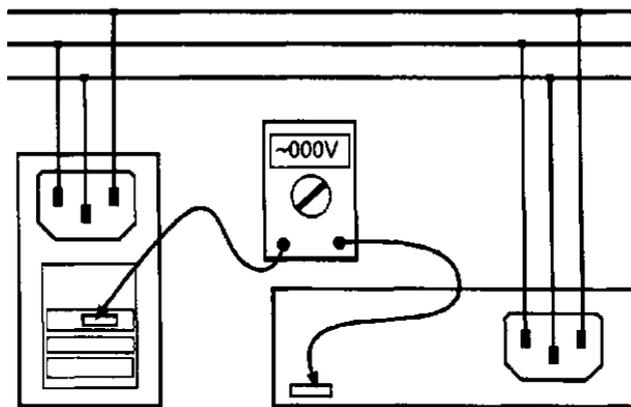


Рис. 7.10. Правильное подключение периферийного устройства

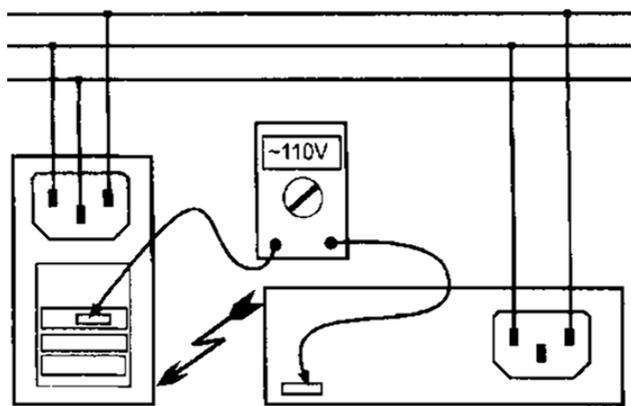


Рис. 7.11. Подключение незаземленного устройства

Если в качестве заземляющего провода использовать нулевой провод питания при разводке питающей сети с трехполосными розетками двухпроводным кабелем (применяют как по незнанию, так и в целях экономии), то на нем будет возникать разность потенциалов, вызванная падением напряжения от протекающего силового тока I_{NUL} по «нулевому» проводу.

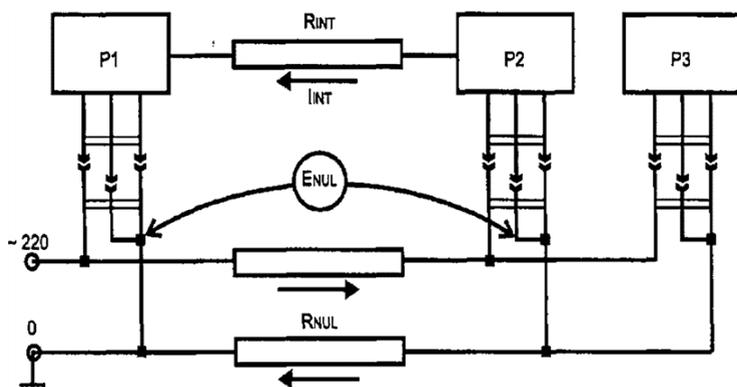


Рис. 7.12. Появление разности потенциалов при двухпроводном кабеле питания

Если в эти же розетки подключены и приборы с большим энергопотреблением (лазерные принтеры, мощные копировальные аппараты), то разность потенциалов (и импульсные помехи при включении-выключении питания) будет ощутимой. При этом эквивалентный источник напряжения при относительно невысокой ЭДС E_{NUL} (единицы вольт) будет иметь очень низкое выходное сопротивление, равное сопротивлению участка нулевого провода (доли Ом). Уравновешивающий ток через общий провод интерфейса

$$I_{INT} = \frac{E_{NUL}}{R_{NUL} + R_{INT}},$$

где $E_{NUL} = I_{NUL} \cdot R_{NUL}$; $I_{NUL} = \frac{P}{U_{ПИТ}}$,

R_{NUL} – сопротивление нулевого провода (и соединительных контактов розеток),

R_{INT} – сопротивление общего провода интерфейса,

P – мощность, потребляемая устройствами, расположенными на рис. 7.12 справа ($P = P_2 + P_3$).

Поскольку сопротивление интерфейсного кабеля выше, чем питающего, через общий провод интерфейса потечет ток меньший, чем силовой. Но при нарушении контакта в нулевом проводе питания через интерфейсный провод может протекать и весь ток, потребляемый устройством. Он может достигать единиц–десятков ампер.

Невыровненные потенциалы корпусов устройств являются и источником помех в интерфейсах. Если оба соединяемых устройства не заземлены, то в случае их питания от одной фазы сети разность потенциалов между ними будет относительно небольшой (вызванной только разбросом емкостей конденсаторов в разных фильтрах). Уравнивающий ток через общий провод интерфейса будет совсем малым, и, следовательно, разность потенциалов между схемными землями устройств (падение напряжения на этом проводе) будет тоже малой. Но если незаземленные устройства подключены к разным фазам, то эта разность потенциалов между их несоединенными корпусами будет близка к $U_{ПИТ}$, порядка 190 В, при этом уравнивающий ток через интерфейс может достигать десятков миллиампер. Когда все соединения (и разъединения) выполняются при отключенном питании, для интерфейсных схем такая ситуация почти безопасна. Но при коммутациях при включенном питании возможны крупные неприятности: если контакты общего провода интерфейса соединяются позже (или разъединяются раньше) сигнальных, то разность потенциалов между схемными землями (корпусами устройств) прикладывается к сигнальным цепям, и они, как правило, пробиваются. Самый тяжелый случай для интерфейсных схем – соединение заземленного устройства с незаземленным, особенно, когда последнее характеризуется большой потребляемой мощностью. Причем «виновник торжества» – незаземленное устройство с большим энергопотреблением часто выживает. Также весьма коварны сетевые шнуры устройств с двухполюсной вилкой, которыми подключаются блоки питания с трехполюсным разъемом.

Для правильного монтажа шкафов автоматики необходимо учитывать следующее. Во-первых, заземление шкафов должно быть выполнено в одной точке – это делается для уравнивания потенциалов разных земель. Во-вторых, корпуса шкафов не стоит соединять

между собой. Это приводит к созданию замкнутого контура в цепи заземления, т. е. хорошей «антенны» для сигналов помех. В-третьих, заземление приборов в шкафу нужно приводить к клемме заземления, а не к корпусу шкафа. В противном случае по корпусу шкафа может протекать ток помехи от трансформатора блока питания. В-четвертых, выводы земли надо также подводить к клемме заземления, а не к корпусу шкафа. При подключении непосредственно к корпусу появляется еще один источник индуктивной наводки на провода, проходящие вдоль стен шкафа. Ну и еще одна рекомендация – лучше разделять блоки цифровых и аналоговых сигналов. Это позволит избежать непосредственного соединения цифровой и аналоговой земли.

Применение всего комплекса защитных мер позволит обеспечить гораздо лучшую защиту вашей системы, чем одно устройство.

7.3.2. Основные причины выхода из строя оборудования во время грозы

1. Образование статического электричества на кабелях и аппаратуре в результате влияния неподвижных зарядов, накопленных в грозовом облаке.

Наиболее подвержены влиянию статических зарядов воздушные линии. Причем значительный заряд может также накапливаться в сухую погоду, зимой, во время снегопада и летом, во время так называемых «песчаных метелей»⁶. Основной метод защиты – обеспечение отвода статического электричества с помощью заземления экрана и установки на обоих концах кабеля разрядников. Здесь на первое место выходит правильность выполнения заземления и надежность разрядников, к которым предъявляются высокие требования по отводу значительного тока.

2. Наведение в кабельной системе импульсов высокого напряжения, которые возникают в результате воздействия мощного электромагнитного поля, порождаемого грозовыми разрядами.

Если применяемая линия связи не экранирована, в результате воздействия мощной электромагнитной волны на каждом шаге

⁶ Актуально для больших пространств мелиорированных земель, например, в Полесье

скрутки наводится небольшое напряжение, в пределах нескольких милливольт. Если линия связи на основе витой пары изготовлена идеально и площадь контуров одинакова, суммарная наведенная ЭДС близка к нулю. Реально же шаг скрутки не одинаков, поэтому полной взаимной компенсации элементарных ЭДС не происходит, и чем длиннее кабель, тем выше может быть напряжение между проводниками одной пары в результате электромагнитного импульса, создаваемого молнией. Это напряжение достигает нескольких сотен вольт. Основной метод защиты – экранирование, установка на концах кабеля устройств защиты, выравнивающих потенциалы, при которых максимальное напряжение между любыми двумя проводами в кабеле не превышает 7–10 В.

3. Броски напряжения питающей сети.

Это довольно часто встречающаяся причина выхода из строя оборудования «целиком». В сети 230 В нередко происходят броски напряжения до нескольких тысяч вольт. Причины тому – срабатывание предохранителей на подстанции, разряд молнии, помеха от других мощных потребителей энергии. Традиционные методы защиты – повышение надежности штатных источников питания, применение источников бесперебойного питания и устройств защиты от повышения напряжения в сети.

4. Изменение потенциала заземляющих устройств.

Оно возникает при близком разряде молнии в поверхность земли. Основная причина выхода из строя аппаратуры – большая разность потенциалов на заземляющих шинах оборудования, установленного на значительном расстоянии друг от друга. В этом случае по кабельным линиям и цепям входов/выходов протекает очень большой выравнивающий ток, который разрушает электронное или электрическое оборудование. Минимизировать потери в этом случае можно, строго соблюдая правила монтажа заземляющих устройств.

7.4. Применение элементов защиты

7.4.1. Требования к элементам грозозащиты

Непременным требованием к элементам грозозащиты оборудования является отсутствие влияния на качество сигнала, передаваемого по защищаемой линии, и срабатывание защиты при напряже-

нии ниже того, которое может быть выдержано оборудованием, включенным в линию после устройства защиты.

Защита цепей распределенных систем, в частности СОР, от электрических перегрузок производится следующими способами:

– шунтирование входных цепей РЭА (параллельная защита) осуществляется ограничителями напряжения с Г-образными ВАХ (стабилитроны, диоды Шоттки, варисторы и др.); разновидность способа – глубокое шунтирование с использованием газовых разрядников, но они имеют относительно высокое напряжение срабатывания;

– отключение защищаемых цепей от источника электрических перегрузок (последовательная защита) осуществляется элементами защиты с N-образными ВАХ, плавкими или биметаллическими размыкателями, сгораемыми резисторами. Недостатками плавких размыкателей являются низкое быстродействие и одноразовость. Увеличение числа защитных операций достигается путем объединения плавких перемычек в матрице с автоматическим замещением израсходованных элементов;

– совместное применение параллельной и последовательной защиты (комбинированная защита).

Эквивалентная схема защищаемого блока РЭА Z_H и линии связи при воздействии импульса перегрузки E приведена на рис. 7.13.

Для внутриблочных соединений типичные значения параметров эквивалентной схемы (рис. 7.13):

$$R = 0,1 \text{ Ом}$$

$$L = 10^{-5} \text{ Гн}$$

$$C = 10^3 \text{ пФ}$$

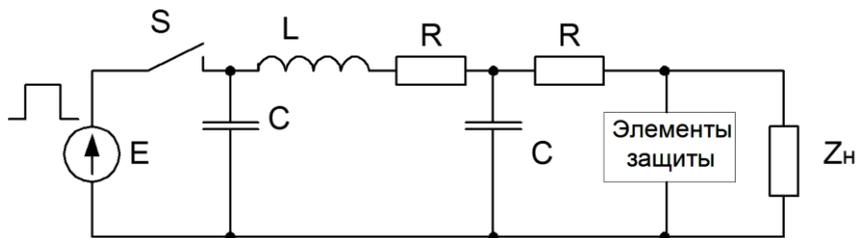


Рис. 7.13. Эквивалентная схема цепи защиты

При этом включение источника импульса перегрузки, например, при подключении схемы к источнику питания постоянного тока, приведет к появлению в системе затухающих гармонических колебаний с круговой частотой

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \approx 10^7, \text{ рад/с}.$$

Напряжение на емкости будет максимальным при достижении фазы процесса величины $\omega t = \pi$ и через время $T/2$ практически удвоится: $U_C \approx 2E_0$. Энергия перегрузки, накопленная на конденсаторе = $C \cdot \Delta U^2 / 2$

Уровень защитного напряжения U_p – напряжение, сохраняющееся на устройстве защиты от перенапряжений во время замыкания импульса тока перегрузки на землю. Величина U_p не должна превышать напряжения, которое может быть выдержано оборудованием, включенным в линию после устройства защиты (рис. 7.14).

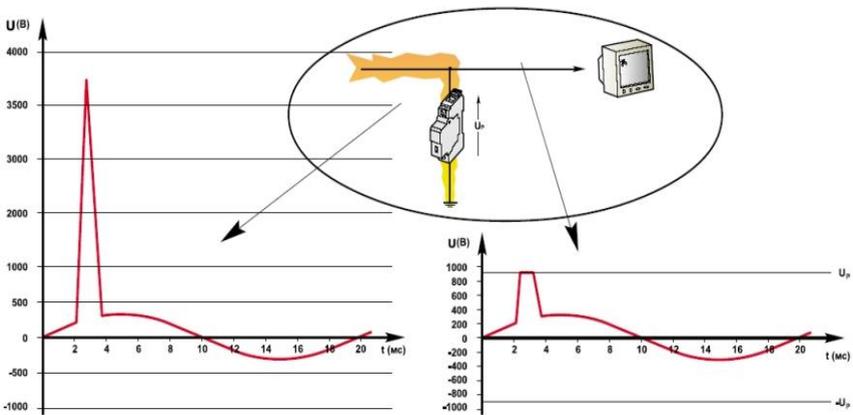


Рис. 7.14. Уровень защитного напряжения

7.4.2. Сравнительная оценка ограничителей напряжения

Основным назначением ограничителей напряжения (ОН) является защита цепей аппаратуры и ее элементов от воздействия различ-

ного рода перегрузок по напряжению. В качестве специализированных ограничителей напряжения используются:

- разрядники (газоразрядные);
- варисторы (нелинейные резисторы);
- полупроводниковые ограничители.

Кроме специализированных ограничителей напряжения в качестве элементов защиты могут быть использованы полупроводниковые приборы общего применения: импульсные диоды, диоды с барьером Шоттки, *p-i-n* диоды, импульсные стабилитроны, высоковольтные выпрямительные столбы, диоды с низкоомной базой, диоды на основе арсенида галлия и др. Полупроводниковые элементы защиты, а также варисторы и разрядники, благодаря особенностям вольт-амперной характеристики (ВАХ) (ее большой нелинейности), при отсутствии импульса напряжения практически не потребляют энергии в цепи. Их сопротивление очень велико (0,1–100 МОм) и, следовательно, они практически не рассеивают дополнительной мощности. При возникновении импульса напряжения с амплитудой, превышающей пороговое значение для данного элемента защиты, его сопротивление резко уменьшается (0,01–10 Ом). В результате импульсное напряжение на защищаемой цепи ограничивается до заданного уровня. При этом ток протекает в основном через элемент защиты, минуя нагрузку, и достигает в ряде случаев сотни ампер. Однако средняя рассеиваемая мощность, выделяемая в ограничителе, невелика, так как длительность импульсов напряжения (искусственного и естественного происхождения), возникающих в цепях при действии, обычно не превышает десятков микросекунд. Поэтому элементы защиты, обладая большой импульсной рассеиваемой мощностью, могут иметь малые габариты и массу. Для защиты цепей РЭА от различного рода перегрузок по напряжению используют газоразрядные и полупроводниковые ограничители. К газоразрядным ограничителям относятся разрядники, к полупроводниковым – полупроводниковые ограничители напряжения, металлооксидные варисторы и полупроводниковые приборы общего применения. Газоразрядные ограничители имеют весьма высокие рабочие напряжения, большое значение допустимого тока и малые межэлектродные емкости, что позволяет использовать их для защиты цепей аппаратуры от ЭМИ искусственного и естественного происхождения, когда энергия, выделяемая в ограничителе, достаточно велика.

Но применение только одних разрядников из-за значительного времени их срабатывания и высоких значений напряжений пробоя не решает проблемы защиты многих полупроводниковых приборов и микросхем, поскольку для них недопустимы начальные выбросы напряжений, пропускаемые разрядником.

Разрядники – безнакальные двух- или трехэлектродные газоразрядные приборы, способные под воздействием приложенного напряжения, с величиной более определенного значения, резко изменять свою проводимость и пропускать большие токи. По сравнению с другими приборами аналогичного назначения (полупроводниковыми ограничителями напряжения, варисторами) они имеют ряд преимуществ: высокий КПД при больших уровнях коммутируемых энергий; высокие рабочие напряжения и токи коммутации при малых габаритных размерах и массе прибора; способность работать в широком интервале изменения температуры окружающей среды; устойчивость к значительным токовым перегрузкам; простота конструкции и технологии производства.

В зависимости от назначения, условий работы и конструкции разрядника в нем могут использоваться свойства импульсного искрового разряда, дугового разряда и реже тлеющего разряда.

Разрядник представляет собой систему из двух или трех электродов, помещенных в герметизированную оболочку (баллон), которая заполняется либо чистым инертным газом, либо смесями инертных газов, либо водородом, кислородом в смеси с водяными парами, углекислым газом. Давление газа в искровом разряднике составляет от нескольких десятков до нескольких тысяч мм рт. ст. В разряднике наиболее часто используются активированные электроды: оксидированный или торированный вольфрам; никель, покрытый калием или барием; сплавы вольфрама, никеля и окиси бария. Применяются также чистые металлы: вольфрам, нержавеющая сталь, молибден, алюминий.

Наиболее широко в разрядниках применяется искровой разряд, характеризующийся низким падением напряжения в разрядном промежутке и большими токами. В низковольтных разрядниках (до 500 В), предназначенных для коммутации токов в несколько ампер, при приложении напряжения свыше напряжения пробоя возникает сначала тлеющий разряд, который при дальнейшем повышении напряжения быстро переходит в дуговой. В высоковольтных раз-

рядниках, предназначенных для коммутации токов в несколько сотен ампер, возникает импульсный искровой разряд. Искровой разряд возникает при большой разнице потенциалов на электродах и при больших давлениях газа в баллоне разрядника. В искровом канале возникают высокие температуры (более 10 000 К) и большие токи, достигающие тысяч ампер. Если мощность источника питания и время прохождения тока недостаточны для возникновения и поддержания стационарного дугового разряда, то искра является и конечной стадией развития разряда при переходе из несамостоятельного в самостоятельный. Если на электроды двухэлектродного неуправляемого разрядника подать напряжение, достаточное для его пробоя, т. е. создать в межэлектродном промежутке такую напряженность электрического поля, которая обеспечит условие перехода разряда из несамостоятельной формы в самостоятельную, разрядник пробьется. Сопротивление межэлектродного промежутка при этом изменится практически до десятых или сотых долей Ома. В момент пробоя напряжение на нем резко падает, а через разрядник протекает ток короткого замыкания, величина и форма которого зависят от величины и характера нагрузки. Ток в межэлектродном промежутке будет проходить через высокоионизированный канал разряда до тех пор, пока энергия, поступающая от источника питания в канал разряда в единицу времени, не станет меньше мощности потерь разряда. Как только это происходит, разряд прекращается. Наступает деионизация межэлектродного промежутка, и разрядник возвращается в первоначальное состояние.

Величина пропускаемого выброса напряжения у газовых разрядников в значительной степени зависит от скорости нарастания фронта воздействующего импульса. Этот недостаток разрядников в меньшей степени проявляется у варисторов и практически отсутствует у полупроводниковых ограничителей напряжения. При применении полупроводниковых ограничителей защищаемые ими цепи не шунтируются после прохождения импульса тока переходного процесса, как это бывает у разрядников. Наличие низкого напряжения поддержания разряда у разрядников ограничивает их применение для защиты цепей постоянного тока, в которых напряжение источника питания или сигнала выше напряжения поддержания разряда.

Полупроводниковые ограничители и варисторы имеют диапазон напряжений 0,7–2000 В (до 6 кВ), что позволяет использовать

их для защиты различных по назначению радиотехнических цепей, в состав которых входят чувствительные к переходным процессам полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Эффективность ограничения переходных процессов с помощью полупроводниковых ограничителей и варисторов определяется их динамическим сопротивлением на рабочем участке вольт-амперной характеристики.

Относительно низкие значения рабочего напряжения полупроводниковых ограничителей напряжения и варисторов по сравнению с напряжением пробоя разрядников существенно снижают значения импульсной коммутируемой мощности. Этот недостаток полупроводниковых ограничителей напряжения и варисторов может быть в ряде случаев устранен путем последовательного и параллельного их соединения. Другим недостатком полупроводниковых элементов защиты и варисторов является большая межэлектродная емкость (от 100 до 20000 пФ), что ограничивает их применение в цепях высокой частоты. Полупроводниковые ограничители напряжения и варисторы на высоких частотах шунтируют входное (выходное) сопротивление усилителя, увеличивают коэффициент отражения линии связи и искажают амплитудно-частотную характеристику усилителя. Импульсные диоды Шоттки имеют очень малые значения времени переключения (≈ 100 пс) и емкости (3 пФ), что позволяет эффективно ограничивать импульсные помехи с временем нарастания до 1 нс. Собственное внутреннее сопротивление импульсных диодов Шоттки находится в диапазоне (0,6–3 Ом). Недостатком разрядников является большое время срабатывания (больше 0,15 мкс), что ограничивает их применение для защиты многих полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Полупроводниковые ограничители напряжения и варисторы по сравнению с разрядниками имеют значительно меньшее время срабатывания (рис. 7.15), но и меньшие предельно допустимые напряжения.

Ограничители напряжения в отдельности не позволяют надежно защищать цепи, в состав которых входят полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Выходом из этого положения является комбинированное использование ограничителей напряжения (сочетание полупроводниковых ограничителей напряжения и разрядниками).



Рис. 7.15. Вольт-временные характеристики ограничителей напряжения

7.4.3. Области применения ограничителей напряжения

Сравнительный анализ ограничителей напряжения на различных физических принципах действия позволяет определить их основные области применения:

- полупроводниковые ограничители напряжения – защита интегральных микросхем от внутренних перегрузок по напряжению и статического электричества (полупроводниковые ограничители напряжения с импульсной мощностью 0,6 кВт); защита низковольтных цепей (до 700 В) постоянного и переменного тока с частотой до 1 МГц от внутренних перегрузок по напряжению и статического электричества (полупроводниковые ограничители напряжения с импульсной мощностью 1,5 и 5 кВт, импульсные стабилитроны, диоды с барьером Шоттки); защита силовых кабелей от ЭМИ естественного и искусственного происхождения (полупроводниковые ограничители напряжения с импульсной мощностью 15 и 60 кВт);

- варисторы – защита силовых кабелей и информационных цепей с частотой до 1 МГц от воздействия ЭМИ естественного и искусственного происхождения;

- разрядники – защита цепей аппаратуры (антенн, высокочастотных линий связи, входных и выходных ВЧ цепей передающих

устройств РЛС, вторичных источников питания и преобразователей с напряжением свыше 2000 В), где отсутствуют полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы, от ЭМИ естественного и искусственного происхождения и внутренних перегрузок по напряжению;

– разрядники в сочетании с полупроводниковыми ограничителями напряжения с малой межэлектродной емкостью – защита антенно-фидерных устройств, входных и выходных высокочастотных цепей приемных и передающих устройств, кабельных линий связи с дистанционным источником питания, высокочастотных кабельных линий связи от ЭМИ естественного и искусственного происхождения и внутренних перегрузок по напряжению;

– разрядники в сочетании с импульсными малоемкостными полупроводниковыми диодами – защита высокочастотных цепей от ЭМИ естественного и искусственного происхождения и внутренних перегрузок по напряжению.

Элементы защиты по току

а) Простейший вариант защиты по току – это резистор. Он не обеспечивает полного отсоединения потребителя. Броски тока, вызванные импульсами напряжения, приводят к падению напряжения на резисторе, что уменьшает их вредное воздействие. Чаще всего они используются в комбинации с другими элементами защиты. Защитное действие резисторов в таких схемах зависит от того, насколько велико их значение. Чаще всего схема чувствительна к вносимому сопротивлению, поэтому резисторы в качестве защитных элементов используются редко. В подобных ситуациях рекомендуется использовать индуктивности.

б) Плавкие вставки самый распространенный токоограничивающий элемент. Они устанавливаются последовательно в цепи перед нагрузкой. Нагреваемый элемент в плавких вставках имеет определенное сопротивление, поэтому при повышении тока он нагревается, и, в зависимости от его теплоемкости, излучающей способности и возможности рассеивания тепла, при пороговом значении тока перегорает. Таким образом, нагрузка цепи отключается от линии. Недостатком плавкой вставки является невозможность его повторного использования.

в) Индуктивности позволяют защитить оборудование связи от высокочастотных импульсов. Представляя собой большое сопро-

тивление для высокочастотных составляющих спектра импульсов, они не вносят дополнительного затухания в области низких частот. Их главный недостаток – частотные искажения и невозможность использования с высокочастотными сигналами.

г) Наиболее перспективным элементом токовой защиты являются позисторы (резистор с положительным термокоэффициентом). Они освобождают операторов от многих проблем, связанных с заменой сгоревших предохранителей. При превышении током некоторого порогового значения через позистор, они переходят из низкоомного состояния в высокоомное. Таким образом, они ограничивают протекающий через них ток. После прекращения воздействия позистор остывает и автоматически восстанавливает малое внутреннее сопротивление.

Схемы защиты узлов РЭА

В своей совокупности они представляют модули защиты от импульсного перенапряжения. Можно с уверенностью говорить, что названия защитных устройств, применяемых сейчас, вводят в заблуждение покупателя. Почти все они носят гордое название «устройств грозозащиты». Подобная формулировка некорректна. Данные устройства могут применяться как устройства грозозащиты только третьего класса. То есть только от остаточного напряжения в сети, которое пропустили средства защиты других классов.

В качестве универсальных элементов защиты широко используются варисторы, характеризующиеся высокой нелинейностью и симметричностью ВАХ, хорошей перегрузочной способностью. Необходимо отметить, что надежность полупроводниковых приборов гарантируется изготовителем только в интервале допустимых выпрямленных токов и обратных напряжений. В схемах с индуктивностями, например, узлов исполнительных устройств, напряжение самоиндукции в сумме с напряжением питания может превысить предельно допустимое для транзистора значение и вызвать его пробой, поэтому импульс первичного напряжения необходимо ограничить безопасным уровнем. Для этого в схемах с индуктивными элементами (драйверы приводов с электромоторами и электромагнитами, реле), в которых возможно возникновение периодических или аварийных перегрузок по напряжению, целесообразно параллельно полупроводниковому прибору включить варистор, который будет их ограничивать (рис. 7.16).

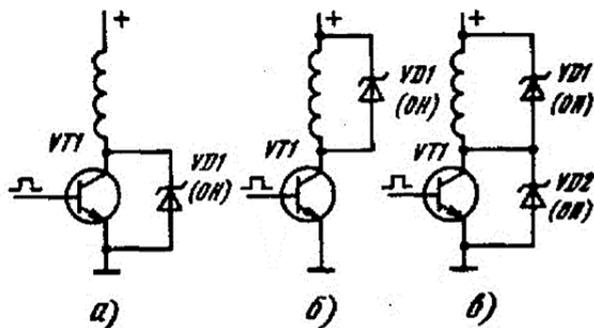


Рис. 7.16. Защита цепей с индуктивной нагрузкой (наивысшая надежность защиты у схемы в)

Для защиты цепей постоянного тока используются полупроводниковые ограничители с несимметричными ВАХ.

Защита информационных цепей. Специфическим требованием к элементам защиты линий связи является минимальное значение емкости, вносимое ограничителем напряжения. Для уменьшения емкости ограничителей напряжения (стабилитронов) последовательно с ними включают малоемкостные импульсные диоды (Шоттки), например, как в схеме на рис. 7.17.

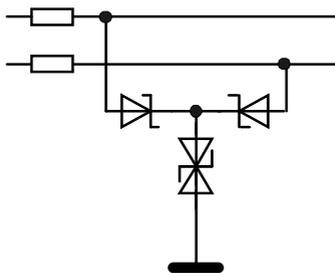


Рис. 7.17. Защита линии связи от ЭМИ диодным ограничителем

Для исключения отказа интегральных схем (ИС) при появлении электрических перенапряжений на линиях передачи входные каскады обеспечиваются специальными средствами защиты. Ограничение отрицательных входных напряжений производится антизвонными диодами ($VD1$), обычно диодами Шоттки (рис. 7.18). Включением диодов ($VD2$) между входами и выводом напряжения питания защи-

щаются также от перенапряжений на уровне $U^+ \approx U_D + U_{CC}$. Недостатком схемы является невозможность использования в двунаправленных магистралях, т. к. при отключении напряжения питания на ИС напряжение высокого уровня на магистрали шунтируется диодом VD2 через выключенный источник питания на общую шину.

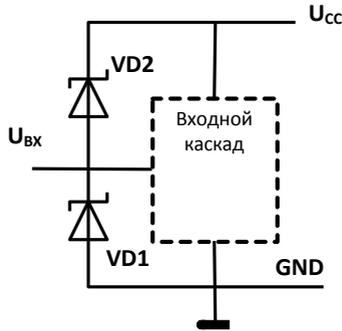


Рис. 7.18. Защита входа ИС диодным ограничителем

Эффективным методом защиты входов ИС является использование транзисторных структур. В схеме на рис. 7.19, а при появлении электрической перегрузки через резистор R протекает ток достаточный для создания падения напряжения для открывания защитного транзистора и шунтирования входа ИС. В схеме на рис. 7.19, б при достижении определенного уровня перегрузки происходит лавинный пробой транзистора, что также приводит к ограничению напряжения на входе ИС (рис. 7.20).

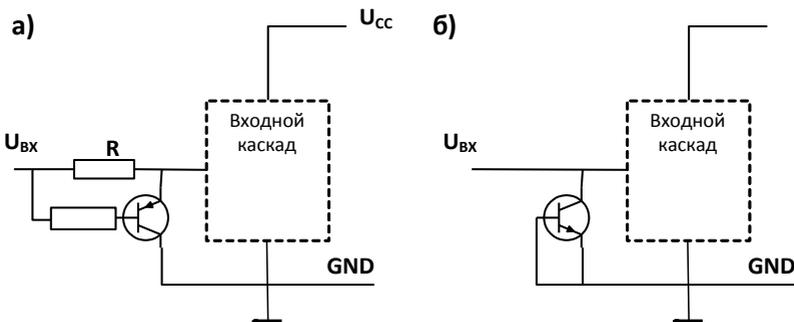


Рис. 7.19. Защита входа ИС транзисторными ограничителями

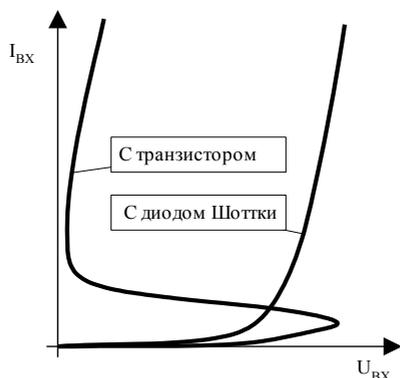


Рис. 7.20. Вольт-амперная характеристика защищаемого транзисторными ограничителями входа ИС

Транзисторные схемы обеспечивают защиту входов ИС при перенапряжениях величиной до 3 кВ.

7.5. Устройства защиты от импульсных электромагнитных помех

Основными техническими мероприятиями защиты оборудования СОТ от импульсных перегрузок при близких ударах молнии являются:

- создание системы внешней молниезащиты (рис. 7.21);
- создание качественного заземления для отвода на него импульсных токов перегрузки;
- экранирование оборудования и линий от воздействия электромагнитных полей, возникающих при протекании токов молнии по металлическим элементам строительных конструкций и устройствам внешней молниезащиты;
- установка на всех линиях, находящихся вне помещения, устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) с целью уравнивания потенциалов токоведущих проводников относительно заземленных элементов и конструкций системы. УЗИП обязательно устанавливаются с обоих концов всех линий (линий передачи сигналов, питания, управления и т. д.). Иногда защищают и внутренние линии;
- прокладка кабельных линий к видеокамерам, установленным на порталах или мачтах, в заземленных металлических трубах, металлорукавах или коробах.

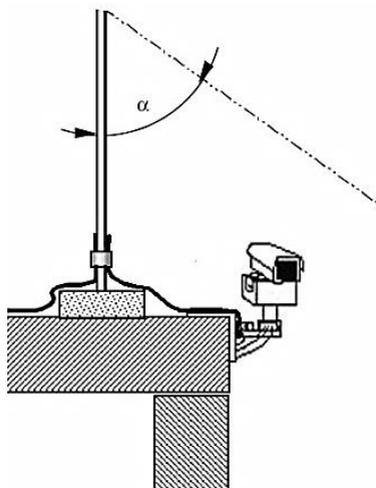


Рис. 7.21. Устройство внешней молниезащиты (α – защитный угол)

Следует отметить, что камеры, установленные на отдельно стоящих молниеприемниках, прожекторных мачтах или порталах (соблазн использовать уже готовые конструкции), не будут защищены от прямого удара молнии. Ток молнии, стекающий по молниеприемнику, будет протекать и по корпусу видеокамеры, а также ввиду непосредственной близости создаст электромагнитное поле максимально возможной высокой напряженности, которое вызовет большие индуцированные токи внутри гермокожуха камеры и ее электронной схемы. Это приведет к практически гарантированному выходу оборудования из строя. Поэтому видеокамеры следует размещать на отдельной стойке на расстоянии от молниеприемника не менее 5 метров (в случае стесненных условий, 10 м – в обычных условиях), но в зоне его защиты. Эта же проблема возникает и при размещении видеокамеры на стене здания непосредственно вблизи токоотвода молниеприемника. Здесь также рекомендуется устанавливать камеру не ближе 5 м от токоотвода. С другой стороны, металлические строительные конструкции создают дополнительные к молниеприемникам зоны защиты.

Таким образом, проблема защиты от электрических импульсных перегрузок должна решаться комплексным путем, при условии выполнения всех технических мер защиты.

7.5.1. Устройства грозозащиты линий связи

Основным свойством устройства защиты является его способность при воздействии перегрузки замыкать большие токи на «землю» и ограничивать напряжение в защищаемой цепи на безопасном уровне.

При защите электронного оборудования со стороны линии связи, как правило, подразумевают, что эти линии выполнены из симметричного кабеля. Каждая пара такого кабеля может быть защищена как по 3-, так и 5-точечной схеме. Каждое устройство защиты от перенапряжений имеет вход (точки A и B), выход (точки A^* и B^*) и точку подключения земли Gnd (рис. 7.22).

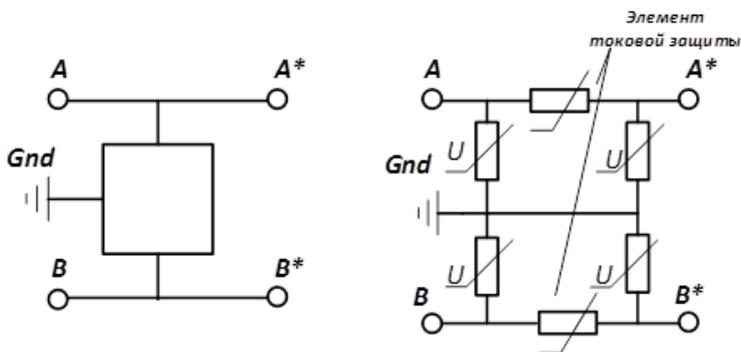


Рис. 7.22. Включение элементов защиты по 3- и 5-точечной схеме

Необходимое условие для создания защиты от перенапряжений – наличие качественного заземления. В случае трехточечной защиты точки A и A^* , B и B^* непосредственно соединены. Такая схема защиты позволяет предохранять аппаратуру только от импульсов напряжений. Эта схема не предусматривает защиту по току (длительные воздействия) и не имеет второго каскада защиты, поэтому приходится жертвовать либо мощностью элемента, либо его быстродействием. Типичным примером устройства такого типа может послужить 3-электродный разрядник. 3-точечная схема имеет ряд серьезных недостатков. Во-первых, при попадании в линию сетевого напряжения могут возникнуть две ситуации:

– при значении напряжения помехи ниже порога срабатывания защитного элемента все это напряжение поступит без какого-либо

ослабления на вход защищаемой аппаратуры и выведет его из строя;

– если элемент все же сработает, то через очень короткое время он выйдет из строя (если он не оборудован термозащитой) и опять пропустит опасное напряжение. Наличие термозащиты не всегда может быть решением всех проблем, потому что ток в кабеле и через разрядник будет ограничен лишь внутренним сопротивлением источника постороннего воздействия.

5-точечная схема позволяет более гибко подходить к этим проблемам. Здесь можно применить разнотипные элементы защиты от перенапряжения с различными свойствами. Между мощным элементом (разрядник или варистор) и вторым более быстродействующим элементом находится развязывающий элемент, который обеспечивает токовую защиту. Такой подход обеспечивает необходимое сочетание характеристик входящих в него элементов. Разрядник способен защищать от импульсов напряжений очень больших значений, его быстродействия не всегда достаточно и какая-то часть импульса все равно будет пропущена. Для защиты от оставшегося импульса и предназначен второй каскад. Сочетая элементы с различным быстродействием и мощностью, можно создать устройство, которое до минимума снизит вероятность повреждения аппаратуры. При необходимости можно использовать не два, а три и более каскадов.

Промышленные устройства защиты от импульсных электромагнитных помех (устройства грозозащиты) предназначены для защиты аппаратуры от импульсных электромагнитных наводок на длинную проводную линию связи. Устройства грозозащиты являются комбинированными, содержат несколько разнотипных элементов с нелинейными ВАХ (рис. 7.23), не требуют дополнительного питания и легко монтируются в разрыв линии связи. В отсутствие электромагнитной помехи устройства грозозащиты не вносят значительных затуханий в линию связи, если спектр передаваемого сигнала лежит в пределах 50 МГц. Амплитуда передаваемых сигналов в зависимости от типа устройства может быть в пределах от 1 до 60 В.

Устройства грозозащиты серий «УЗТВ» предназначены для защиты аппаратуры от импульсных электромагнитных наводок на длинную проводную линию связи. Устройства «УЗТВ» обеспечивают защиту аппаратуры от наведенной импульсной помехи мощностью не более 1500 Вт. В отсутствие электромагнитной помехи

устройства грозозащиты «УЗТВ» не вносят значительных затуханий в линию связи, если спектр передаваемого сигнала лежит в пределах 45–50 МГц. Амплитуда передаваемых сигналов в зависимости от типа устройства может быть в пределах от 1 до 60 В.

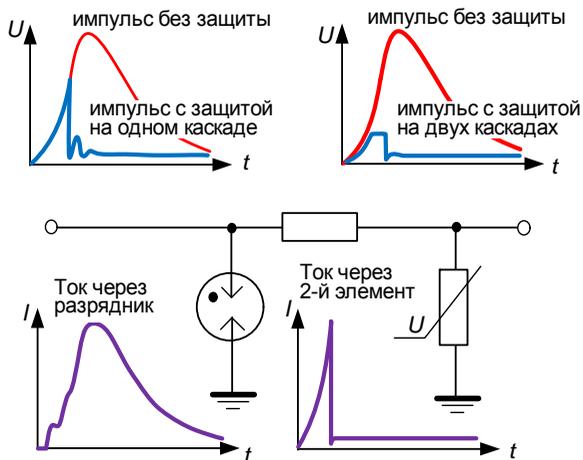


Рис. 7.23. Работа двухкаскадной 5-точечной схемы защиты от перегрузок

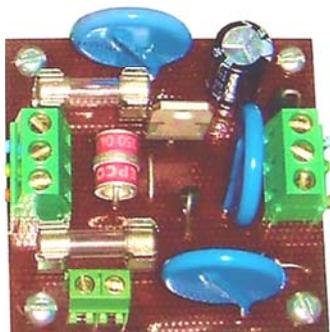


Рис. 7.24. Конструкция устройства защиты от импульсных электромагнитных помех

Устройства грозозащиты серии «УЗТВ-ВИДЕО» ориентированы на применение в линиях связи, использующих для передачи видео сигнала коаксиальный кабель. Они содержат входные–выходные

разъемы «под винт». Устройства грозозащиты серии «УЗТВ-ВИДЕО-BNC» содержат входные–выходные разъемы *BNC*, имеют оптимальный порог защиты для стандартного видеосигнала и оснащены встроенным газонаполненным разрядником.

Устройства грозозащиты серии «УЗТВ-1» ориентированы на применение в линиях связи, использующих для передачи сигнала коаксиальный кабель, и оснащены входным–выходным разъемами типа *BNC* («УЗТВ-1В») или винтовым клеммником («УЗТВ-1А»).

Устройство грозозащиты серии «УЗТВ-2» ориентировано на применение в двухпроводных линиях связи для передачи сигналов телеметрии, управления, видеосигналов и т. п. и оснащено входным–выходным разъемами «под винт». В отличие от устройства грозозащиты «УЗТВ-1», устройство «УЗТВ-2» имеет дополнительную точку «заземление». Провод заземления должен быть подсоединен к общему для системы проводу или должен подсоединяться к «нулевой» точке аппаратуры, которую данное устройство предохраняет от импульсной помехи.

Устройства грозозащиты «УЗТВ-3», «УЗТВ-4», «УЗТВ-5» обеспечивают комплексную защиту видеокамер от паразитных импульсных наводок. Комплексное устройство защиты «УЗТВ-3» предназначено для ограничения паразитных импульсных помех, воздействующих от линии связи на выход видеокамеры, а так же для ограничения или прерывания завышенных питающих данную видеокамеру напряжений.

Часто устройства грозозащиты выполняются многоканальными. Так устройство защиты «УЗТВ-IN8» (рис. 4.4) – восьмиканальный блок защиты аппаратуры от импульсных электромагнитных наводок на линию связи – имеет три уровня защиты и обеспечивает по каждому из восьми каналов:

- частотный спектр сигналов в линии связи до 7 МГц;
- вносимое затухание в линию связи не более 0,8 ДБ;
- прохождение сигналов постоянного тока;
- время срабатывания 0 нс;
- отсутствие паразитного «выброса» напряжения помехи, обусловленного временем включения схемы ограничения уровня напряжения в линии связи.
- мощность рассеиваемой импульсной помехи не более 500 Вт;

- напряжение порога срабатывания газонаполненного разрядника 350 В;
- температурный диапазон эксплуатации – 40—+50 С°.

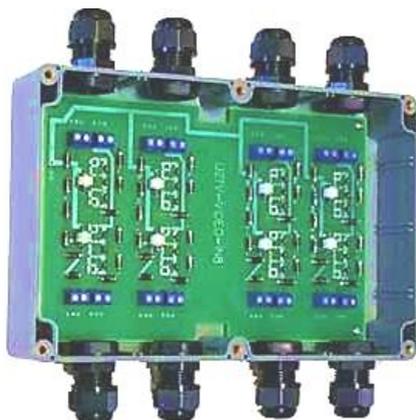


Рис. 7.25. Восьмиканальный блок грозозащиты

Устройство грозозащиты «УЗ-2А-П-RS485» предназначено для проводной аппаратуры передачи телеметрической информации, использующей порт RS485 и обеспечивает:

- частотный спектр сигналов в линии связи, не выше 40 МГц;
- вносимое затухание в линию связи не более 0,3 ДБ;
- прохождение сигналов постоянного тока;
- время срабатывания не более 500 нс;
- уровень порога ограничивающего напряжения («А»:«В») не более 8,2 В;
- уровень порога ограничивающего напряжения между сигнальной жилой и заземлением по положительному напряжению не более +8,0 В; по отрицательному напряжению не более –1,0 В;
- мощность рассеиваемой импульсной помехи не более 1500 Вт.

Основные положения концепции зонной защиты приведены в стандартах IEC-1024-1 (1990-03) «Защита сооружений от удара молний. Часть 1. Общие принципы» и IEC-1312-1 (1995-02) «Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Общие принципы».

Типовая схема зонной защиты, собранная из вышеуказанных элементов, может выглядеть так, как представлено на рис. 7.27.

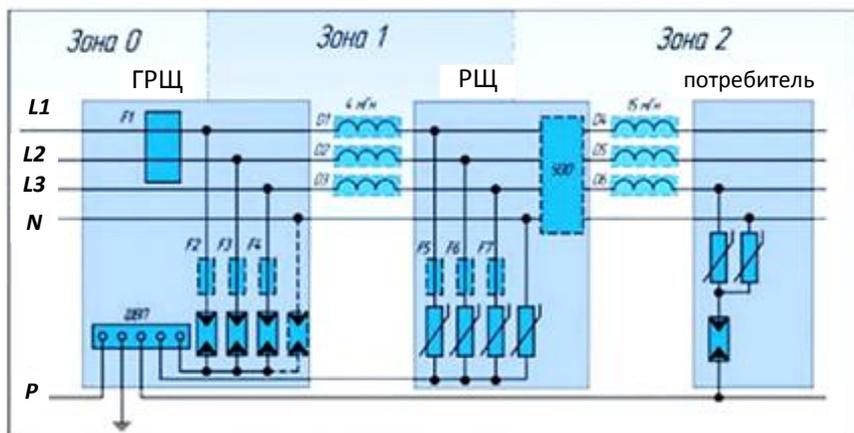


Рис. 7.27. Типовая схема зонной защиты

Приведенная на схеме зонная концепция соответствует немецкому стандарту *E DIN VDE 0675-6/A1/03-96*.

На вводе в здание (например, в щитке ГРЩ) устанавливаются газовые или воздушные разрядники. Этот уровень защиты обязателен при наличии воздушного ввода линии. Если же ввод подземный, то достаточно установки средств защиты двух других классов. В распределительных щитках устанавливаются мощные варисторные модули (с токами разряда порядка 40 кА при длительности импульса 8/20 мкс). И уже во второй зоне, непосредственно возле потребителя, устанавливаются фильтры с варисторной защитой.

Селективность защиты обеспечивается замедлением роста импульса на каждом последующем этапе защиты за счет индуктивности кабеля. Поэтому расстояние между модулями должно быть примерно 7–10 метров. Если такое расстояние соблюсти не удастся, то используются токоограничивающие устройства – чаще всего дроссели.

УЗО чаще всего ставится на границе 1 и нулевой зоны – в распределительном щитке после устройств защиты. Это обеспечивает защиту УЗО от удара молнии и препятствует его срабатыванию от токов разряда и утечки, протекающих в PE-проводнике. Устройства защиты непосредственно потребителя можно устанавливать после УЗО. Точнее, даже не заземления. В ЭМС есть точное разграничение привычного для нас определения «земля и масса». Первый тер-

мин применяется, когда речь идет о безопасности жизни человека. Второй – когда имеется в виду система опорного потенциала. Существует большое количество видов заземлений: аналоговое, силовое, цифровое, «плавающее».

Подключение устройств защиты рекомендуется делать отдельным проводником и сводить к шине выравнивания потенциала (ШВП). Такое подключение позволяет свести к минимуму бросок потенциала в результате срабатывания устройств защиты от импульсного перенапряжения. Устройства защиты следует заземлять в одной точке, чтобы потенциалы их земель не отличались.

Заземление тесно связано с понятием экранирования. В области ЭМС термин «экран» приобретает несколько иное значение, по сравнению с энергетикой. Здесь экранирование – это способ снижения (подавления или ослабления) влияния внешних паразитных электромагнитных полей, помех и наводок, мешающих работе электро- и радиотехнических установок, аппаратуры передачи и обработки данных и т. п. Экранирование осуществляют с помощью заземленного металлического или металлизированного конструктивного элемента с высокой электрической или магнитной проводимостью. Заземление экранов кабелей нужно проводить только с одной стороны – со стороны источника сигнала. Если заземлить экран кабеля с двух сторон, то мы получим замкнутый контур, который будет великолепной антенной для всех существующих помех. Если произвести заземление со стороны приемника, то мы получим дополнительный путь протекания тока помехи – по емкости между жилами кабеля. Если источник сигнала не заземлен, то можно производить заземление с любой стороны кабеля – замкнутый контур в этом случае будет отсутствовать.

Во всех случаях экран должен быть изолирован, чтобы предотвратить случайные его контакты с металлическими предметами и землей.

Комплексные устройства защиты предназначены для ограничения паразитных импульсных помех, воздействующих от линии связи на выход функционального блока, а также ограничения или прерывания завышенных напряжений, питающих данный блок. Время срабатывания схемы ограничения напряжений, как по питающим цепям, так и при ограничении паразитного напряжения в линии связи, не превышает 200–350 мс. Устройства защиты согласованы по волновому сопротивлению с двухпроводной линией связи типа

UTP 5–7 категорий, с волновым сопротивлением 100 Ом, дополнительных резисторов для согласования не требуется.

При возникновении длительных неисправностей в линиях питающего напряжения, электрическая схема блока грозозащиты производит сначала ограничение питающего напряжения, а затем происходит срабатывание плавких предохранителей, которые прерывают поступление завышенных питающих напряжений. Схемы подключения устройств грозозащиты приведены на рис. 7.28.

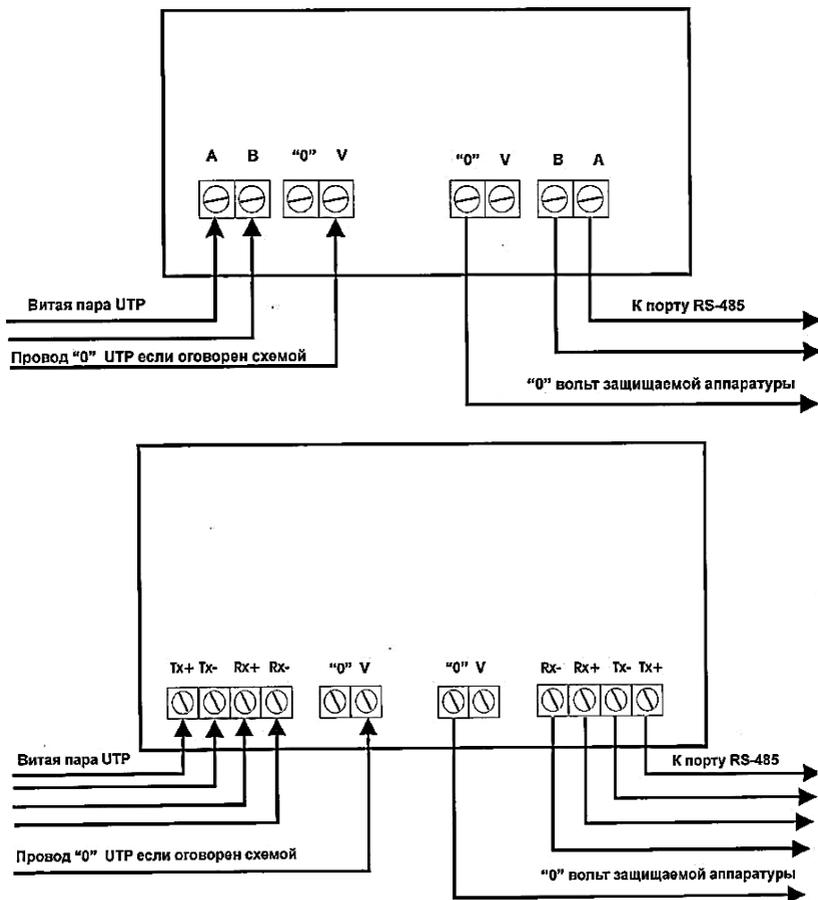


Рис. 7.28. Схемы подключения устройств грозозащиты «УЗТВ Ф RS-485-1» и «УЗТВ Ф RS-485-2»

7.5.2. Организация электропитания видеокамер

Помимо защиты линий связи и цепей питания видеокамер необходимо на стадии проектирования обеспечить надежное питание камер также и при отсутствии помех. Каждый блок питания видеокамер необходимо нагружать током не более 75 % максимально допустимого. Причем необходимо развязать все линии питания. Это нужно для того, чтобы короткое замыкание по линии питания вызывало минимальный отказ оборудования. Если мы напрямую подключим, например, по 18 камер на каждый блок, то в случае короткого замыкания на линии у нас погаснут сразу 18 камер. Такая низкая отказоустойчивость недопустима! Видеокамеры по питанию можно развязать при помощи БЗК – Блока защитного коммутационного. Это устройство подключается к блоку питания (рис. 7.29) и имеет 8 выходов по 1 А на каждый.

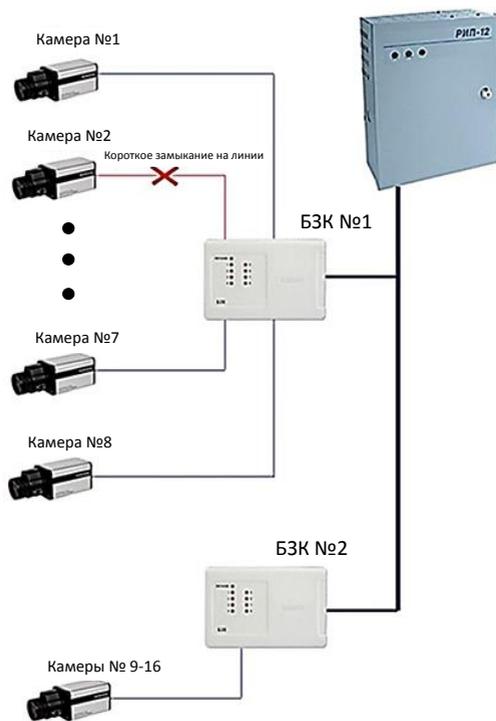


Рис. 7.29. Организация электропитания с использованием БЗК

Например, от точки питания № 1 запитывается основная часть внутренних камер, а от точки питания № 2 – уличные камеры, расположенные на парковке.

Принятые меры обеспечивают не только защиту подсистемы питания от электрических перегрузок, но и снижают риск отказа системы охранного телевидения в случае саботажа, например, при попытках вывода из строя СОТ сотрудниками охраны.

7.5.3. Рекомендации по применению устройств грозозащиты

Меры грозозащиты обязательно должны применяться, если какая-либо часть линий связи системы находится вне здания или проложена на его внешней стене. Защите подлежат как собственно линии передачи информационных сигналов, так и цепи питания и вспомогательные линии управления периферийных устройств.

Устройства грозозащиты также рекомендуется применять и внутри помещений в случаях инсталляции систем охранного телевидения на промышленных объектах с большим уровнем индустриальных помех искусственного происхождения. Для наиболее ответственных каналов связи рекомендуется применять линии связи с гальванической развязкой, например, волоконно-оптические линии связи.

Линии связи монтируются в защитных коробах или трубах, причем запрещается располагать в одном защитном коробе и линии передачи сигналов, и кабель питания. Недопустимо использовать в качестве линий питания свободные провода в кабеле витой пары.

При разработке схемы зонной защиты необходимо определить какие устройства или зоны размещения оборудования с одинаковой степенью стойкости к перенапряжениям следует защищать. Затем следует оценить уровень защиты для каждой группы оборудования. Выполнение требований по обеспечению зонной защиты происходит лишь в том случае, если все электрические цепи (электропитание, связь, передача данных и др.), входящие в зону или выходящие из нее, снабжены соответствующими этой зоне защитными устройствами. Главный контур защитного заземления служит границей перехода от зоны, подверженной электромагнитным влияниям перегрузки, к внутренней зоне. Подключение заземления к контуру целесообразно осуществить в месте ввода кабелей связи и электропи-

тания. В этом месте организуется так называемая «единая точка заземления» с заземлением всех токопроводящих предметов. Здесь же необходимо установить первичные защитные устройства. В каждой защитной зоне создаются свои заземляющие щиты, к которым подключается заземление аппаратуры и заземление защитных устройств, входящих в данную зону. Шины заземления должны быть проложены, по возможности, по прямой и самой короткой трассе, создавая эквипотенциальную сеть. Необходимо учитывать, что при разряде молнии в защитное заземление объекта связи, через его заземление проходит лишь 50 % тока молнии. Оставшаяся половина растекается по всем токопроводящим предметам, соединенным с землей.

Каждая защищаемая линия должна быть оснащена элементами защиты с двух сторон (рис. 7.30). Один элемент защиты устанавливается непосредственно у периферийного устройства (видеокамеры), второй – на границе между зонами (входе в здание). Между защитными устройствами различных зон обязательно должна быть развязка (индуктивная или омическая). Естественным элементом развязки может послужить кабель как элемент с распределенными параметрами, соединяющий эти устройства. При этом длина кабеля для осуществления развязки должна быть не менее 5–10 метров. Если расстояние между защитными устройствами меньше, то устанавливаются специальные элементы развязки. Все металлические токопроводящие конструкции (водопровод, вентиляция и др.) должны быть присоединены к заземляющему контуру.

Таким образом, в зависимости от чувствительности аппаратуры необходимо выбрать подходящий тип защитного устройства; установить защитное устройство в оптимальном месте, исходя из концепции зонной защиты.

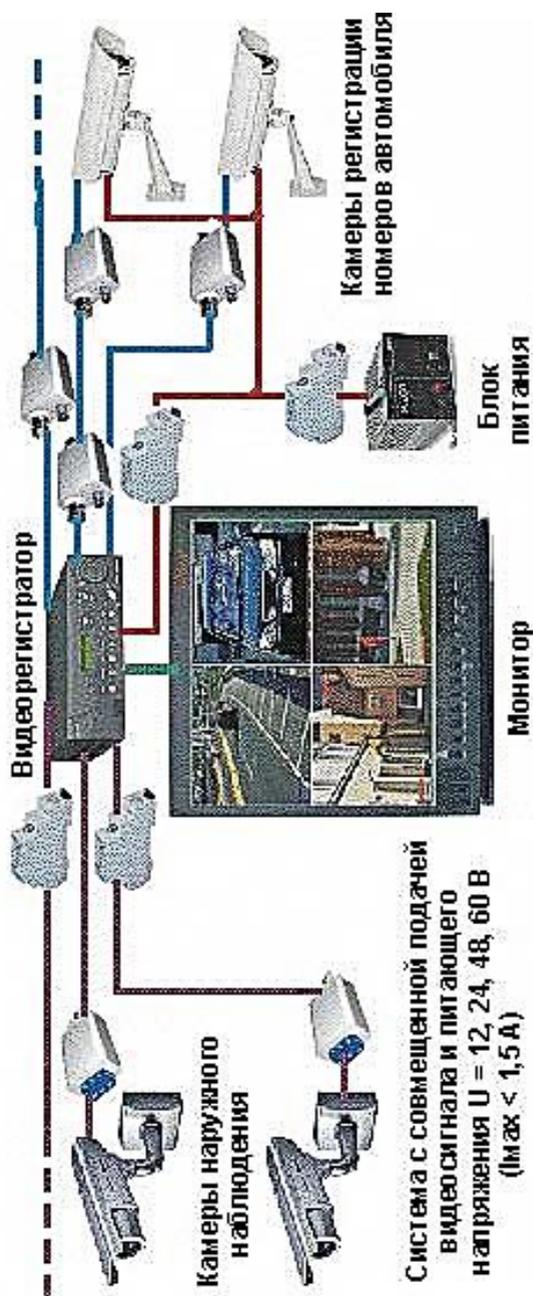


Рис. 7.30. Включение элементов защиты от перенапряжения в линиях связи и цепях питания в системе охранного телевидения

7.5.4. Защита камер наружного видеонаблюдения от световых перегрузок (ярких засветок)

Регулярно осенью бригада монтажников возвращается с объекта [11]. Телекамеры установлены, система функционирует, комиссия приняла работу. Начальник охраны доволен тем, как хорошо телекамеры «показывают» ночью, и какая высокая четкость изображения днем. Но наступает весна, начинают трезвонить телефоны... Оказывается, что при ярком солнечном свете, некоторые камеры «уходят в белое», другие работают с искажениями, «белыми столбами», потерей изображения на значительной площади фотоприемника и так далее. Затем идут рекламации, командировки, замены камер и объективов, потеря времени и денег.

При построении телевизионных систем, особое внимание обращают на наблюдение при плохих условиях освещения. Выбирают камеры с чувствительными фотоприемниками, светосильные объективы, применяют искусственную подсветку объектов. При этом часто забывают об особенностях наблюдения днем, считая, что если света много, то и так все будет видно. Однако, именно при ярком солнечном свете возникают ситуации, когда на изображении, формируемом охранной телекамерой, возможна потеря не только больших участков, но и всего изображения. Приведем [12] особенности телевизионного наблюдения при ярком солнечном освещении.

Главной причиной, приводящей к ухудшению качества видеонаблюдения в дневных условиях, является высокий *абсолютный контраст изображения*, то есть отношение освещенностей самого яркого и самого темного из наблюдаемых объектов. Ночью и вечером абсолютный контраст может быть менее 100 – когда объекты освещены рассеянным светом неба. Днем абсолютный контраст увеличивается до десятков тысяч, а при попадании солнца в поле зрения телевизионной камеры – до миллиона. Освещенность объектов в тени может уменьшаться до 100 люкс и менее, при освещенности светлых поверхностей под прямым солнцем более 100000 люкс. Освещенность бликов от блестящих поверхностей и воды может достигать до 10^6 люкс, а эквивалентная освещенность диска Солнца по некоторым оценкам достигает 10^8 люкс, то есть 100 миллионов

люкс. Ни одна телевизионная камера не в состоянии наблюдать одновременно (в одном поле зрения) объекты, отличающиеся по освещенности в десятки и сотни тысяч раз. В таких ситуациях неизбежны потери видеoinформации на некоторых участках изображения. Задача проектировщика состоит в сведении к минимуму потерь, возникающих при работе телевизионной системы в условиях световых перегрузок.

Отличия естественного и телевизионного наблюдений. Диапазон воспринимаемых глазом освещенностей приближается к миллиарду. Однако, днем мы не видим звезд на небе, хотя абсолютный контраст небо—звезды не более десяти тысяч. Дело в том, что контрастная чувствительность человеческого глаза всего 2 %, поэтому различимый абсолютный контраст не превосходит 50. Отдельные участки миллиардного диапазона глаз может рассматривать только по очереди, адаптируясь к каждому участку освещенности. Наблюдая за местностью, человек по очереди переводит взгляд с одного объекта на другой. Присматриваясь к объекту в тени, наблюдатель защищает глаза от слепящего солнца. Если объект яркий, то человек прищуривается. Наблюдение большого диапазона освещенностей человеческим глазом возможно только путем перевода взгляда с темных на яркие объекты и обратно.

В поле зрения телевизионной камеры объекты с большим абсолютным контрастом могут попадать одновременно. Оператор телевизионной системы наблюдает изображение на видеомониторе. В результате, система «телекамера—монитор—глаз» не обладает преимуществами, возникающими при естественном наблюдении за счет перевода взгляда и поочередного рассматривания ярких и темных объектов. В этом случае неизбежна потеря видеoinформации на ярких и темных участках сцены.

Дополнительное сужение наблюдаемого контраста происходит из-за недостаточной яркости экрана монитора и искусственного освещения внутри помещения. Эквивалентная освещенность экрана монитора составляет менее 500 люкс, что ухудшает контрастную чувствительность глаза, максимальную только в области нескольких тысяч люкс. Поэтому, при телевизионном наблюдении освещенных солнцем территорий и объектов, необходимо использовать мониторы с максимальной яркостью свечения экрана. Высококонтрастный монитор с большим размером экрана расширит диапазон

наблюдаемых освещенностей и уменьшит вероятность потери части изображения при сложных условиях освещения.

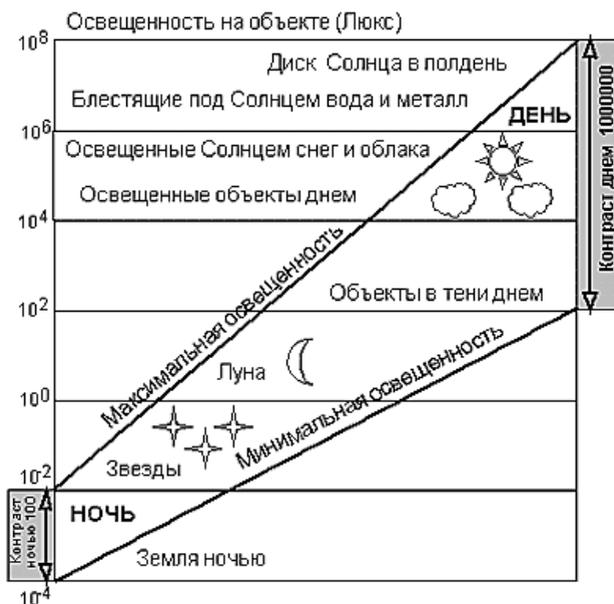


Рис. 7.31. Увеличение контраста изображения при увеличении освещенности

Ограничения контраста изображения в одном поле телевизионной камеры при формировании видеосигнала. Динамический диапазон элементов светочувствительной матрицы определяет диапазон рабочих освещенностей телевизионной камеры в одном поле. Фотоны света преобразуются в фотоэлектроны, попадая в фоточувствительные ячейки, поэтому при расчете сигнальных и шумовых характеристик удобно использовать электрон в качестве единицы измерения заряда.

Максимальный уровень заряда называется **управляющей способностью элемента** матрицы, которая пропорциональна геометрической площади и глубине потенциальной ямы элемента. В современных матрицах управляющая способность элемента находится в пределах от 12000 до 300000 электронов. Минимальное количество электронов определяется среднеквадратическим значением

шума считывания матрицы и составляет 20–40 электронов в зависимости от емкости затвора первого транзистора выходного устройства. Следовательно, динамический диапазон камер находится в пределах от 600 до 7500. Чтобы получить значения максимальных контрастов, следует разделить эти значения на 10, так как только начиная с такого отношения сигнал/шум, можно различать объекты на изображении. Используя данные о площади фоточувствительных элементов, можно найти максимальный контраст для матриц разных форматов и разрешения.

Телекамеры с фотоприемниками большего размера обеспечивают максимальный диапазон рабочих освещенностей, то есть обеспечивают минимальные потери информации при наблюдении контрастных изображений в солнечные дни. Однако, высокая стоимость телекамер на матрицах большого размера не позволяет применять их в большинстве систем охраны. При ограниченных средствах оптимально использование камер с матрицами формата 1/3 дюйма.

Ограничение контраста в режиме электронного затвора. «Смаз». При использовании объективов с постоянной диафрагмой, для адаптации камеры к уровню освещенности используют режим электронного затвора (*electronic shutter*). В этом режиме при увеличении освещенности автоматически уменьшается время накопления заряда в матрице, а значит и чувствительность. Современные камеры обеспечивают минимальное время экспозиции от 1/10000 до 1/100000 секунды. Но даже последнего значения недостаточно для надежного наблюдения объектов, освещенных солнечным светом. Обычно ПЗС-матрица перестает видеть при освещенности на объекте более 30000 люкс, что недостаточно для наблюдения при солнечном освещении. При наблюдении будут потеряны изображения белых стен зданий, снега, облаков, блестящих объектов.

Влияние режима матрицы на устойчивость к световым перегрузкам. Качество работы телевизионной камеры при световых перегрузках (солнце или прожектор в поле зрения) зависит не только от размера фоточувствительной ячейки (формата и числа элементов матрицы) и типа объектива. В значительной степени способность выдерживать перегрузки определяется методикой настройки и схемой телевизионной камеры. Многие производители телекамер в погоне за низкой себестоимостью исключают подстроечные элементы. В результате, из-за разброса параметров матриц, камеры одной

и той же модели значительно отличаются друг от друга по перегрузочной способности. Помимо оптимальной настройки режимов, заметное влияние на качество наблюдения при ярком свете оказывает схема управления матрицей. При перегрузке в несколько раз возрастает ток по цепям вторичного питания, поэтому от их мощности и стабильности зависит точность поддержания режима, следовательно, и степень проявления паразитных эффектов, влияющих на динамический диапазон и контраст изображения. Режимы, обеспечивающие оптимальность наблюдения ночью и днем, различны. В результате разработчики камер выбирают компромиссный режим, что приводит к дополнительным потерям изображения при перегрузках.

Ограничение контраста в объективах. Рассеяние света в линзах, блики и искажения. Важнейшим элементом телевизионной камеры, определяющим качество изображения, является объектив. Различия в качестве объективов, даже в рамках одного класса очень велико. Следует отметить, что для эффективной работы днем в условиях световых перегрузок, важными становятся некоторые параметры, не регламентированные в паспортных данных. Минимальное относительное отверстие диафрагмы объектива обычно указывается в паспортных данных и редко превышает значение $F_{\min} = 32$. Диапазон регулирования освещенности с помощью диафрагмы равен квадрату отношения минимального и максимального относительных отверстий. Для стандартных объективов, при полностью открытой диафрагме, обычно $F_{\max} = 1,2$. Учитывая, что максимальная рабочая освещенность, пересчитанная на объект при времени накопления 20 мс (выключенный режим электронного затвора), составляет примерно 20 люкс, можно определить максимальную допустимую освещенность, обеспечиваемую данным объективом.

Распространенные объективы с минимальными относительными отверстиями $F(32)$ и $F(64)$ непригодны для использования при ярком солнечном свете. Причем для надежной работы камеры в условиях световых перегрузок необходим не только широкий диапазон регулирования освещенности в объективе, но и линейность регулирования, особенно на конечном участке, когда диафрагма объектива почти закрыта. При недостаточной линейности возможно самовозбуждение (мигание изображения) в системе камера–объектив при максимальных уровнях освещенности. К сожалению, регулировочная характеристика не приводится в паспортных данных на объек-

тивы. Лучшими по линейности являются широкодиапазонные объективы с миниатюрными пленочными светофильтрами, установленными на участки диафрагмы объектива.

Блики и искажения, обусловленные диафрагмой объектива. При неудачной конструкции объектива, из-за отражения света от его внутренних поверхностей и, в первую очередь, от диафрагмы, образуются блики. Как правило, максимальный уровень бликов имеют объективы с минимальным диапазоном регулирования диафрагмы. При определенных углах между осью объектива и осью, направленной на яркий объект, уровень бликов может стать недопустимым и привести к частичной потере изображения. К сожалению, никаких параметров, касающихся бликов объективов, в паспортных данных не приводится.



Рассеяние и переотражения света в линзах и внутри объектива. Дополнительное ограничение на возможность наблюдения максимального контраста в одном поле накладывает рассеяние света в линзах и переотражение света от стенок и других внутренних элементов объектива. Ухудшает ситуацию и то, что матрицы видеокамер чувствительны в ближнем ИК-диапазоне. Поэтому черные и матовые, на первый взгляд, внутренние поверхности объектива могут оказаться «белыми» или даже «блестящими» в инфракрасной области спектра и усилить вредный эффект. Рассеяние света в линзах и переотражение света внутри объектива проявляются как дополнительная, ровная подсветка, и приводят к двум отрицательным моментам:

– возрастает шум в темных участках изображения, так как к шуму считывания выходного устройства добавляется значительно больший по величине фотонный шум паразитной подсветки, при этом безвозвратно теряются темные детали изображения;

– происходит заметное «расширение» границ ярких объектов; расширенные границы маскируют и не позволяют наблюдать близлежащие темные объекты.

Характеристики светорассеяния также не приводятся в паспортных данных на объективы. Светорассеяние в объективах с пластмассовыми линзами заметно больше, чем в стеклянных. Поэтому, для телекамер, работающих в условиях яркого солнечного света,

целесообразно использовать объективы только со стеклянными линзами, что дороже. Меньшее светорассеяние оказывается и в объективах с линзами, на которых нанесены специальные интерференционные пленки, ослабляющие инфракрасную составляющую спектра. Однако, использование таких объективов не всегда допустимо, так как в 2–3 раза ухудшается чувствительность черно-белых камер ночью.

Режимы расширения максимального наблюдаемого контраста.

Гамма коррекция является обязательным элементом любой телевизионной камеры. С помощью этого вида нелинейной обработки сигнала происходит согласование логарифмического закона восприятия освещенностей человеческим глазом с линейной зависимостью свет-сигнальных характеристик телекамеры и видеомонитора.

Упрощенно говоря, гамма-коррекция заключается в дополнительном усилении слабых уровней сигнала. В телекамерах используют различные степени гамма-коррекции – от 0,7 до 0,45 (рис. 7.32). При работе камеры в условиях солнечного света, целесообразно устанавливать меньшее из возможных значений гамма-коррекции – 0,45, что позволит несколько расширить диапазон наблюдаемых освещенностей сверху.

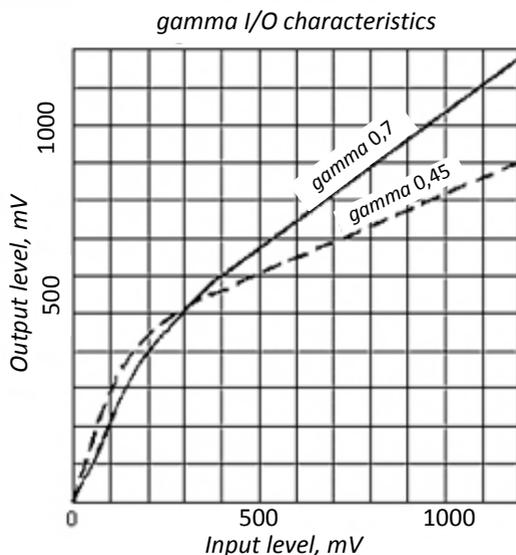


Рис. 7.31. Амплитудные характеристики узла гамма коррекции

Режим гамма-коррекции создает комфортное визуальное соотношение освещенностей и сдвигает вверх нижний уровень наблюдаемых освещенностей. Но указанное преимущество достигается ценой следующих недостатков:

- в несколько раз увеличивается шум на темных участках изображения;

- ухудшается различимость объектов в средней и верхней областях диапазона освещенностей.

Поэтому, при включенной гамма-коррекции, несмотря на расширение визуально наблюдаемого диапазона освещенностей, становится большей вероятностью пропуска появившегося в поле зрения малоконтрастного объекта со средней освещенностью.

Режим наблюдения против света «Back Light Compensation» предназначен для наблюдения объектов в сложных условиях – против света. Технически он выполняется в виде переключения порогов срабатывания электронного затвора и системы АРУ так, что они становятся на 10–20 % выше обычного. В результате, самые яркие объекты (светлое окно) «зарезаются в белом», а объекты среднего уровня (лицо человека, стоящего перед окном) усиливаются и становятся хорошо видимыми. Таким образом, режим «*Back light compensation*» не расширяет динамический диапазон, а сдвигает его для лучшей видимости более темных объектов ценой потери ярких. Существуют модификации режима в виде дополнительного переключения «окон», в которых срабатывают схемы автоматического регулирования (камеры фирм *Watec*, *Sony*, *Panasonic* и др.). Есть вариант реализации режима *BLC* с преобразованием верхних уровней сигнала в «негативное изображение» (телекамеры фирмы *JAI*), который применяется для блокирования засветки от фар автомобиля.

Режим *BLC* полезен в ряде случаев телевизионного наблюдения, но его нельзя использовать в автоматическом виде, так как камера не знает, когда оператора интересует объект перед ярко освещенной поверхностью, а когда важным является изображение самой этой поверхности. Существуют дистанционно управляемые телекамеры, в которых режим *BLC* оператор может быстро включить или выключить.

Цифровая обработка сигнала и камеры «Super dynamic». Обычно в цифровые камеры устанавливают упрощенные специализированные процессоры *DSP* и АЦП с небольшой разрядностью, как правило 8, иногда 10. Результатом является низкая эффективность

цифровой обработки сигнала и отсутствие заметных преимуществ цифровых камер перед аналоговыми, за исключением сервисных.

В старой шутке, которую любили мастера лампового телевидения 60-х годов говорилось: «Гамма-коррекция хороша тем, что ее можно выключить». К сожалению, это изречение вполне актуально и для режимов BLC и Super Dynamic.

Компенсация фоновой засветки. Одна из особенностей наблюдения в определенных условиях состоит в том, что наблюдаемый объект может находиться на ярком фоне или отдельные яркие точечные источники света могут находиться на фоне наблюдаемого объекта. В этом случае автоматические регулировки камеры и объектива (электронный затвор, авторегулировка диафрагмы) будут подстраиваться под яркие фон или точечные источники. В первом случае объект, находящийся на этом фоне, будет «не просматриваемым», будет виден только силуэт. Во втором – будут видны только яркие источники, на практически однородном темном фоне. Для решения таких задач используются телекамеры со специальной обработкой сигнала.

Рассмотрим случай, когда камера установлена внутри помещения и направлена через застекленную перегородку на прилегающую территорию. При этом можно осуществлять наблюдение:

– за происходящим вне помещения. Эта задача (наблюдение за происходящим на улице и идентификация проходящих людей) решается без компенсации засветки. Однако задача идентификации входящих не решается. Виден практически только контур входящего человека;

– за человеком, входящим в дверь. Без компенсации яркого фона изображение практически непригодно для решения задачи идентификации. При наличии компенсации данная задача решается достаточно хорошо. Однако задний план (территория и объекты, находящиеся на ней) просматривается плохо. Целесообразно применение инфракрасной подсветки.

Дистанционное управление телевизионными камерами. Автоматические регулировки и режимы адаптации, заложенные в телекамерах, не всегда оптимально работают при наблюдении в условиях световых перегрузок. При наблюдении в условиях солнечного освещения наибольший эффект обеспечат дистанционные регулировки диафрагмы объектива и времени экспозиции, регулировка

усиления, переключение режимов гамма-коррекции и режимов наблюдения против света. В компьютеризированных телевизионных системах появляется возможность программного управления параметрами телекамер в зависимости от времени дня и года, по заданному алгоритму и без рутинной работы операторов.

Рекомендации по установке камеры и выбору угла поля зрения. Защитные козырьки, бленды и светофильтры.

Качественное изображение зависит не только от правильного выбора телевизионной камеры и объектива, но оптимальности ее установки. Перечислим практические правила, обеспечивающие лучшую защиту от световых перегрузок.

– Угол поля зрения объектива по возможности следует выбирать минимальным.

– На камеру нужно установить светозащитный козырек с темной матовой внутренней поверхностью. Его длина должна быть максимальной, такой, чтобы его верхний край был чуть-чуть виден на изображении.

– Камеру следует установить как можно выше, так, чтобы она смотрела сверху вниз, и площадь неба в поле зрения камеры была минимальной.

– При очень узких углах поля зрения (менее 10 угловых градусов) непосредственно на объектив следует надевать светозащитную бленду с матовой темной внутренней поверхностью. Бленда заметно уменьшает рассеяние света в линзах узкоугольных объективов.

– Если в поле зрения камеры есть небо, и в некоторые моменты времени может попадать солнце, на верхнем краю защитного козырька целесообразно закреплять нейтральный светофильтр с ослаблением 5–10 раз так, чтобы на изображении он перекрывал небо, или, как минимум, зону прохождения солнца.

– Перед установкой на объект камеру с объективом следует проверить на устойчивость при наблюдении прямого солнца, ярких облаков и нити лампы накаливания, наблюдаемой «в упор». В случае самовозбуждения системы объектив–камера следует увеличить порог срабатывания диафрагмы объектива, что позволит ценой некоторого ухудшения качества изображения гарантировать устойчивость ее работы.

Для обеспечения надежного телевизионного наблюдения в условиях солнечного освещения и световых перегрузок следует:

Использовать объективы с автоматической диафрагмой, выбирая модели с минимальным значением относительного отверстия, с малым светорассеянием и бликами.

2. Применять телекамеры с матрицами форматов не менее $1/2 - 1/3$ дюйма, серии, имеющие наименьший «смаз» изображения от ярких объектов. Учитывать, что матрицы стандартного разрешения в полтора раза превосходят матрицы высокого разрешения по максимальному наблюдаемому контрасту.

3. При необходимости установки объективов с постоянной диафрагмой, следует выбирать камеры с электронным затвором, реализующие минимальную экспозицию $1/1000000$ секунды и имеющие систему автоматического переключения режимов ПЗС «ночь–день». Такие камеры обеспечат минимальные потери информации при наблюдении в условиях световых перегрузок.

4. Использовать светозащитные козырьки или бленды максимально возможной длины с темным матовым внутренним покрытием.

5. Устанавливать камеры на местности как можно выше, чтобы площадь неба в поле зрения камеры была минимальной.

6. В наиболее сложных условиях наблюдения целесообразно применение телекамер с дистанционно регулируемыми параметрами, которые позволят операторам быстро и оптимально подстраивать режимы камер к изменяющимся условиям наблюдения.

8. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА УЧЕБНОГО ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Учебный проект СОТ выполняется индивидуально или небольшой группой (творческим коллективом) обучающихся, т. е. специалистами невысокой квалификации, за относительно короткий промежуток времени, поэтому не следует выбирать в качестве объекта охраны сложные и протяженные объекты, требующие большого объема аппаратных средств, объекты повышенной категоричности и т. п.

Основные цели и задачи проектируемой системы охранного телевидения, в зависимости от особенностей конкретного объекта охраны и цели всей системы обеспечения безопасности объекта, могут быть сформулированы, например, следующим образом.

Целью системы охранного телевидения является уменьшение последствий опасных ситуаций, выявляемых средствами телевизионного видеонаблюдения видеозаписей (включая наблюдение в невидимых для глаза спектральных диапазонах), обнаружение и верификация опасных ситуаций (возгорание, проникновение на охраняемую территорию посторонних лиц с целью совершения действий, представляющих угрозу личной, общественной или имущественной безопасности и др.)⁷ и формирование с участием оператора извещений о тревоге с охраняемого объекта (указывается наименование, тип объекта охраны).

Целью записи (архивирования) видеoinформации является ее последующий просмотр для обеспечения анализа, использования как доказательной базы или проведения следственно-оперативных мероприятий.

Целями системы охранного телевидения являются:

- повышение оперативности и эффективности работы служб обеспечения безопасности и правопорядка за счет своевременного получения и анализа видеoinформации об оперативной обстановке на объекте, передаваемой с мест установки камер видеонаблюдения;
- усиление эффективности информационных баз операторов безопасности при выполнении задач по обеспечению правопорядка и общественной безопасности за счет использования видеoinформации;

⁷ Перечень опасных ситуаций устанавливается индивидуально для каждого объекта, в зависимости от его характеристик и особенностей

– обеспечение возможности в установленный период времени восстановления хода событий на объекте охраны на основе записанных видеоматериалов.

Системы охранного телевидения используются при наличии постоянного контроля за ними со стороны оператора.

Основным результатом выполнения учебного проекта системы охранного телевидения являются чертежи, результаты моделирования параметров зон наблюдения, таблицы. Объем и содержание графической части проекта (от 10 до 12 чертежей) согласуется с руководителем проекта. Часть изображений может быть скомбинирована на одном чертеже.

Рекомендуемыми чертежами учебного проекта СОТ являются:

– тема проекта, цель проекта и задачи сот; краткая характеристика объекта (теоретический чертеж);

– архитектурный план объекта охраны⁸ (если требуется – поэтажный, и с прилегающей территорией), совмещенный со схемой формируемых зон обзора;

– схема формирования зон наблюдения в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

– результаты моделирования изображений зон видеонаблюдения на виртуальном мониторе;

– результаты расчета параметров зон видеонаблюдения, подтверждающих достижение задач и цели проекта;

– таблица состава проекта, включая перечень зон видеонаблюдения, компонентов сот, требований к файлам архива и т. д.;

– чертеж монтажа компонентов сот: видеокамер, осветителей и др.;

– схема соединения элементов сот;

– схема размещения оборудования на посту охраны;

– схема размещения видеоизображений зон наблюдения на мониторах;

– алгоритм работы сот, учитывающий дежурный режим, обнаружение нарушителя, неисправность оборудования и т. д.

По согласованию с руководителем проекта в перечень графического материала могут быть включены, например, трехмерная (3D)

⁸ Обязательно указывается масштаб и ориентация по сторонам света (для оценки расположения теней и изменения естественной освещенности в течение суток)

модель объекта и зон видеонаблюдения, схема работы видеоаналитики, взаимодействия с другими системами и др.

Обоснование принятых решений, выбора основного оборудования и его размещения, разъяснение других вопросов процесса проектирования приводится в пояснительной записке.

Разделы в пояснительной записке представлены двумя типами: нумерованные (Содержание, Введение, Заключение и т. п.) и нумерованные (1. Характеристика объекта охраны, 2. Модель нарушителя, и т. д.). Нумерованные разделы обязательны и их названия не изменяются. Нумерованные разделы имеют названия, обусловленные темой конкретного проекта, например, не «3. Схема размещения видеокамер на объекте охраны», а «3. Схема размещения видеокамер на аптечном складе». Состав и наименования нумерованных разделов зависят от характеристик объекта защиты и задач СОТ, согласуются с руководителем проекта (преподавателем). Необходимо обратить внимание на различный стиль оформления заголовков разделов разных уровней.

В тексте пояснительной записки при упоминании о методиках расчета, принципах работы, конкретных сведений о параметрах оборудования и т. д. дается ссылка на конкретный источник (ссылка приводится в квадратных скобках, например, [3], [2–4] или [5, 9–11]). Ссылка является частью предложения, например, «Расчет требуемого объема жесткого диска выполняется с помощью программного калькулятора [7] или по методике, предложенной В. Потаповым [8]». Нумерация ссылок выполняется в порядке первого упоминания ссылки, а сведения о самих источниках приводятся в разделе «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ». Обязательными являются ссылки на технические нормы и правовые документы (ТНПА).

8.1. Разделы пояснительной записки

Техническое задание

Разрабатывается студентом на первой стадии проектирования и согласуется с руководителем проекта. В техническом задании (ТЗ) указываются основные физические характеристики объекта, расписание работы, состав работников, определяются задачи СОТ, режимы работы СОТ и записи видеоизображений и т. д. Техническое

задание оформляется в виде обязательного приложения пояснительной записки – Приложение А.

Содержание

Для создания и оформления содержания рекомендуется использовать его автоматическое оформление со ссылками на заголовки до 3-го уровня и стили *Word* (1 лист).

Введение

В этом разделе приводятся актуальность темы задания, краткая характеристика объекта и основные цели проекта (1–2 листа).

Назначение системы охранного телевидения (*указывается наименование объекта охраны*) – противокриминальная защита объекта охраны путем формирования в режиме реального времени телевизионных изображений, включая их запись и хранение, служебной информации и извещений о тревоге.

Основными задачами системы охранного телевидения являются

- визуальный контроль рубежей охраны;
- наблюдение за обстановкой на пунктах пропуска на объект персонала, посетителей, транспорта;
- отображение наблюдаемых зон с приоритетным отображением тревожных событий;
- обнаружение нарушений безопасности (нарушителей, оставленных предметов, пересечений выделенных зон и линий людьми, предметами, транспортом и др.);
- идентификация обнаруженных целей (нарушителей, оставленных предметов, транспорта и др.);
- верификация (подтверждение истинности и степени угрозы) тревожной ситуации;
- контроль за протеканием технологических процессов там, где возможна угроза жизни и здоровья людей
- формирование и обработка дополнительной информации (число нарушителей, направление их движения и т. д.).

Раздел 1 – Анализ целей и задач проекта

Определение важности объекта [13] – это первый основной и юридически обоснованный шаг в направлении обеспечения безопасности объектов при проектировании систем охранного телевидения.

Характеризация особенностей объекта, существенных при проектировании СОТ: физические характеристики объекта, состав персонала, график работы персонала и посещения объекта посетителями, ориентация объекта по сторонам света, особенности естественного и искусственного освещения, материал и цвет покрытий стен, характер грунта, наличие растительности, число и места скопления посетителей, места их передвижения, рабочие места, расположение мебели и оборудования и т. д.

Составление модели нарушителя, определение вероятностей угроз, основных целей и задач системы охранного телевидения.

Назначение и цели разрабатываемой системы.

Раздел 2 – Обоснование выбора оборудования и его размещения

На начальном этапе разработки телевизионной системы необходимо определить три основные группы зон:

1. Приоритетного наблюдения средствами СОТ.
2. Желательного контроля средствами ТВ-наблюдения.
3. Запрещенные для наблюдения.

Фактически надо определить:

- положение и размеры зон наблюдения;
- их приоритетность.

В дальнейшем количество этих зон и особенности телевизионного контроля могут корректироваться, и окончательно будут определяться в совокупности со стоимостными и другими ограничениями.

В соответствии с целями и задачами СОТ и особенностями объекта охраны, режимов его работы, определенными в разделе 1 проекта СОТ, в этом разделе выполняется:

1. Определение требуемого количества и типов зон видеонаблюдения, параметров архивирования, требований к каналам связи и питанию оборудования, включая требования к резервированию питания и защите от электрических и оптических перегрузок;

2. Определение параметров оборудования, в первую очередь, количества и мест размещения видеокамер, их ориентации в пространстве, выбора объективов;

3. Решение задач передачи сигналов от видеокамер на посты охраны;

4. Выбор вспомогательного оборудования. Определение параметров периферийного оборудования: кожухов, осветителей, поворотных устройств, блоков питания и т. д.;

5. Определение количества постов охраны, получающих визуальную информацию, в соответствии с их полномочиями и приоритетами;

6. Выбор состава оборудования для постов охраны, способного в результате его оптимального конфигурирования решать задачи, определяемые концепцией безопасности объекта;

7. Определение способов взаимодействия с другими системами обеспечения безопасности (СКУД, системы охранной и пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией и др.).

В итоге составляется таблица осмотра объекта (табл. 8.1), в которой отражаются сведения по объекту и требования к проектируемой системе, согласованные с заказчиком (при выполнении учебного проекта с преподавателем – руководителем проекта). Результаты выполнения проекта фиксируются в табл. 8.2 (параметры зон видеонаблюдения системы охранного телевидения), которая приводится в заключительном разделе проекта СОТ.

Таблица 8.1

Таблица осмотра объекта и требования к проектируемой системе

Номер зоны обзора	Размещение	Задача	Дистанция, м	Ширина зоны, м	Угол зрения (объектив), град	Камера, Мп	Разрешение по горизонтали, пикс	Качество / требуемое качество, пикс/м	Тип камеры

Таблица 8.2

Параметры зон видеонаблюдения системы охранного телевидения (указывается наименование объекта охраны)

Размещение и номера камер	Название, разрешение камеры, Мп	Разрешение по горизонтали, пикс	Дистанция, м	Ширина зоны, м	Угол	Качество, п/м	Задача
Рампа (29)	EZ430 (2)	1920	8,2	14,7	32	137	учет посетителей
Приемочная (27)	ED335E (5)	2592	5	9,5	49	159	идентификация личности
Склад (23)	ECZ330E (2)	1920	10	15	43	131	предотвращение кражи
Коридор (22)	ED335 (5)	2592	33	14,3	31	130	учет посетителей
Служебный вход (22)	ED335 (5)	2592	5	9,5	25	133	учет персонала
Касса	ED330E (2)	1920	5	9,5	84	136	учет посетителей
Касса	ED330E (2)	1920	5	9,5	84	144	учет посетителей
Проход	ED335 (2)	1920	10	15	41	146	учет посетителей и работников
Склад (38)	ED335 (2)	1920	20	27,6	71	132	предотвращение кражи
Торговый зал (2)	EQ550T (5)	2592	14	24,7	88	133	учет посетителей
Торговый зал (2)	EQ550T (5)	2592	14,8	24,7	88	131	учет посетителей

Не рекомендуется приводить подробные описания типовых видов оборудования (накопителей, мониторов, общеизвестных интерфейсов, правил монтажа, алгоритмов сжатия видеосигнала и т. п.). Достаточно ограничиться краткой характеристикой оборудования со ссылкой на литературу.

Желательно в пояснительной записке, при обосновании выбора видеокамеры и объектива, места и направленности расположения видеокамеры, привести виды результата моделирования изображения (людей, автомобилей и т. п.) в зоне наблюдения (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Моделирование изображения на мониторе зоны обзора видеокамеры

В тексте пояснительной записки приводится эскиз, на котором должны быть представлены экраны видеомониторов, на которых отображаются все контролируемые зоны («проходная», «ворота», «холл», «приемная», «касса», «двор» и т. п. (рисунок)).

Приводимые по тексту сведения и решения должны сопровождаться ссылками на источник. Для всех компонентов СОТ на схемах размещения и подключения должно быть приведено их буквенно-цифровое обозначение, наименование, дано пояснение их функционального назначения в схеме.

Проект системы охранного телевидения должен включать в себя план размещения оборудования на посту охраны. Площадь помещения охраны должна быть не менее 15 кв. м.

Схемы размещения оборудования представляются в качестве графического материала (1–2 листа). Зоны наблюдения видеокамер должны быть обозначены не только лучами границ углов обзора, но передней и задней границами зон наблюдения (для обозначения рекомендуется применять штриховку (рис. 8.2)). Если в зоне наблюдения решается задача идентификации или распознавания, то на схеме наносится дистанция, на которой решаются указанные задачи.

При необходимости дополнительно может быть приведен вид сбоку. Если СОТ содержит искусственные источники освещения, то на плане объекта приводится их расположение, границы зон освещения, указывается расчетное значение освещенности.

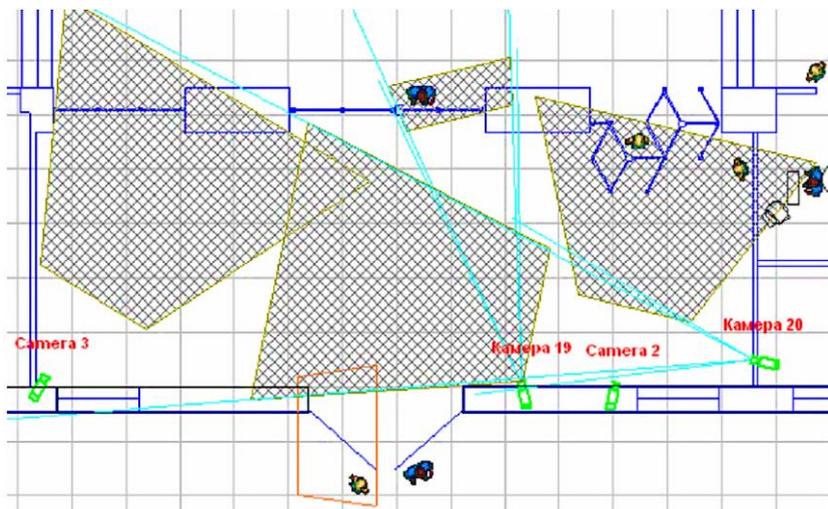


Рис. 8.2. Схема размещения видеокамер и двумерных планов зон видеонаблюдения

Приводится расчет или результаты моделирования зон видеонаблюдения (рис. 8.3, 8.4), определяются требования к разрешающей способности, чувствительности, углам обзора и установки видеокамер и т. д.

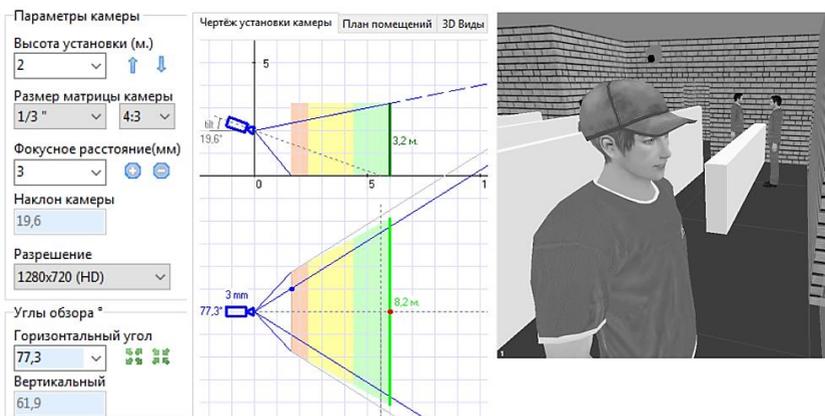


Рис. 8.3. Моделирование зоны обзора видеокамеры (указывается номер видеокамеры и наименование зоны обзора)

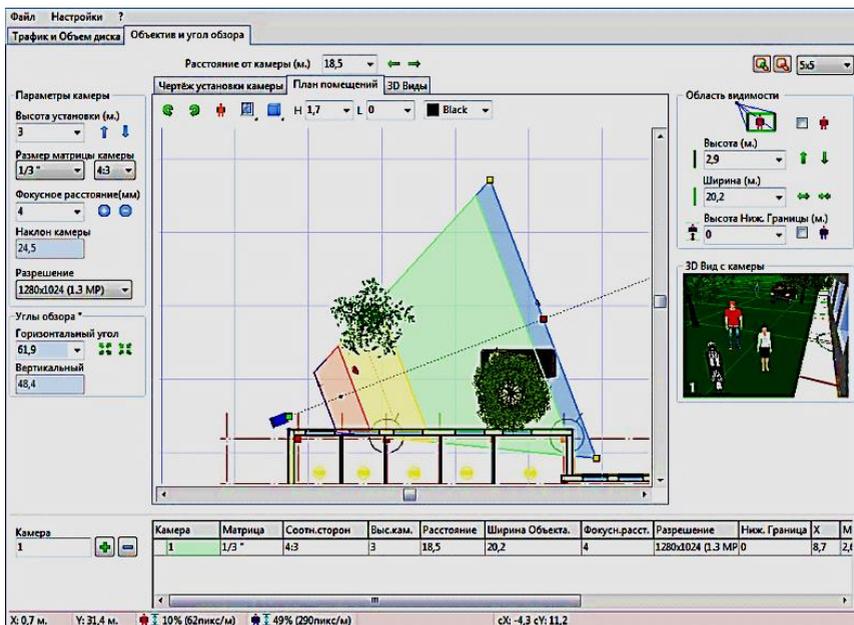


Рис. 8.4. Зоны обзора видеокамер (указывается номер видеокамеры и наименование зоны обзора): зеленый – зона, где возможно детектирование присутствия человека; желтый – зона распознавания известного оператору человека; розовый – зона идентификации

Торговый зал		Вход
		Кулинария
Касса 1	Касса 2	Касса 3

Рис. 8.5. Распределение зон наблюдения на мониторе № 2 (дежурный режим)

Раздел 3 – Обоснование выбора типа каналов связи, типа и объемов накопителей для хранения видеосигнала

Анализ протяженности и требований к линиям связи, объему передаваемой информации по каналам связи в соответствии с требованиями к качеству видеосигнала и восстановленному изображению.

Обоснование формата сжатия и режима записи с учетом тактики охраны, задач видеонаблюдения, графика работы на объекте. Расчет объема накопителей для хранения видеосигнала.

Раздел 4 – Выбор типа и расчет параметров источников питания

Анализ энергопотребления компонентов СОТ. Разбиение системы питания на зоны. Выбор типа и расчет требуемой мощности источников питания. Обоснование и расчет резервирования питания СОТ.

Раздел 5 – Алгоритм работы системы

Описание разработанных алгоритмов работы системы в целом и/или программ (для аппаратных компонентов системы).

Для всех блоков разработанных алгоритмов приводится расширенный комментарий с указанием номера блока. Следует учитывать, что для систем охранного телевидения в состав алгоритмов работы системы входят действия оператора, группы задержания нарушителя и т. д., взаимодействие с другими системами обеспечения безопасности объекта.

Алгоритмы функционирования устройства также представляются в качестве графического материала (1–2 листа), например, рис. 8.6.

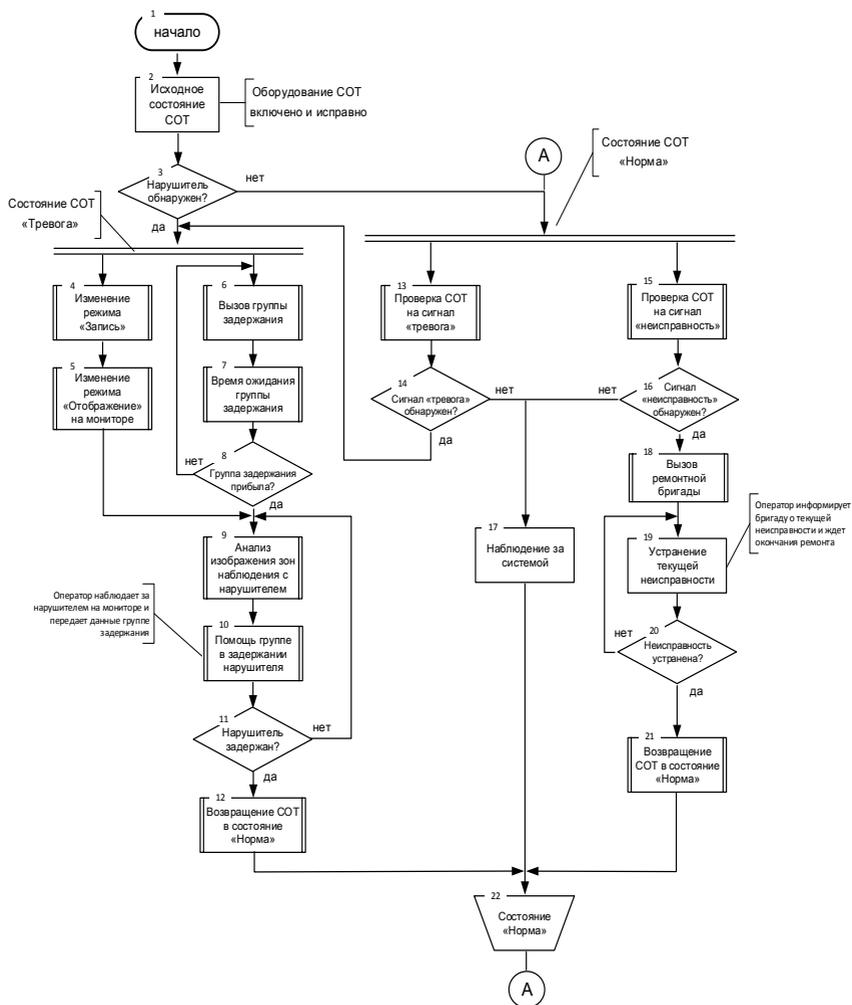


Рис. 8.6. Алгоритм работы COT офиса компании «Взгляд»

Описание алгоритма работы СОТ в пояснительной записке может быть представлено в следующем виде:

Блок-схема алгоритма работы системы представлена на чертеже XX.XXXXXX.XXX (лист 9).

При включении видеосервера происходит загрузка операционной системы (ОС) и осуществляется вход под пользователем «Администратор». Затем автоматически загружается программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Интеллект»: пользователь – «Оператор». Происходит сохранение первоначального состояния. На мониторы выводятся изображения с камер.

Постоянно происходит опрос наличия условий: «Саботаж», «Потеря связи с камерой», «Детектор движения», «Тревога КТС», «Временной интервал с 20-00 до 08-00», «Служба перезагрузки», «Выполнить», «Настройка», «Смена пользователя», «Завершение работы».

При выполнении условий «Саботаж», «Потеря связи с камерой» происходит голосовое оповещение с указанием номера камеры до момента устранения условия.

При выполнении условия «Детектор движения» и при фиксации движения в контролируемой зоне осуществляется запись в архив.

При выполнении условия «Тревога КТС» происходит непрерывная запись по всем камерам до момента снятия тревоги.

При выполнении условия «Временной интервал с 20-00 до 08-00» начинает выполняться условие «Детектор движения» и при фиксации движения в контролируемой зоне осуществляется запись в архив, голосовое оповещение «Тревога камера № XX», вывод изображения на «Монитор тревог».

При выполнении условия «Служба перезагрузки» при отсутствии отклика от процесса «*Slave.exe*» происходит перезагрузка ПАК «Интеллект», при отсутствии отклика от работающих модулей происходит перезагрузка только модуля, который не на связи.

При выполнении условия «Выполнить» происходит проверка выполнения условий «Настройка», «Смена пользователя», «Завершение работы».

При выполнении условия «Настройка» происходит проверка введенного пароля «Администратор». Если пароль подлинный – предоставляется полный доступ к меню настроек. Если пароль не

подлинный и попыток ввода более трех, происходит голосовое оповещение «Подбор пароля».

При выполнении условия «Смена пользователя» происходит проверка введенного логина и пароля. Если логин и пароль подлинный – предоставляется доступ к меню настроек согласно присвоенным правам. Если логин и пароль не подлинный и попыток ввода более трех, происходит голосовое оповещение «Подбор пароля».

При выполнении условия «Завершение работы» происходит проверка введенного логина и пароля. Если логин и пароль подлинный и права позволяют завершить работу ПАК «Интеллект» – происходит завершение работы. Если логин и пароль не подлинный и/или прав недостаточно и попыток ввода более трех, происходит голосовое оповещение «Подбор пароля».

Заключение

Нумерованный раздел. Содержит оценку реализованности технических параметров проекта в соответствии с параметрами технического задания, перспективы применения системы, перечень разработанных документов (с указанием их обозначений) (1 лист).

Список использованных источников

Нумерованный раздел. Перечень использованных источников оформляется в соответствии с ГОСТ «Библиографическое описание документа». Источник – это книга, журнал, электронный ресурс (параметры оборудования или статья на сайте) и т. п. Все источники нумеруются и приводятся в порядке их упоминания в тексте пояснительной записки. Примеры оформления:

- | | |
|--------|--|
| Книга | 1. Карасик, И.И. Методы трибологических испытаний в национальных стандартах стран мира / И.И. Карасик. – М.: Наука и Техника, 1993. – 373 с. |
| Статья | 2. Комков, О.Ю. Микротрибометр возвратно-поступательного типа, работающий в области малых нагрузок: конструктивные особенности и методика испытания образцов / О.Ю. Комков // Трение и износ. – 2003.– т. 24, № 6. – С. 642–649. |

- Стандарт 3. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804–1991. Введ. 31.07.1991. – Москва: Имидж, 1991. – 94 с.
4. Руководящий документ / Технические средства и системы охраны. Телевизионные системы видеонаблюдения (системы охранные телевизионные). Правила производства и приемки работ. – РД 28/3. 005 – 2001. – Мн.: МВД Республики Беларусь – 2001.
5. ГОСТ Р 51558-2000. Системы охранные телевизионные. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2000.
6. European Standart En 501132-2-1. July 1997 Alarm Systems – CCTV Surveillance Systems for use in Security Applications. Part 2-1: Black and White Cameras.
- Электронный ресурс 7. Левин С. Тепловизоры в системах видеонаблюдения. Журнал ТЗ, № 1, 2011. / [Электронный ресурс] Режим доступа: – <http://tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=683&uid3> – Дата доступа 27. 10. 2014 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технические средства и системы охраны. Телевизионные системы видеонаблюдения (системы охранные телевизионные). Правила производства и приемки работ [Электронный ресурс]: РД 28/3.005 – 2001. – Режим доступа: https://detsys.ru/article/ip_video,www.ss.groteck.ru. – Мн.: МВД Республики Беларусь. – 2001.

2. Указ Президента Республики Беларусь от 25 мая 2017 г. № 187 «О республиканской системе мониторинга общественной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/articles/10870>.

3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 сентября 2015 г. № 753 – О внесении изменений и дополнений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 декабря 2012 г. № 1135 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://panoptes.by/rsmob.html#footer>.

4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 13.12.2013 г. № 1074 – О перечне средств системы видеонаблюдения за состоянием общественной безопасности, технических требованиях к ним и внесении дополнений и изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 декабря 2012 г. № 1135 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: CCTVCAD Software <http://cctvcad.com/rus>.

5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 декабря 2012 года № 1135 – Об утверждении Положения о применении систем безопасности и систем видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Видимость автомобильных номеров. ГОСТ Р 50577-93. www.security-bridge.com.

6. ГОСТ Р 51.558-14 «Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: А. Лыткин. IP-видеонаблюдение. Электронная книга. – http://www.security-bridge.com/biblioteka/electronnye_knigi/ipvideonablyudenie_naglyadnoe_posobie. – Дата доступа 01. 04. 2016 г.

7. ГОСТ Р 54830 «Системы охранные телевизионные. Компрессия оцифрованных видеоданных. Общие технические требования и методы оценки алгоритмов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.security-bridge.com/biblioteka/stati_po_bezopas-

nosti/reshenie_dlya_pitaniya_ptz_ipkamery_beward_bd137p_po_tehnologii_ultrapoe / Мясников А. Решение для питания PTZ IP-камеры BEWARD BD137P по технологии UltraPoE.

8. ГОСТ Р 56035 «Системы охранные телевизионные. Защита оцифрованных видеоданных от случайного и преднамеренного искажения. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Synesis.ru.

9. ГОСТ Р 51558-2000. Системы охранные телевизионные. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tzmagazine.ru/cctv.php>.

10. ГОСТ Р 50009 «Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства охранной сигнализации. Требования и методы испытания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mbo21.ru/page/page100.html>.

11. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.im-m.ru/index.php?vib=11&id_stat=4243.

12. РД 78.36.002-2010 Рекомендации. Технические средства систем безопасности объектов. Обозначения условные графические элементов технических средств охраны, систем контроля и управления доступом, систем охранного телевидения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Куликов Александр Николаевич. Предоставлено журналом «Специальная техника».

13. European Standart En 501132-2-1. July 1997 Alarm Systems – CCTV Surveillance Systems for use in Security Applications. Part 2-1: Black and White Cameras [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Стандарт Р78.36.002-99.

14. Практический смысл британского Руководства по видеонаблюдению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// positive-live.net/ a24367 –pravilnaya sistema videonablyudeniya. html](http://positive-live.net/a24367-pravilnaya-sistema-videonablyudeniya.html). – Дата доступа: 13. 05. 2015 г.

15. Правильная система видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.secnews.ru / articles/ 10606.htm](http://www.secnews.ru/articles/10606.htm) – Дата доступа: 13. 05. 2015 г.

16. 19794-5: 2005 «Information Technology-Biometric Data Interchange Formats – Part 5: Face Image Data».

17. Брель, И. Д. Нормирование СВН: позиция департамента охраны // Технологии безопасности. 2010, № 2. – С. 7.
18. Брель, И. Д. Пути и методы нормативного регулирования СОТ // Технологии безопасности, 2013, № 1. – С. 11–15.
19. Пескин, А. Е. Мировое вещательное телевидение. Стандарты и системы : справочник / А. Е. Пескин, В. Ф. Труфанов. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2013. – 260 с.
20. Справочник по телевизионным системам наблюдения для проектировщиков, консультантов и пользователей. – М.: Гротек, 2002. – 58 с.
21. Дамьяновский, В. CCTV. Библия охранного телевидения; пер. с англ. В. Дамьяновский; – М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2003. – 344 с.
22. Дамьяновски, В. Библия видеонаблюдения. Второе издание с дополнением. – Изд.: Security Focus, 2019. – 470 с.
23. Воеводин, С. В. Системы охранного телевидения: учебное пособие / С. В. Воеводин, Е. И. Духан, Е. Д. Шамонин. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 204 с.
24. Пескин, А. Е. Системы видеонаблюдения. – Изд-во: Горячая Линия – Телеком, 2016. – 256 с.
25. Шакиров, Ф. А. Системы телевизионного наблюдения: Ф. А. Шакиров. – М.: НОУ «Такир», 1999. – 56 с.
26. Волхонский, В. В. Телевизионные системы наблюдения: учеб. пособие. – СПб.: Экополис и культура, 2005. – 167 с.
27. Гедзберг, Ю. М. Охранное телевидение. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 312 с.
28. Гвоздек Михаэль. Справочник по технике для видеонаблюдения. Планирование, проектирование, монтаж. – Техносфера, 2010. – 552 с.
29. Волхонский, В. В. Системы охранной сигнализации: СПб: В. В. Волхонский. – Экополис и культура, 1997. – 204 с.
30. Торстен Анштедт, Иво Келлер, Харальд Лутц. Видеоаналитика. – Изд.: Security Focus, 2019. – 186 с.
31. Жук, А. Комплексные средства безопасности и технические средства охранно-пожарной сигнализации / А. Жук, О. Лепешкин, В. Копытов. – Гелиос АРВ, 2009. – 288 с.

32. Магауенов, Р. Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 496 с.
33. Гарсиа М. Проектирование и оценка систем физической защиты. – М.: Мир, 2002. – 386 с.
34. Системы безопасности, связи и телекоммуникаций. – М.: Гротек, 2000. – № 31. – 28 с.
35. Груба, И. И. Системы охранной сигнализации. Технические средства обнаружения. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. – 220 с.
36. Девяткова, С. Камерная обстановка // Народная газета (Республика Беларусь). – 2015, № 14 (10 красавіка). – С. 10.
37. Черепнин, С. Гибридные системы CCTV. Журнал ТЗ № 3 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=378&uid2=424&uid3=426>. – Дата доступа: 27. 10. 2014 г.
38. Герман Кругль. Профессиональное видеонаблюдение – 2. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV. – Изд.: Security Focus, 2019. – 626 с.
39. Деринг, М. Транскодирование – новая ключевая технология CCTV. Журнал ТЗ № 4 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Дата доступа: 27. 10. 2014 г.
40. Рэй Куломб (Ray Coulombe). Системы видеонаблюдения – технические тенденции: дорогу Н.265 // Журнал ТЗ № 6 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=1000&uid2=1152&uid3=1177>. – Дата доступа 26. 08. 2015 г.
41. Новиков, С. Передача видео в распределенных цифровых системах видеонаблюдения по протоколу TCP/IP / С. Новиков. – Открытые системы, 2003. – № 9.
42. Демидов, П. Применение элементов волоконной оптики для построения систем видеонаблюдения: П. Демидов // Системы безопасности, – 2003. – № 4.
43. Теория электрической связи: учебник для вузов / А. Г. Зюко [и др.]. – М.: Радио и связь, 1998. – 432 с.
44. Олифе, В. Г. Основы компьютерных сетей / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб: Питер, 2009. – 352 с.
45. Гонта, А. Топология сети и расчет пропускной способности / А. Гонта, А. Падом // «Алгоритм Безопасности» № 1, 2014 год. 13.04.2014 <http://project.polyset.ru>

46. Маркевич, Д. Определение необходимой пропускной способности канала для системы видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://markevich.by/obuchenie-proektirovaniyu/opredelenie-neobhodimoy-propusknoy-sposobnosti-kanala-dlya-sistemy-videonablyudeniya.html>. – Дата доступа 26. 03. 2015 г.
47. Тявловский, К. Л. Каналы связи систем охранного телевидения: метод. пособие / К. Л. Тявловский, А. К. Тявловский, Р. И. Воробей. – Минск: БНТУ, 2013. – 53 с.
48. Тявловский, К. Л. Каналы связи. Устройства связи и передачи информации. Задачи и контрольные вопросы. – Минск: БНТУ, 2009. – 63 с.
49. Никулин, О. Ю. Системы телевизионного наблюдения / О. Ю. Никулин, А. Н. Петрушин. – М.: Изд. «Оберег-РБ», 1997. – 168 с.
50. Секен, К. Приборы с переносом заряда / К. Секен, М. Томпсет; пер. с англ. под ред. В. В. Поспелова, Р. А. Суриса. – М.: Мир. 1978. – 327 с.
51. Системы технического зрения / под ред. А. Н. Писаревского, А. Ф. Чернявского. – Л.: Машиностроение, 1988. – 424 с.
52. Годен, Ж. Колориметрия при видеообработке. – М.: Техносфера, 2008. – 328 с.
53. Video CAD. Программа профессионального проектирования систем видеонаблюдения. Версия 7.1 Professional. – Руководство пользователя. – 2012, CCTV CAD Software. – 505 с.
54. Тявловский, К. Л. Системы телевизионного наблюдения. Основы проектирования: метод. пособие / К. Л. Тявловский, Т. Л. Владимирова, Р. И. Воробей. – Минск: БНТУ, 2010. – 85 с.
55. Системы видеонаблюдения. Основы проектирования : методическое пособие для студентов специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» / К. Л. Тявловский, Т. Л. Владимирова, Р. И. Воробей. – Минск: БНТУ, 2012. – Ч. 2. – 53 с.
56. Тявловский, К. Л. Проектирование систем охранного телевидения: учебно-методическое пособие / К. Л. Тявловский [и др.]. – Минск: БНТУ, 2016. – 69 с.
57. Уваров, Н. Е. Технические помехи в телевизионных сетях систем наблюдения и охраны / Н. Е. Уваров. – Скрытая камера: 2003. – № 3.

58. Волхонский, В. В. Критерии выбора разрешающей способности в системах теленаблюдения. PROSystem CCTV. № 2 (38). 2009. – С. 60–64.

59. Волхонский, В. В. Некоторые особенности выбора положения и ориентации телевизионных камер // Алгоритм безопасности, № 3, 2011. – С. 52–58.

60. Потапов, В. П. Защита супермаркета от воровства. – Трегарт. Мост безопасности. – 2012 [Электронное издание]. – Режим доступа: <http://www.ebook-maestro.com/ru>. – Дата доступа: 27.10.2014 г.

61. Левин Сергей. Тепловизоры в системах видеонаблюдения. Журнал ТЗ, № 1, 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [/jpage.php?uid1=681&uid2=683&uid3=699](http://jpage.php?uid1=681&uid2=683&uid3=699). – Дата доступа: 27.10.2014 г.

62. Черепанов, В. П. Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок: справочник / В. П. Черепанов, А. К. Хрулев, И. П. Блудов. – М.: Радио и связь, 1994. – 224 с.

63. Камеры для задач распознавания: как получить контрастное изображение в плохих условиях [Электронное издание]. Режим доступа: <http://biblioteka/stati-po-bezopasnosti/kamery-dlya-zadach-raspoznaniya-kak-poluchit-kontrastnoe-izobrazhenie-v-plohih-usloviyah>. – Дата доступа: 26.08.2015 г.

64. Филиппов, Д. Обучение операторов видеонаблюдения: проблемы и рекомендации. Журнал ТЗ № 5 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=837&uid2=947&uid3=968>. – Дата доступа 27. 10. 2014 г.

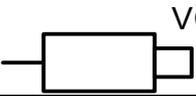
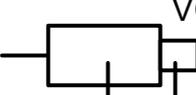
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Условные графические обозначения для чертежей систем охранного телевидения

Условные графические обозначения для чертежей СОТ не имеют единого стандартного изображения, поэтому они, в ряде случаев, могут отличаться в различных источниках и документах. Также не существует единого стандарта, в котором были бы полно отражены правила выполнения УГО всех основных элементов СОТ. В таблице ПА 1 приведены УГО основных элементов СОТ, а также альтернативные изображения УГО элементов СОТ. Так как СОТ является одной из подсистем общей системы технического обеспечения безопасности объекта, то для изображения остальных элементов проектируемой системы используются УГО⁹, принятые для схем систем пожарной и охранной сигнализации и оповещения, систем контроля управления доступом. Изображения УГО некоторых элементов могут быть получены комбинацией УГО более простых элементов.

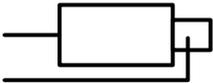
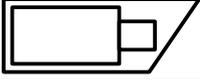
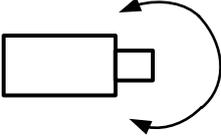
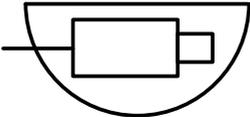
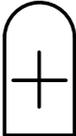
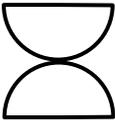
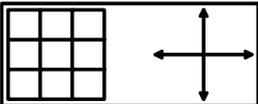
Таблица А.1

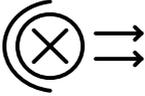
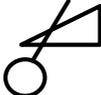
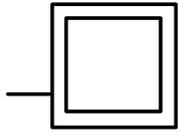
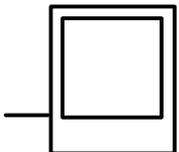
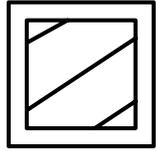
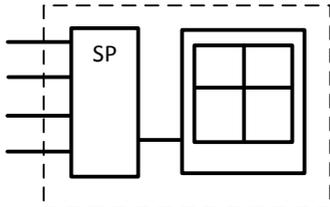
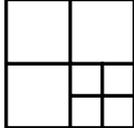
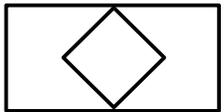
Условные графические обозначения для чертежей СОТ

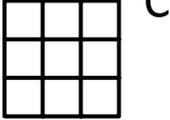
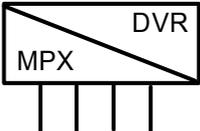
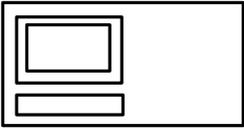
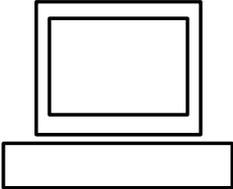
Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Телевизионные камеры и вспомогательные устройства		
Телевизионная камера (с объективом)	 VC1	
Телевизионная камера (с автоматически управляемым объективом)	 VC2	

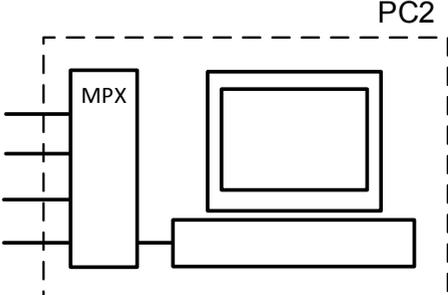
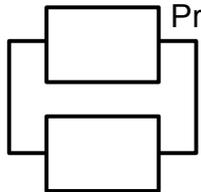
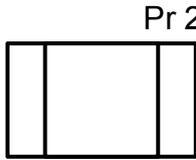
Продолжение табл. А.1

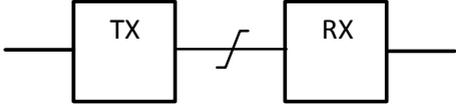
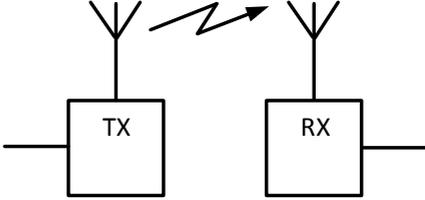
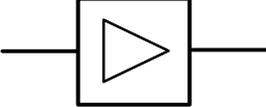
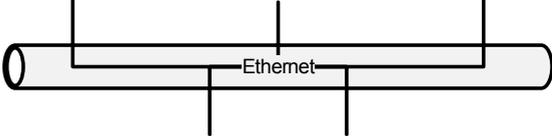
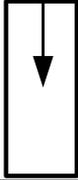
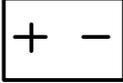
⁹ РД 78.36.002-2010 Рекомендации. Технические средства систем безопасности объектов. Обозначения условные графические элементов технических средств охраны, систем контроля и управления доступом, систем охранного телевидения

Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Телевизионная камера (с дистанционно управляемым объективом)	 VC3	
Телевизионная камера в кожухе	 VC4	 VC5
Телевизионная камера с поворотным устройством	 VC6	 VC7 или  VC8
Телевизионная купольная камера	 VC9	
Поворотное устройство		
Поворотное и наклонное устройство		
Видеоклавиатура		

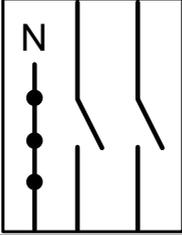
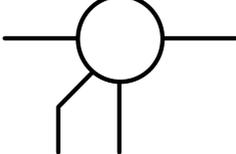
Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Осветитель направленный		
Регулятор света (диммер)		
Устройства отображения, обработки и коммутации видеосигналов		
Видеомонитор	<p style="text-align: center;">VM1</p>  <p style="text-align: center;">или</p> <p style="text-align: center;">VM2</p> 	<p style="text-align: center;">VM3</p> 
Видеомонитор со встроенным квадратором	<p style="text-align: center;">VM4</p> 	
Видеокмутатор VS 1 и последовательный видеокмутатор VS 2	<p style="text-align: center;">VS1</p> 	<p style="text-align: center;">VS 2</p> 

Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Видеодетектор движения	<p style="text-align: center;">VD1</p> 	
Клавиатурная панель		
Видеорегистратор аналоговый	<p style="text-align: center;">VR1</p> 	
Видеорегистратор цифровой четырех канальный	<p style="text-align: center;">VR2</p> 	
Видеорегистратор цифровой дискового типа (на базе HDD)	<p style="text-align: center;">VR3</p> 	
Видеосервер		
Рабочее место на основе персонального компьютера	<p style="text-align: center;">PC1</p> 	

Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Компьютерная система обработки видеосигналов		
Принтер		
Устройства передачи видеосигналов		
Линия проводки. Общее изображение		
Линия цепей управления		
Линия с напряжением 36 В и ниже		
Волоконно-оптический кабель ВОЛС		
Проводка в трубах. Общее изображение		
Проводка в коробе		
Коаксиальный кабель		
Витая пара		

Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Комплект передачи видеосигнала по витой паре		
Комплект передачи видеосигнала по радиоканалу		
Усилитель магистральный		
Локальная цифровая сеть Ethernet		
Грозоразрядник		
Устройства электропитания для технических средств охраны и СОТ		
Источник бесперебойного электропитания		
Источник электропитания постоянного тока		

Окончание табл. А.1

Наименование	Обозначение	Альтернативное обозначение
Бокс силового электроснабжения		
Коробка коммутационная		
Коробка коммутационная с подводами		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Классификация климатических кожухов и рекомендации по выбору всепогодных кожухов

Защитные свойства кожухов классифицируются согласно стандарту ГОСТ 14254 (МЭК 529) двухразрядными номерами: *IP XX* (от английского *Index of Protection*, например, *IP 67*). Первая цифра показывает степень защиты от проникновения посторонних предметов, вторая – защищенность от проникновения внутрь влаги (табл. Б.1).

Таблица Б.1

Классификация защитных свойств кожухов

	Степень защиты		Степень защиты
0	Нулевая защита	0	Нулевая защита
1	Защита от проникновения твердого тела диаметром более 50 мм, например, рук человека	1	Защита от капель, падающих вертикально сверху
2	Защита от проникновения твердого тела диаметром более 12 мм, например, пальцев человека	2	Защита от капель, падающих сверху с отклонением от вертикали не более 15°
3	Защита от проникновения твердого тела диаметром более 2,5 мм, в частности инструментов	3	Защита от капель, падающих сверху с отклонением от вертикали не более 60°
4	Защита от проникновения твердого тела диаметром более 1 мм, например, проволоки	4	Не полная защита от струй любого направления, проникающая вода не наносит существенного ущерба
5	Неполная защита от песка и пыли – количество пыли не должно мешать нормальной работе оборудования	5	Защита от водяных струй любого направления
6	Полная пылезащищенность	6	Защита от мощных потоков и сильных водяных струй любого направления
		7	Не полная защита от проникновения воды при погружении в оговоренных условиях на определенное время – проникающая вода не наносит существенного ущерба
		8	Защита от проникновения воды при постоянном погружении в воду при оговоренных условиях

Всепогодные кожухи (не учитывая взрывозащищенные (неискроопасные) и кожухи для работы в агрессивных средах) должны решать следующие задачи:

1. Кожух должен нагревать телекамеру при низких температурах и не допускать перегрева при высоких.

Для этих целей кожухи оборудуются несъемными нагревателями. Нагреватели вместе с мощностью, рассеиваемой самой телекамерой, в герметичном кожухе обеспечивают перепад температур 20 °С относительно окружающей среды. Это позволяет основным типам телекамер работать при температурах от –40 до +50 °С, но с обязательным отключением нагревателей при температурах выше нуля.

Для защиты от перегрева, если камера установлена на открытом месте, необходима бленда (солнечный козырек), она позволяет при прямом солнечном освещении снизить температуру кожуха на 10–15 °С. Точнее, температура кожуха будет та, что приводит Гидрометцентр – «температура в тени».

2. Защита от дождя.

Простейшие конструкции кожухов имеют сверху сплошную крышку и, в сочетании с уплотнителями, обеспечивают защиту класса *IP53* (примерно соответствуют американскому *NEMA-3*) – от потоков воды сверху с отклонением в пределах 60° от вертикали. Более серьезные кожухи проектируются более герметичными. Так кожух класса *IP65* полностью защищает телекамеру от пыли и от струй воды любого направления. Такие кожухи можно монтировать под любым углом к горизонту. Наибольшую защиту от внешней среды обеспечивают кожухи, собранные вместе с телекамерой и герметизированные в заводских условиях, заполненные сухим азотом под давлением больше атмосферного, имеющие не гермовыводы кабелей, а полностью герметичные разъемы для подключения внешних соединителей. В таком случае кожух способен выдерживать даже погружение в воду (*IP67/68*). Подобные варианты предлагаются всеми серьезными производителями кожухов.

3. Обеспечить прозрачность окна.

Для обеспечения этой функции нужен маленький постоянно включенный нагреватель на окне кожуха, чтобы оно не запотевало летом и не обмерзло зимой. Может быть установлен постоянно работающий вентилятор (в упрощенных моделях).

Маркировка взрывобезопасного оборудования

При маркировке взрывобезопасного оборудования используются следующие обозначения:

- маркировка защиты аппаратуры от взрыва (2, 1, 0);
- знак *Ex*, подтверждающий, что оборудование соответствует стандартам взрывозащищенности;
- знак вида взрывозащищенности (*d; p; i; q; o; s; e*). Вид взрывозащиты оборудования технологического видеонаблюдения – *Exd* (взрывонепроницаемая оболочка);
- знак обозначает категорию или подкатегорию оборудования, в зависимости от области применения (II; IIA; IIB; IIC);
- знак, определяющий температурный класс оборудования. Может варьироваться в пределах от T1 до T6 (от 450 до 85 °С).



СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЗАМКНУТОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ.....	8
1.1. Цели и задачи систем охранного телевидения. Роль охранного телевидения в обеспечении безопасности объектов.....	10
1.2. Обеспечение безопасности средствами систем видеонаблюдения. Правовые нормы применения СОТ.....	14
1.3. Основные задачи видеонаблюдения. Нормирование СОТ. Требования к видеозаписи.....	19
1.4. Классификация СОТ.....	21
1.4.1. <i>Классификация СОТ по категории значимости и условиям эксплуатации объекта</i>	23
1.4.2. <i>Классификация систем охранного телевидения по уровню освещения</i>	25
1.4.3. <i>Режимы работы и типы зон наблюдения</i>	27
1.5. Гибридные системы охранного телевидения. От аналога к цифре.....	29
2. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ.....	35
2.1. Основные задачи и этапы проектирования систем охранного телевидения.....	36
2.2. Основные этапы разработки системы охранного телевидения.....	39
2.2.1. <i>Проектирование системы охранного телевидения. Общение с заказчиком</i>	42
2.2.2. <i>Основные задачи видеонаблюдения на объекте. Требования к компонентам СОТ</i>	43
2.2.3. <i>Модель нарушителя. Методика персонажей</i>	55
2.3. Проблема человеческого фактора СОТ.....	56

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ.	
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ	
3.1. Состав технического задания учебного проекта СОТ	57
3.2. Выбор и установка телекамер.	
Определение числа видеокамер	62
3.3. Размещение видеокамер. Выбор зон наблюдения.....	63
3.4. Размещение видеокамер в различных типах зон видеонаблюдения.....	67
3.5. Выбор телевизионных камер. Совместимость компонентов охранного телевидения. Факторы оценки качества компонентов системы охранного телевидения	69
3.5.1. <i>Характеристики видеокамер и сенсоров.</i>	
<i>Фоточувствительные сенсоры.....</i>	71
3.5.2. <i>Характеристики видеокамер. Разрешающая способность</i>	74
3.5.3. <i>Характеристики видеокамер и их компонентов.</i>	
<i>Объективы</i>	76
3.5.4. <i>Характеристики видеокамер и параметры зон видеонаблюдения. Расчет параметров поля зрения видеокамеры</i>	82
3.5.5. <i>Совместимость компонентов видеокамеры.</i>	
<i>Выбор формата объектива</i>	85
3.5.6. <i>Характеристики видеокамер. Чувствительность телевизионной камеры</i>	88
3.5.7. <i>Особенности использования видеокамер.</i>	
<i>Использование дополнительных возможностей.....</i>	94
3.5.8. <i>Видеонаблюдение в условиях плохой видимости.</i>	
<i>Использование инфракрасного диапазона</i>	102
3.5.9. <i>Телевизионные камеры типа «день/ночь».....</i>	103
3.5.10. <i>Видеонаблюдение в условиях плохой видимости.</i>	
<i>Тепловизионные камеры в системах охранного телевидения.....</i>	105
3.5.11. <i>Видеонаблюдение в условиях ограниченной видимости. Радиовидение</i>	110
3.6. Выбор и установка телекамер. Параметры зон телевизионного наблюдения.....	111
3.6.1. <i>Слепая зона под видеокамерой.....</i>	117

3.6.2. Мертвая зона под видеокамерой	118
3.6.3. Радиальная длина обнаружения человека	119
3.6.4. Условно мертвая зона по горизонтали	122
3.6.5. Разрешение для объекта.....	123
3.6.6. Объективные и субъективные факторы оценки качества системы охранного телевидения. Четкость и контраст	126
3.6.7. Объективные и субъективные факторы оценки качества СОТ. Эффективность использования поворотных систем	132
3.7. Видеонаблюдение в условиях плохой видимости. Проектирование СОТ при искусственном освещении объекта	137
3.7.1. Основные параметры светотехники СОТ	138
3.7.2. Использование осветителей в СОТ. Факторы оценки качества осветительных приборов	144
3.7.3. Инфракрасные осветители	148
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	154
4.1. Выбор телевизионных видеокамер по чувствительности	154
4.1.1. Расчет требуемой чувствительности видеокамеры.....	156
4.2. Зона обзора видеокамеры	162
4.2.1. Параметры зон обзора видеокамеры	165
4.3. Особенности трехмерного моделирования СОТ	170
4.4. Моделирование факторов, ограничивающих качество изображения	172
4.5. Рекомендации проектирования при использовании искусственного освещения	179
4.6. Режимы записи телевизионных сигналов в СОТ	180
4.6.1. Выбор частоты записи	185
4.6.2. Выбор событий для управления режимом записи	187
4.6.3. Алгоритмы сжатия видеосигналов.....	188
4.6.4. Оценка требуемого объема памяти при записи сигналов СОТ.....	193
4.6.5. Устройства видеозаписи	195
4.7. Организация питания видеокамер. Расчет времени автономной работы системы видеонаблюдения.....	198

5. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ТИПОВЫХ ОБЪЕКТОВ ОХРАНЫ.....	207
5.1. Системы охранного телевидения типовых объектов охраны.....	208
5.1.1. Система видеонаблюдения для квартир и коттеджей.....	208
5.1.2. Видеонаблюдение в офисе.....	210
5.1.3. Система видеонаблюдения для предприятий торговли.....	212
5.1.4. Обеспечение безопасности медицинских учреждений....	218
5.1.5. Системы видеонаблюдения для парковок и предприятий транспорта.....	220
5.1.6. Мобильные системы охранного телевидения.....	224
5.1.7. Меры защиты видеокamer.....	228
5.2. Размещение камер для типичных задач СОТ. Примеры верных и ошибочных решений.....	233
5.2.1. Телевизионный контроль потока людей.....	233
5.2.2. Телевизионный контроль входов в здание. Геометрические искажения изображения объекта контроля в зависимости от способа установки камеры.....	235
5.2.3. Видеоконтроль пассажиров на эскалаторе.....	238
5.2.4. Контроль зоны вдоль здания.....	239
5.2.5. Контроль протяженной зоны (коридора, периметра).....	242
5.3. Варианты оборудования объектов.....	243
5.3.1. Помещения.....	244
5.3.2. Коридоры.....	245
5.3.3. Лестницы и входные двери.....	246
5.3.4. Периметр.....	247
5.3.5. Открытые площадки.....	249
5.4. Помещение охраны.....	250
5.4.1. Расстояние наблюдения.....	253
5.4.2. Количество и расположение мониторов.....	254
6. КАНАЛЫ СВЯЗИ СОТ. ВЫБОР УСТРОЙСТВ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОСИГНАЛОВ.....	259
6.1. Типы каналов связи СОТ.....	263

6.1.1. Низкочастотная передача по коаксиальному кабелю	264
6.1.2. Низкочастотная передача по симметричной линии. Витые пары	268
6.1.3. Передача по оптическому каналу связи	270
6.1.4. Высокочастотная передача по радиоканалу	276
6.1.5. Низкочастотная цифровая передача по телефонным линиям	279
6.1.6. Передача информации по компьютерным сетям	281
6.2. Транскодирование видеосигналов в СОТ	284
6.3. Замечания по использованию каналов связи в СОТ	288

7. ОПТИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕГРУЗКА СИСТЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ.

МЕРЫ ЗАЩИТЫ	290
7.1. Виды электрических перегрузок	292
7.1.1. Помехи от разрядов молнии	293
7.1.2. Коммутационные импульсные помехи	298
7.1.3. Перенапряжения и провалы напряжения в сети питания	299
7.1.4. Перегрузки по напряжению за счет переходных процессов и статического электричества	301
7.2. Влияние перегрузок по напряжению на элементы аппаратуры	302
7.2.1. Влияние электромагнитных импульсов на элементы РЭА	302
7.3. Перегрузки при подключении функциональных блоков системы	303
7.3.1. Проблемы заземления и питания функциональных блоков	304
7.3.2. Основные причины выхода из строя оборудования во время грозы	309
7.4. Применение элементов защиты	310
7.4.1. Требования к элементам грозозащиты	310
7.4.2. Сравнительная оценка ограничителей напряжения	312
7.4.3. Области применения ограничителей напряжения	317
7.5. Устройства защиты от импульсных электромагнитных помех	322

7.5.1. Устройства грозозащиты линий связи	324
7.5.2. Организация электропитания видеокамер	332
7.5.3. Рекомендации по применению устройств грозозащиты	333
7.5.4. Защита камер наружного видеонаблюдения от световых перегрузок (ярких засветок)	336
8. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА УЧЕБНОГО ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ	347
8.1. Разделы пояснительной записки	349
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	362
ПРИЛОЖЕНИЕ А	368
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	375

Учебное издание

ТЯВЛОВСКИЙ Константин Леонидович
ВОРОБЕЙ Роман Иванович
ГУСЕВ Олег Константинович [и др.]

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ
ОХРАННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

Учебное пособие

Редактор *Е. О. Германович*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 24.02.2021. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 17,45. Тираж 200. Заказ 614.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.