

УДК 621.396.96

Р.Х. Садыхов, С.А. Кучук

## СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Рассматриваются системы видеонаблюдения средних и крупных объектов, используемое оборудование. Освещаются вопросы обработки изображений, тенденции развития видеосистем, очерчивается круг проблем, требующих решения.*

### Введение

С помощью систем видеонаблюдения решается широкий круг важных для общества задач: обеспечиваются сохранность имущества и безопасность граждан, снижаются затраты на персонал, поддерживается приток денег в бюджет государства. Видеонаблюдение применяется в казино, супермаркетах, увеселительных заведениях, клиниках, заводах, на трансформаторных подстанциях, объектах топливно-энергетического комплекса, в химической промышленности (резервуарах хранения химически активных веществ, опасных для людей и экологии), на парковках, улицах, в приемопередатчиках сотовой связи, офисных объектах, торговых центрах, крупных жилых комплексах, вузах, школах, на стадионах, нефтепроводах, заправках и т. п. [1].

Анализируя состояние дел в области видеонаблюдения в мире, авторы акцентируют внимание на возможностях и потребностях рынка, очерчивают круг решаемых и требующих решения задач в области обработки изображений, показывают направления перспективных научных исследований.

### 1. Технические средства

К техническим средствам систем видеонаблюдения можно отнести видеокамеры, средства передачи данных и технического оснащения мест операторов и др., устройства видеозаписи и сигнализации.

#### 1.1. Видеокамеры

По способу передачи данных камеры делятся на аналоговые и цифровые [2].

Цифровые камеры опережают аналоговые [3] по качеству изображения, стоимости их интеграции в крупные системы видеонаблюдения. С ростом популярности цена цифровых камер уменьшается и становится сравнимой с ценой аналоговых [4].

В новых системах видеонаблюдения среднего и крупного масштаба установлены цифровые камеры, в старых используются аналоговые. В смешанных системах присутствуют как унаследованные аналоговые, так и новые цифровые видеокамеры. Широко распространенными системами, в состав которых могут входить камеры видеонаблюдения, являются Орион (Болид), Vista 50P, NAC.

Уличные камеры устанавливаются на стенах зданий или столбах. Их оснащают водонепроницаемыми термокожухами, системами подогрева [5], защиты от вандалов, беспроводной или оптоволоконной связью.

Распространенные модели камер (ACTi Corp., ACUMEN Int. Corp., Arecont Vision, AVtech, Axis Communications, BOSCH Security Systems, D-Link, Merit Li-Lin, MOBOTIX AG, Pelco, Samsung Electronics, SANYO, Sony, Verint) выполняют, как правило, схожий набор функций [6–8]:

- улучшают изображения;
- вырезают зоны маскирования (например, зону ввода ПИН-кода);
- сжимают данные;

- выявляют движение, звук, дым и огонь;
- сигнализируют при неисправностях, закрытии и загрязнении объектива, поломке осветителя, засветке, расфокусировке, изменении угла обзора, изменении положения камеры;
- выделяют лица;
- предоставляют веб-доступ;
- выполняют специальные функции: подсчет количества людей, определение направления их движения, распознавание автомобильных номеров.

К недостаткам камер, использующих протокол IP (IP-камер), относят пропадание сигнала в сети, задержки при передаче данных, необходимость настройки, потерю качества изображения при сжатии. К настоящему времени большинство этих недостатков преодолены в той или иной степени [9]. Прогноз востребованности кабельного телевидения высокой четкости (HDCctv) как альтернативы IP-камерам низкий [9].

IP-камера улучшает получаемые изображения, затем сжимает их и передает в сеть (рис. 1). Потребители данных могут получать их как изнутри, так и вне сети видеонаблюдения.

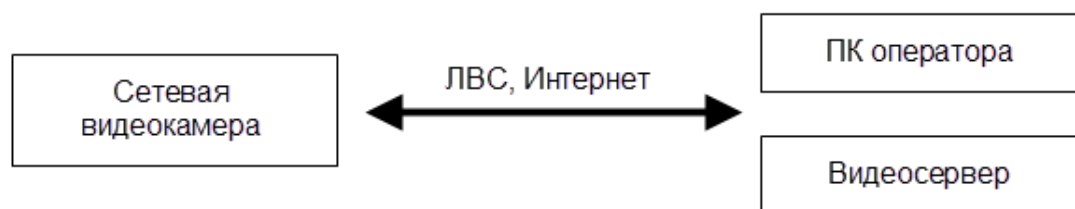


Рис. 1. Схема передачи данных потребителям от IP-видеокамеры

Все сетевые камеры улучшают изображение [6–8]: проводят стабилизацию изображений (при дрожании, вибрации), подавление и удаление шумов, цифровое масштабирование, компенсацию дефектных пикселей и пиковой яркости.

Хотя в цифровых камерах не применяются аналоговые стандарты телевизионной передачи, изображения с большим разрешением практически не используются по ряду причин: цена на камеры повышается из-за качественной оптики; требуются дополнительные затраты на хранение, передачу и обработку данных; во многих системах нужно фиксировать лица людей, поэтому камеры устанавливают с разных углов. Таким образом, наиболее востребованы 1,3–5-мегапиксельные камеры (таблица) [9]. Видеокамеры с более высоким разрешением используют на входах в здание, на открытых площадях, где не стоит задача идентификации людей [10, 11].

Популярные разрешения форматов видеоданных IP-камер [12]

Соотношение сторон	Разрешение
4:3	1,3 Мпкс: 1280x960, 2 Мпкс: 1600x1200
16:9	0,9 Мпкс HD720: 1280x720, 2 Мпкс FullHD1080: 1920x1080
Ближе к 16:9	1 Мпкс: 1280x800

Для определения требуемых параметров камеры исходят также из ширины целевой зоны и целей обработки изображений [13]. Допустим, что ширина целевой зоны, которую нужно охватить камерой, – 5 м. Цель системы определяет требуемое качество входного изображения (фиксация событий 100 пкс/м, распознавание знаков автомобилей 170–190 пкс/м, идентификация личности 250–270 пкс/м), например 270 пкс/м. Производство нужного качества входного изображения на ширину зоны обзора дает требуемое разрешение по горизонтали IP-камеры, например 1350 пкс. Если выбрана камера с разрешением, меньшим рассчитанного, используют две и более камеры. Далее выбирается матрица в зависимости от требуемого качества картинки: отличное (на базе ПЗС-матриц) или среднее (на базе КМОП-матриц). Камера устанавливается от зоны наблюдения на некотором отдалении, например 20 м. Отдаление и ширина зоны – парамет-

ры для расчета фокусного расстояния (или угла обзора камеры по горизонтали). Так получается вторая характеристика требуемой камеры.

*Угол обзора* характеризует охватываемую камерой зону и качество различных деталей объектов, позволяющих их идентифицировать. Он зависит от расстояния и требований к видимым деталям охватываемых объектов [5]. Угол обзора бюджетных видеокамер составляет 43–87° по горизонтали и 33–71° – по вертикали.

*Чувствительность* – минимальный уровень света, необходимый для получения приемлемого изображения. Требуемая чувствительность камеры зависит от наличия источников света, необходимости работы ночью. Для наблюдения освещенных автомагистралей в сумерки подходят камеры с чувствительностью 10 лк, для условий безлунной ночи без освещения требуются камеры с чувствительностью 0,01 лк [5].

Камеры, которые должны работать при низкой, переменной освещенности, оснащают режимом «день/ночь», механическим оптическим инфракрасным фильтром, автоматической регулировкой диафрагмы. Для участков с затемненными и светлыми участками используют камеры с уровнем динамического диапазона более 100 дБ [12]. Инфракрасная подсветка позволяет камере видеть 3–10 м пространства перед собой.

Развивается стандарт питания камер по сетевому кабелю IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) [14]. PoE не применяется на особо опасных производствах, поскольку недостаточно взрывобезопасен [15]. В связи с тем что не все оборудование целиком соответствует PoE, перед покупкой оно проверяется на совместимость.

Для того чтобы соответствовать стандартам на энергопотребление и удешевить стоимость камер, цифровая обработка изображений осуществляется посредством микросхем, сжатие – систем на кристаллах, сетевые функции – встроенной ОС Linux [16].

Учитывая высокую ресурсоемкость видеоаналитики на высокопроизводительных видеосерверах, ширину каналов связи, необходимость оператора следить за показаниями нескольких камер, нет необходимости эксплуатировать камеры с высокой кадровой частотой. Кадровая частота камер должна составлять минимум 6 Гц, в среднем – 6-25 Гц.

### 1.2. Обмен данными

Для передачи данных потребителям применяют протоколы VLAN или VPN. Потребителями являются клиентское ПО постов охраны, видеосерверы, серверы обработки данных, мобильные устройства охраны, охранно-пожарные сигнализации, системы контроля и управления доступом, удаленные рабочие места [2]. Иногда доступ к камерам осуществляется через Интернет.

Устаревшие аналоговые камеры подключаются к сети через медиаконвертеры и видеорегистраторы с сетевым выходом, ПК с платой видеозахвата (до 16 камер) [2, 17] (рис. 2 и 3). Когда подключение происходит через ПК с платой видеозахвата, ПК может выступать в роли видеосервера.



Рис. 2. Структурная схема центрально-распределенной системы на базе аналоговых камер с медиаконвертером

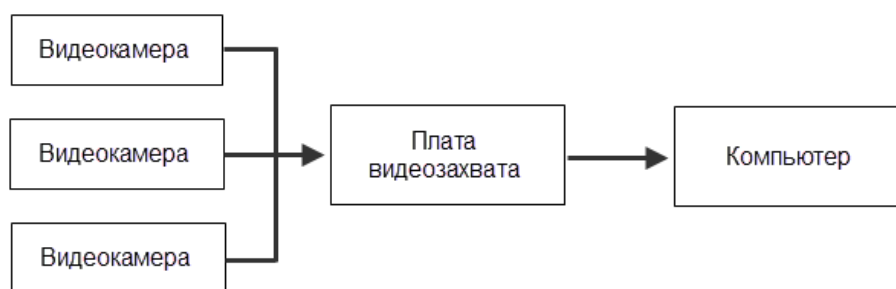


Рис. 3. Схема подключения аналоговых камер к сети посредством платы видеозахвата

В уличных камерах на столбах для защиты от грозы используются оптоволокно и беспроводные технологии: Wi-Fi, Bluetooth (дальность 50 м), IrDA OBEX, HomeRF (рис. 4) [2, 18, 19]. Наиболее популярна технология Wi-Fi несмотря на то, что скорость передачи данных в ней в значительной степени зависит от расстояния, погодных условий, наличия препятствий на пути сигнала, числа подключенных клиентов [18].



Рис. 4. Канал передачи данных от уличной камеры

Настройка камеры как сетевого устройства проводится квалифицированными администраторами, что гарантирует аутентичность данных, их защиту от несанкционированного доступа и подмены.

Для уменьшения объема видеоданных камера сжимает данные до их отправки в сеть. Популярные кодеки сжатия видеоданных (H.264, MPEG-4, JPEG, M-JPEG, Wavelet), как правило, реализованы аппаратно и позволяют уменьшить объем передаваемых данных по сети [16]. Существуют две проблемы: распаковки (на монитор оператора требуется одновременно выводить уменьшенные в разрешении видеопотоки порядка 16 камер) и упаковки (на видеосервере необходимо вести запись порядка 64 камер).

В настоящее время происходит постепенный переход на более эффективную реализацию сжатия – H.264/AVC/MPEG-4 Part 10 с расширением SVC [16], которая поддерживает быструю декомпрессию, предоставление одновременного доступа к данным устройствам с различным разрешением и скоростью соединения. Это позволяет уменьшить нагрузку на сеть, так как камере больше не нужно передавать данные в двух форматах одновременно: JPEG для ПО ПК операторов и мобильных устройств и MPEG-4 для видеосервера. Однако пока еще обратная совместимость сохраняется: большое количество моделей камер могут передавать данные параллельно в JPEG и MPEG-4 [20].

Разрабатывается интеллектуальное сжатие: движущиеся объекты передаются в высоком качестве, а статические объекты сжимаются с большими потерями [6]. Когда нет движения, изображение либо не передается, либо передается в ухудшенном качестве и реже, чтобы снизить объем передаваемых и обрабатываемых данных.

Хотя данные и сжимаются, объем их в средних и крупных системах настолько велик, что применяются специальные гигабитные сети, автономные от основных сетей организаций, обеспечивающие непрерывное функционирование этих систем. В таких специальных сетях используются гигабитные управляемые коммутаторы, которые обеспечивают скорость обмена данными с камерами 100 Мбит/с и имеют гигабитовый up-link на оптоволокно. Как правило, серверы, проводящие обработку данных, размещают территориально рядом с группой камер.

По мере появления стандартов все большее количество встроенных в камеры функций по обработке видеоданных унифицируется [6].

### **1.3. Устройства видеозаписи**

Устройства видеозаписи представлены видеоманитофонами, видеорегистраторами, видеосерверами.

*Видеоманитофоны* исторически появились первыми. Сейчас они устарели и практически не используются. Эти устройства можно встретить в старых аналоговых системах видеонаблюдения, в которых они позволяют записывать порядка 40 суток видео на кассеты.

*Видеорегистраторы* – устройства, предназначенные для записи, хранения и воспроизведения видеоданных. Регистраторы используются в средних и небольших системах видеонаблюдения, а также в системах с аналоговыми камерами. Основные функции регистратора: предварительная обработка, запись на жесткий диск, флэш-память, воспроизведение видео, запись при наличии движения, включение сирены при движении, поддержка сетевых технологий (в том числе веб-доступа), удобный доступ к различным частям видео.

Регистраторы среднего ценового диапазона (\$210–500) записывают видео в разрешениях 720 x 576 (6–26 Гц), 640 x 272 (25 Гц), более дорогие модели – 720 x 576 (25 Гц) [21]. Общей тенденцией развития регистраторов стала специализация по функциональному назначению, в том числе потребности в сети и веб-интерфейсе. Общие функции этих устройств включают возможность сохранять, обеспечивать поиск и воспроизводить видеоданные с флэш-памяти, DVD-RW, жестких дисков большого объема (до 36 ТБ); передавать данные в сеть, в том числе гигабитную; предоставлять доступ к данным через веб-интерфейс; управлять поворотными камерами; применять стандарт сжатия H.264.

Хотя многие регистраторы и поддерживают аналоговые камеры, замена вышедших из строя видеорегистраторов на новые в будущем будет связана с высокой вероятностью замены аналоговых на IP-камеры. Это связано с невозможностью ремонта регистраторов, ограничениями в предоставляемых функциях, высокой стоимостью программирования для регистраторов, низкой масштабируемостью в крупных системах на базе аналоговых камер.

*Видеосерверы* обрабатывают (в том числе пересжимают) и хранят данные. К каждому серверу по сети подключают группу камер (до 64, в среднем 24–32 0,3–1,3-мегапиксельные камеры) [12]. Обычно высокопроизводительный сервер размещают рядом с группой камер, которые он обслуживает в связи с большими объемами передаваемых по сети данных.

Если камера не передает данные в формате, который можно непосредственно записывать, их требуется преобразовывать из одного формата в другой. Это ресурсоемкая операция, поэтому используют производительные серверы, а запись при необходимости конвертации ведут со сниженной кадровой частотой 6 Гц (а не 25 Гц) [12]. Существует также необходимость сжатия изображений с применением видеоаналитики, чтобы для решения задач видеонаблюдения не требовалось передавать большие объемы данных.

Для 16 мегапиксельных камер, передающих данные с кадровой частотой 6 Гц, за две недели накапливается 7 ТБ видеозаписей [22]. Перед интеллектуальными системами хранения стоит задача фиксировать происходящие события в более высоком качестве и с большей кадровой частотой, чем фиксируется отсутствие событий. Локально данные сохраняются на RAID-массивах (обычно это RAID-6 с автоматической заменой вышедших из строя дисков без остановки системы) [23]. В серверах используются наборы массивов жестких дисков, выбранных из разных партий, и специализированный высокопроизводительный контроллер, что в целом дорого, но обеспечивает надежное хранение и параллельное чтение данных [23]. Чтобы злоумышленники не могли уничтожить видеоданные, их могут хранить в других местах, в том числе на арендованном хостинге.

Хотя до сих пор формат для хранения данных не специфицирован, различные организации (например, CameraWatch) следят за тем, чтобы не хранилась конфиденциальная информация, некоторые фрагменты изображений и звук.

ПО серверов по возможности использует результаты обработки изображений камерами. Серверное ПО может отправлять в сеть результаты видеоанализа.

#### **1.4. Места операторов**

В небольших системах оператор оснащается специальным монитором или ПК, на который в готовом виде поступают данные от видеорегистратора.

Так как обычный ПК позволяет оператору видеть изображения только четырех камер одновременно при использовании сжатия MPEG-4, камеры передают данные для ПО ПК оператора в формате JPEG, что позволяет снижать затраты на оборудование и отображать на одном мониторе данные с 16 камер. Популярна также технология LED, при которой места операторов оборудуют 32–42-дюймовыми мониторами [4].

В крупных территориально распределенных системах ПК оператора оснащается четырехъядерным процессором и большими мониторами, чтобы оператор мог видеть данные с многих камер. Процессорная мощность необходима для преобразования данных на клиентском компьютере.

Важную роль играет видеоаналитика. Крупные охранные системы могут решать, на что обратить внимание оператора при наличии движения или срабатывании иных датчиков безопасности. Так повышается эффективность работы оператора: ему требуется следить только за теми камерами, где движение выделено с помощью видеоаналитики. Системы разбиваются территориально: оператор, который находится рядом с зоной наблюдения, следит за изображениями 10–100 камер. В крупных системах присутствует централизованный единый кризисный центр с различными специалистами [24].

Неудачные решения показывают, что без аналитики крупные системы неэффективны. Так, например, при обеспечении видеонаблюдения улиц Москвы в 2000-х гг. была создана система без аналитики, с использованием устаревшего оборудования, с неквалифицированным персоналом, высокой нагрузкой на каждого оператора (16 камер). Эффективность этой системы составила около 1 %.

#### **1.5. Сигнализация**

Камеры и регистраторы имеют тревожные выходы и могут активировать некоторые связанные с ними устройства тревоги. Локальные видеосерверы со специальным ПО также могут поднять тревогу при наступлении определенных условий. Серверное ПО, как правило, специализированное и обеспечивает более гибкую комплексную защиту, поддерживает больше устройств, обеспечивает специальные сценарии реагирования на угрозы.

## **2. Охранное телевидение**

С помощью систем видеонаблюдения достигаются различные цели [15, 25–28] в областях сохранности имущества, защиты граждан, наблюдения за персоналом, доступа в помещения, а также в транспортном и домашнем секторе, медицине, при мониторинге оборудования.

Сохранность имущества – защита имущества от кражи и пожара, автоматическое пожаротушение. Фиксация правонарушений (нанесение повреждений объектам собственности, кражи) позволяет быстрее найти преступника, доказать правонарушение.

Защита граждан – комплексное понятие, включающее в себя видеонаблюдение в транспорте, учреждениях образования, на улице. Раннее выявление неадекватного поведения людей, драки, а также падающего, лежащего, бегущего, остановившегося в «тревожной» зоне, перелезающего ограду, поднимающегося вверх по пожарной лестнице дома человека позволяет решать эту задачу.

В России вкладываются деньги в программу «Безопасный город», в рамках которой отдельные города оборудуются камерами видеонаблюдения.

В чрезвычайных ситуациях комплексные системы видеонаблюдения не только оповещают, но и управляют эвакуацией: определяют тип чрезвычайной ситуации, ищут безопасный путь эвакуации, разблокируют двери выходов, включают индикаторы выхода, подают сигнал на динамики.

Для противодействия террористическим угрозам широко используется видеонаблюдение в системах охраны и безопасности для поиска оставленных под лестницами, в подвалах, на плат-

формах, в общественных оживленных местах, в метро предметов, для детекции переброшенных предметов.

С помощью видеонаблюдения (за кассами, из машин милиции, скорой помощи, такси) можно доказать надлежащее или ненадлежащее оказание услуг, обеспечить правовую защиту, следить за производством, ходом работ, предотвращать нецелевое использование имущества.

Охранное телевидение позволяет контролировать доступ людей в помещение посредством идентификации на контрольно-пропускном пункте.

Видеонаблюдение за грузоперевозками гарантирует сохранность имущества. Фиксация правонарушений, таких как угон или нанесение повреждений машине, позволяет быстрее найти преступника и доказать правонарушение. Контроль дорожного движения (распознавание номерных знаков) ускоряет возврат угнанных машин, оптимизирует движение (уменьшает число пробок, корректируя работу светофоров на перекрестках). Актуальна также задача защиты граждан в транспорте.

Повышение безопасности движения приносит существенную прибыль за счет автоматизированного сбора штрафов. Так, в России (Красногорск) система за 1,3 млн руб. собирает ежегодно штрафы на сумму 3,6 млн руб. за следующие правонарушения: превышение скорости на 50 км/ч и на 20 км/ч, проезд на красный свет, наличие мобильного телефона в руках водителя, неправильную парковку. Похожую систему стоимостью 250 млн руб. собираются установить в Новгороде (окупаемость – 8 месяцев).

В медицинских учреждениях ведется видеонаблюдение за больными и детьми. Это мотивирует персонал к более качественной работе, пациентов – к более культурному поведению, регулирует отношения с пациентами в спорных случаях.

Мониторинг состояния оборудования, лифтов, показателей потребления услуг может происходить дистанционно, что сокращает расходы на обслуживание приёмопередатчиков сотовой связи, трансформаторных подстанций.

Комплексные системы обслуживания зданий «Умный дом» используют видеонаблюдение и для энергосбережения.

### **3. Задачи обработки видеоизображений**

От современной IP-камеры ожидается хорошее качество видеоданных: изображения должны быть стабилизированы, шумы удалены, дефектные пиксели и пиковая яркость компенсированы [15, 29, 30].

#### **3.1. Детекция наличия движения и типа объектов**

Наиболее типичные задачи – определение наличия движения или остановки человека в «тревожной» зоне. В некоторых системах видеонаблюдения для определения движения используют маски [2] и вводят желаемый уровень детектирования угроз. Система обводит контурами движущиеся объекты на мониторе оператора.

#### **3.2. Исключение влияния среды**

При предварительной обработке изображения требуется исключать перепады освещенности постепенные (посредством динамической коррекции экспозиции) и резкие (отсвет, засвет фарами машины). Для исключения влияния резких перепадов освещенности используют пространственные характеристики: размер, скорость, направление движения и длительность нахождения объекта в зоне видеонаблюдения [29].

Чтобы не адаптировать алгоритмы обработки изображений к таким изменениям внешней среды, как качание камеры от ветра, вибрация, дрожание при установке камер на столбы, решается задача стабилизации изображения.

Помимо стабилизации, необходимо также эффективно исключать влияние теней от облаков, колыханий деревьев, кустов, травы и листвы, дождя, снега, пыли, туманов, песчаных бурь, насекомых на объективе и в поле камеры (в том числе при записи), пролетающих птиц, мусора, отражений в воде [15, 22, 29, 30].

### **3.3. Сжатие**

При сжатии данных теряются детали движущихся, удаленных и привнесенных мелких объектов, если не использовать специальные алгоритмы. В связи с этим [2] камера детектирует движение до сжатия видеоданных, результаты детекции включаются в метаинформацию, движущиеся объекты передаются в более высоком качестве. Возникает необходимость в решении задач:

1) разработки алгоритмов на базе wavelet, которые бы обеспечивали лучшую передачу деталей для важных (движущихся) объектов, худшую – для фона, а также быструю декомпрессию, требуемое качество, разрешение и кадровую частоту видеоданных в зависимости от требований и технических возможностей пользователя;

2) разработки алгоритмов эффективной компрессии и быстрой декомпрессии (предлагается хранить не изображение, а происходящие события, используя семантическое сжатие информации, в которой заинтересован оператор [31]).

Сжатие, распаковка, преобразование медиаданных – ресурсоемкие процессы, зависящие от возможностей устройства (процессора, памяти, дисплея), количества обрабатываемых камер и канала связи.

Начиная с 2008 г. производители устройств стали добавлять поддержку стандарта сжатия H.264 High Profile в IP-камеры [20]. Расширение стандарта сжатия SVC позволяет использовать один видеопоток устройствам, различающимся разрешением и кадровой частотой экрана, производительностью процессора, шириной канала связи, и передавать интересные детали изображений в более высоком качестве по сравнению с фоном.

### **3.4. Уменьшение использования ширины канала**

Для эффективного использования канала связи до появления высокоэффективных методов сжатия было принято отправлять данные в двух потоках: в высоком разрешении для записи и в низком для отображения на дисплеях операторов.

На камере можно настраивать зоны маскирования, по которым данные не будут отправляться. Многие видеокamеры могут отправлять данные реже и в худшем качестве при отсутствии событий [30].

### **3.5. Развитие интеллектуальности аналитических систем**

Видеоаналитика помогает персоналу охраны своевременно и быстро реагировать на ситуации, требующие внимания. На экране ПК или мобильного устройства оператора может отображаться схема объекта с маркерами событий «срабатывание датчиков», «появление целей», «огонь», «дым», «оставленный предмет» и др. Когда оператор отмечает курсором место на карте, на экране монитора появляются изображения с близлежащих камер.

### **3.6. Детекция и сопровождение целей**

При охране периметра поворотными камерами стоит задача поворачивать камеры и сопровождать ими цели. При чтении автомобильных знаков камера должна поворачиваться так, чтобы отражение знака в определенное время суток не засвечивало камеру.

Для разгрузки оператора система может самостоятельно обводить контурами людей или их лица в видеопотоке, поступающем оператору, и показывать событийно-ориентированным образом нужную информацию (оператор следит за камерой только во время событий), в том числе траекторию движения. Одна из важных функций системы – не показывать повторно сигналы тревоги по движущемуся или не интересующему оператора объекту.

Востребован быстрый доступ к видеозаписям, например, при поиске определенного человека. В оживленных зонах иногда требуется подсчитывать количество людей, выделять траектории и направления их движения.

### **3.7. Защита от вандализма**

Большое значение имеет самодиагностика всех элементов системы и защита от вандализма. На стороне видеокamеры также должны опознаваться ситуации закрытия и загрязнения



объектива, поломки осветителя, засветки, расфокусировки, изменения угла обзора, изменения положения камеры [15, 29, 30].

### **3.8. Распознавание номеров автомобилей**

К системам распознавания номеров предъявляются жесткие требования: скорость движения машины до 150 км/ч, расстояние от камеры до машин до 75 м, угол наклона камеры к знаку до 40°.

### **3.9. Удаление, привнесение, переброс объектов**

Распознавание оставления, перебрасывания, удаления предмета – пока еще недостаточно хорошо решенная задача. Детекция оставленных предметов в оживленных зонах (например, метро) пока еще остается нерешенной задачей.

### **3.10. Идентификация лиц**

Существующие на сегодняшний день системы идентификации лиц в их рабочих вариантах до сих пор еще считаются ненадежным способом аутентификации.

### **3.11. Детекция дыма и огня**

Востребована задача детекции дыма и огня. Задача пока еще не решена достаточно хорошо.

### **3.12. Производительность**

Краеугольный камень видеоаналитики – снижение стоимости вычислений. Видеосервер должен одновременно обрабатывать данные порядка 64 камер. Поэтому создаются графические библиотеки эффективной обработки изображений. Ставится задача создания эффективных алгоритмов сжатия изображений, которые бы позволяли устройствам, различающимся по своим техническим характеристикам, получать видеоданные, учитывали пропускную способность каналов связи, передавали интересующие фрагменты изображений в высоком качестве, удаляли мелкие изменения фона [15, 30, 39].

## **4. Перспективы систем видеонаблюдения**

Перед разработчиками систем видеонаблюдения ставятся комплексные задачи усиления интеллектуализации видеоаналитики, обеспечения модульности компонент систем, облегчения их интеграции в более крупные системы, повышения мобильности.

### **4.1. Развитие серверной видеоаналитики**

Несмотря на то что обработка изображений стала распределенной, программирование под конкретные модели камер мало востребовано ввиду зависимости от оборудования, высоких затрат на сопровождение, непереносимости кода на другое оборудование, ограниченности вычислительных возможностей видеокамеры, которая должна быть дешевой и следовать некоторым стандартам на энергопотребление [6, 16]. В настоящее время востребована серверная видеоаналитика, создаются платформы для упрощения разработки ПО обработки изображений, ведется поиск эффективных алгоритмов обработки данных, которые бы позволили снизить требования по производительности на видеосерверы. Обработка изображений – важный, но не единственный компонент сложной интегрированной системы, решающей несколько задач.

Системы создаются многофункциональными и интегрированными: состав обычной системы включает в себя подсистему распознавания автомобильных номеров, радиолокационную подсистему, систему контроля и управления доступом, подсистему обработки сигналов датчиков [30].

Комплексные системы делают модульными для того, чтобы у заказчика была возможность покупать фрагменты готовой системы, а не заказывать их разработку.

#### **4.2. Упрощение установки и развертывания видеосистем**

С развитием стандартизации, увеличением числа инсталляций сложность установки видеосистем на базе IP-камер постепенно снижается: многие системы настраиваются сами оптимальным способом, распознают, настраивают и задействуют подключенные устройства, обеспечивая минимальное участие пользователя в процессе установки. Развивается партнерская сеть, происходит обмен опытом на конференциях. Хотя системы и становятся проще, персонал все еще должен проходить предварительное обучение для работы с ними. В России известны системы ITV, SecurOS, VideoNet, Macroscop, среди них наиболее популярны ITV и VideoNet. В ITV реализованы детекторы движения, поворота камеры, потери качества изображения, оставленных предметов, пересечения линии в выбранном направлении, движения, остановки и длительного пребывания в зоне, входа и выхода объекта из зоны.

#### **4.3. Децентрализация обработки данных**

Обработка данных децентрализуется. Улучшение, упаковка, иная предварительная обработка, защита данных происходят внутри камеры, дальнейшая обработка – на локальных видеосерверах.

#### **4.4. Стандартизация и сертификация**

Во многих системах алгоритмы обработки изображений не тестируются на данных местности, где система будет работать, отсутствуют требования к алгоритмам и методики их тестирования. Поэтому для сравнения и тестирования универсальных систем МВД Великобритании предоставляет по запросу тестовые данные i-Lids (Imagery Library for Intelligent Detection Systems) и методику тестирования детекторов по пяти сценариям: «мониторинг стерильной зоны», «парковка», «обнаружение оставленного багажа», «наблюдение за дверьми», «построение траектории по нескольким камерам» (<http://www.homeoffice.gov.uk/science-research/hosdb/i-lids/>). Каждый сценарий имеет ряд записей при различных погодных условиях, освещенности, времени дня.

Максимальная дальность обнаружения движения камерой – это максимальное расстояние между камерой и движущимся человеком, при котором камера может фиксировать движение [29].

В настоящее время происходит отказ от стандартов телевизионной передачи данных PAL и NTSC и переход на новые стандарты, разрабатываемые организациями ONVIF и PSIA (в ONVIF состоит наибольшее число производителей аппаратуры). Новые стандарты регламентируют формат обмена видеоданными и ряд других аспектов видеосистем, облегчая интеграцию устройств в системы видеонаблюдения. Хотя в Европе и России популярнее стандарты ONVIF, разработчики видеокамер планируют поддерживать оба стандарта. ONVIF построены на технологии веб-сервисов (WSDL), протоколах RTP/RTSP, SOAP (xml), стандартах сжатия H.264, MPEG-4, MJPEG. С помощью стандартов ONVIF решаются следующие интеграционные проблемы: конфигурирования сетевого интерфейса, обнаружения устройств по протоколу WS-Discovery, управления профилями работы камеры, настройки поточной передачи медианых данных, обработки событий, управления поворотными камерами, видеоаналитики, защиты, хранения данных, настройки беспроводных интерфейсов, аутентификации, NVR [16]. Ход развития стандартов ONVIF позволяет говорить об обеспечении совместимости между различными видеоустройствами и простоте их подключения в будущем.

Таким образом, на сегодняшний день следование стандартам ONVIF или PSIA становится приоритетом для производителей видеокамер, поскольку позволяет создавать системы на базе видеокамер различных производителей [32].

По информации МВД Великобритании, более 80 % изображений, полученных полицией, все еще недостаточного качества, а в Англии порядка 90 % систем видеонаблюдения не соответствуют основным требованиям к записи и хранению изображений.

Один из форматов передачи данных – CIF [33]. Он предписывает несколько разрешений изображений: SQCIF (128 × 96), QCIF (176 × 144), CIF (352 × 288), 2CIF (Half D1) (704 × 288),

4CIF (D1) (704 × 576) и 16CIF (1408 × 1152). В сетевых камерах разрешающая способность может быть выше.

При работе в условиях низкой освещенности может применяться стандарт СЕА-639 «Работа бытовых видеокамер и телекамер в условиях низкой освещенности». В методе измерения минимального уровня освещенности обычно используются четыре параметра телекамер: яркость, уровень черного, отношение сигнал-шум, разрешение.

Для защиты данных практически везде используется стандарт 802.1X.

### Заключение

В настоящее время типичной конфигурацией, единой для крупной и средней систем видеонаблюдения, является территориально разделенная система, состоящая из ряда 1,3 мегапиксельных IP-видеокамер, транслирующих данные с кадровой частотой 6 Гц, сетевого оборудования (беспроводного для уличных камер), локального видеосервера для хранения и обработки данных, поста охраны. Эффективные системы – комплексные, которые решают несколько задач, имеют видеоаналитику, помогающую оператору увидеть динамику происходящего события и принять решение.

Общей тенденцией развития систем видеонаблюдения следует признать их интеллектуализацию, стандартизацию и унификацию оборудования, создание расширяемых многофункциональных модульных систем, на базе которых легко создать требуемую систему.

### Список литературы

1. Система видеонаблюдения с применением протокола обмена данными SSP [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.akvilona.ru/serv/cctv.htm>. – Дата доступа : 10.01.2012.
2. Система видеонаблюдения VideoInspector Professional [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.videomodul.ru/>. – Дата доступа : 17.02.2012.
3. Шумейко, М. Передовые технологии для систем видеонаблюдения / М. Шумейко // F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2009. – № 4 (40). – С. 4–6.
4. Алтуев, М.К. Рынок видеонаблюдения: бизнес-среда / М.К. Алтуев, К. Ванг, А.А. Кураков // Системы безопасности. – 2011. – № 2 (98). – С. 24–25.
5. Камеры видеонаблюдения, уличные камеры скрытого наружного наблюдения, мини-камера слежения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.video-vision.ru>. – Дата доступа : 21.02.2012.
6. Белоусов, А.С. Какой «интеллект» нужен в IP-камерах? / А.С. Белоусов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles609.html>. – Дата доступа : 16.02.2012.
7. Савельев, М.А. Аналоговые и IP-камеры: конкуренция усиливается / М.А. Савельев // Каталог «ССТV» [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles759.html>. – Дата доступа : 20.02.2012.
8. Ерошин, Е.В. Интеллектуальные IP-камеры: что они умеют сейчас / Е.В. Ерошин // Системы безопасности. – 2009. – № 5 (89). – С. 136–136.
9. Васильев, А.Н. Мегапиксельное видеонаблюдение: IP и HDcctv. Опрос рынка и мнения экспертов / А.Н. Васильев, Р.Р. Шарифуллин, А.Н. Снегирев // Системы безопасности. – 2011. – № 2 (98). – С. 74–83.
10. Стрельцов, Р.В. Мегапиксельные видеокамеры: как извлечь максимальную выгоду / Р.В. Стрельцов // Системы безопасности. – 2010. – № 4 (94). – С. 34–35.
11. Птицын, Н.В. Мегапиксельная видеоаналитика для сложных систем видеонаблюдения / Н.В. Птицын, В.Б. Булычева // Там же. – С. 66–68.
12. Щербаков, И.А. Когда нужна высокая детализация? / И.А. Щербаков // Системы безопасности. – 2011. – № 1 (97). – С. 46–47.
13. Торубаров, А.А. Объективы для мегапиксельных камер: индивидуальный подбор / А.А. Торубаров // Системы безопасности. – 2010. – № 4 (94). – С. 52–55.
14. Питание через Ethernet (PoE) для видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles658.html>. – Дата доступа : 20.02.2012.

15. Андрианов, Е.Ю. Системы видеонаблюдения с функциями видеоанализа для удаленных объектов / Е.Ю. Андрианов, С.Ю. Исправников, В.В. Старцев // Системы безопасности. – 2011. – № 2 (98). – С. 88–93.
16. Птицын, Н.В. Интеллект в IP-камере: горизонты возможностей / Н.В. Птицын // Системы безопасности. – 2009. – № 5 (89). – С. 130–134.
17. Аналоговые и цифровые системы видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://elites-montage.com.ua/svanalog.php.htm>. – Дата доступа : 19.02.2012.
18. Беспроводное видеонаблюдение [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles340.html>. – Дата доступа : 19.02.2012.
19. ИСО «ОРИОН»: Основные аспекты реализации функций охранной сигнализации // F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2009. – № 3 (39). – С. 56–59.
20. Стандарт HD в CCTV [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles717.html>. – Дата доступа : 14.02.2012.
21. Сравнительный обзор видеорегистраторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://security-ua.com>. – Дата доступа : 20.02.2012.
22. Чижов, А.С. Видеоанализ в регионах / А.С. Чижов // Системы безопасности. – 2011. – № 3 (99). – С. 76–77.
23. Егоров, А. RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 10 или что такое уровни RAID? / А. Егоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles647.html>. – Дата доступа : 18.02.2012.
24. Организация рабочего места оператора видеонаблюдения при большом количестве IP камер [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles832.html>. – Дата доступа : 20.02.2012.
25. Ермолаев, Е. Комплексные решения для контроля и управления высотными зданиями / Е. Ермолаев // Высотные здания. – 2008, июнь–июль. – С. 118–121.
26. Ерошин, Е.В. Новые рынки для сетевого видеонаблюдения / Е.В. Ерошин // Каталог CCTV [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles813.html>. – Дата доступа : 20.11.2011.
27. Горяченков, М. Задача дистанционного мониторинга и управления группой распределенных аппаратных объектов / М. Горяченков // Технологии безопасности и противопожарной защиты [Электронный ресурс]. – 2010. – № 1 (49). – Режим доступа : [http://www.bolid.ru/netcat\\_files/monitoring\\_art.pdf](http://www.bolid.ru/netcat_files/monitoring_art.pdf). – Дата доступа : 03.01.2012.
28. Системы видеонаблюдения на транспорте в вопросах и ответах / Е.В. Ерошин [и др.] // Системы безопасности. – 2010. – № 3 (93). – С. 136–142.
29. Романович, Д. Лучшие способы применения видеоаналитики для наружного наблюдения / Д. Романович [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dsslnews.com/ru/articles/articles-security/1751-2011-06-01-00-31-51>. – Дата доступа : 02.02.2012.
30. Пименов, А.В. Универсальные платформы видеонаблюдения на основе IP-видеосерверов / А.В. Пименов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles983.html>. – Дата доступа : 14.02.2012.
31. Хинкель, Р. Видеонаблюдение на транспорте: безопасность и бизнес / Р. Хинкель, У. Бартхелмес // Системы безопасности. – 2010. – № 3 (93). – С. 62–63.
32. Программное обеспечение для систем IP-видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ip-kamera.ru/articles833.html>. – Дата доступа : 17.02.2012.
33. Common Intermediate Format [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ru.wikipedia.org/wiki/Common\\_Intermediate\\_Format](http://ru.wikipedia.org/wiki/Common_Intermediate_Format). – Дата доступа : 21.02.2012.

Поступила 15.05.2012

*Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники,  
Минск, П. Бровки, 6  
e-mail: rsadykhov@bsuir.by,  
Cuchuk.Sergey@gmail.com*

**R.Kh. Sadykhov, S.A. Kuchuk**

**VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS: STATUS,  
PROBLEMS AND HARDWARE OF IMAGE PROCESSING**

Video systems for surveillance of medium and large objects and these systems hardware (street IP-cameras, servers, data storage devices, operator devices) are surveyed. The issues of image processing, surveillance systems development tendencies and tasks requiring solution are covered.