

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

Факультет физики и информационных технологий  
Кафедра автоматизированных систем обработки информации

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой  
автоматизированных систем  
обработки информации

А.В.Воруев

\_\_\_\_\_ 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан  
факультета физики и  
информационных технологий

Д.Л.Коваленко

\_\_\_\_\_ 2023 г.



**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И ВИДЕОАНАЛИТИКИ**

для учащихся второй ступени высшего образования (магистратура)  
специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций

составители: старший преподаватель Кулинченко В.Н.  
заведующий кафедрой АСОИ, к.т.н., доцент, Воруев А.В.  
старший преподаватель Кучеров А.И.

Рассмотрено и утверждено  
на заседании кафедры АСОИ  
14 марта 2023 г., протокол № 8

Рассмотрено и утверждено  
на заседании научно-методического  
совета университета  
30.03, 2023 г., протокол № 7

Гомель 2023

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» представляет собой комплекс систематизированных учебных, методических и вспомогательных материалов, предназначенных для использования в образовательном процессе специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций.

ЭУМК разработан в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Положением об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденном постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.07.2011 №167.

2. Учебных планов УВО специальности высшего образования второй ступени (магистратура) 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций регистрационный № I 45-2-01/Д-19 и № I 45-2-01/З-19 от 09.04.2019 г.

Учебной программой по учебной дисциплине «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» для специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций, утвержденной 20.05.2020, регистрационный номер УД31-2020-166/уч.

Целью дисциплины «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» является формирование у магистрантов знаний и умений, необходимых для успешной проектной, эксплуатационной и опытно-конструкторской деятельности в области систем видеонаблюдения и видеоаналитики.

ЭУМК направлен на всестороннюю подготовку учащихся теоретическим основам и практическим навыкам разработки и введения в эксплуатацию систем видеонаблюдения и систем видеоаналитики с интеграцией их в компьютерные сети, изучение уже функционирующих систем видеонаблюдения и видеоаналитики совместно с системами пожарной и охранной сигнализации, системами контроля управления доступом в виде интегрированных высокоэффективных комплексов обеспечения безопасности объектов, персонала и посетителей. Организация изучения дисциплины на основе ЭУМК предполагает продуктивную образовательную деятельность, позволяющую получить знания в области технологий видеорегистрации, кодирования, передачи и обработки изображений в системах видеонаблюдения и видеоаналитики и приобрести навыки расчета, проектирования и технической эксплуатации систем видеонаблюдения и видеоаналитики.

ЭУМК способствует успешному осуществлению учебной деятельности, дает возможность планировать и осуществлять самостоятельную управляемую работу учащихся, обеспечивает рациональное распределение учебного времени по темам учебной дисциплины и совершенствование методики проведения занятий.

ЭУМК состоит из теоретического, практического и вспомогательного разделов. Теоретический раздел содержит тексты лекций и примеры презентаций. Практический раздел содержит методические рекомендации к

лабораторным и практическим работам, тестовые задания. Вспомогательный раздел содержит учебную программу и список литературы.

Теоретический раздел содержит лекционный материал по всем темам учебной программы, включая и темы, вынесенные на самостоятельное изучение. В разделе так же содержатся рекомендации по организации и выполнению управляемой самостоятельной работы.

Практический раздел включает в себя темы лабораторных и практических занятий и задания с краткими методическими указаниями по выполнению лабораторных работ. В разделе так же приводятся некоторый набор тестовых заданий.

Вспомогательный раздел содержит необходимые элементы учебно-программной документации по дисциплине с указанием рекомендуемой литературы (основной, дополнительной, вспомогательной).

Все разделы ЭУМК в полной мере соответствуют содержанию учебной программы и объему учебного плана.

Дисциплина учреждения высшего образования «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» изучается магистрантами 2 года обучения дневной и заочной форм обучения для специальности: 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций.

Общее количество часов – 306 (9 зачетных единиц).

Дневная форма обучения: аудиторное количество часов – 96; из них: лекционных занятий – 32 (в том числе укр - 16), практических занятий – 32 (в том числе укр - 22), лабораторных работ – 32.

Форма отчётности – экзамен.

Заочная форма обучения: аудиторное количество часов – 24; из них: лекционных занятий – 8, практических занятий – 8, лабораторных работ – 8.

Форма отчётности – экзамен.

## 2 ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ

### Раздел 1 Ведение в системы видеонаблюдения и видеоаналитики

Видеонаблюдение — процесс, осуществляемый с применением оптико-электронных устройств, предназначенных для визуального контроля или автоматического анализа изображений (автоматическое распознавание лиц, государственных номеров).

Наибольшее применение получили видеокамеры на основе ПЗС-матриц. В большинстве случаев используются короткофокусные объективы типа фикс-фокус, не требующие фокусировки, и автоматическое управление экспозицией. Основные производители матриц — Sony, Sharp, Panasonic, Samsung, LG, Hynix. Их использование позволило создать умеренные по цене и достаточно высококачественные изделия широкого применения. Обычно разница между камерами, основанными на матрицах разных производителей, проявляется в сложных условиях освещения. В линейке каждого производителя присутствуют как дешевые и стандартные по параметрам матрицы, так и матрицы повышенного разрешения и/или повышенной чувствительности.

По типу выходного сигнала видеокамеры подразделяют на аналоговые и цифровые. Большинство цифровых камер передают сигнал по стандартной компьютерной сети типа Ethernet — так называемые IP-камеры.

По способу передачи данных видеокамеры делятся на проводные и беспроводные. Последние имеют в своем составе передающее устройство и антенну. Беспроводными в том числе являются цифровые IP-камеры, передающие изображение по радиоканалу сети Wi-Fi — так называемые Wi-Fi-видеокамеры.

Особенностью систем IP-видеонаблюдения является передача видеопотока в цифровом формате по сети Ethernet, использующей межсетевой протокол или IP, отсюда и название. Система IP-видеонаблюдения состоит из сетевых устройств, каждое из которых имеет в сети свой IP-адрес и уникальный MAC-адрес.

Первым и главным компонентом любой системы IP-видеонаблюдения является IP-камера. Настолько главным, что сама IP-камера может быть полноценной системой IP-видеонаблюдения. IP-камера может снимать видео, записывать его на встроенную SD-карту, может отправлять уведомления о событиях происходящих в кадре, позволяет просматривать видео онлайн на экране монитора или смартфона, может выполнять анализ видео (видеоаналитика) например, распознавать автомобильные номера.

Видеоаналитика — технология, использующая методы компьютерного зрения для автоматизированного получения различных данных на основании анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени или из архивных записей. Видеоаналитика представляет собой программное обеспечение (ПО) для работы с видеоконтентом. В основе программного обеспечения лежит комплекс алгоритмов машинного зрения, позволяющих вести видеомониторинг и производить анализ данных без прямого участия человека. Алгоритмы видеоаналитики могут быть интегрированы в различные бизнес-системы, чаще всего используются в видеонаблюдении и других сферах безопасности.

Средства видеоаналитики позволяют обнаруживать оставленные или, наоборот, унесенные предметы, фиксировать траекторию движения объекта и даже отслеживать его перемещение от одной камеры к другой.

При построении систем IP-видеонаблюдения помимо основной задачи выбора тактики охраны с учетом особенностей IP-видеонаблюдения, необходимо решать множество сопутствующих задач, которые требуют специальных знаний, и значительным образом влияют на итоговый результат.

Среди таких задач можно отметить выбор активного оборудования, построение локальной сети, расчет хранилища видеоданных, выбор серверного оборудования.

Тип видеокамер, разрешение и функционал выбирается исходя из конкретной задачи. Современные камеры обладают богатым функционалом и набором возможностей. Основные и наиболее значимые параметры:

- разрешение камеры
- передача данных, тип сжатия, многопоточная передача видео
- чувствительность для работы в темное время суток

В охранном видеонаблюдении для большинства задач приоритетное значение имеет разрешение по горизонтали. Например: контроль проходов между стеллажами на складе, наблюдение за коридорами, периметральное наблюдение и т.п. В этих случаях удобно использовать камеры в режиме «коридор». В этом режиме камера устанавливается боком, а для комфортного восприятия оператором, изображение поворачивается на 90 градусов. Но стоит быть внимательным – не все камеры поддерживают этот режим.

Разрешение камеры следует выбирать в соответствии с поставленной задачей (обнаружение, распознавание и идентификация).

Структурированная кабельная система (СКС) для обеспечения работы ЛВС проектируется в строгом соответствии со стандартами. Здесь меньше всего поля для творчества. При этом СКС является основой будущей системы и наиболее проблемная для модернизации часть. Ошибка при проектировании СКС может привести к значительным затратам при реализации системы.

При проектировании транспортной инфраструктуры для IP-видеонаблюдения у заказчика существует большой соблазн использовать сегменты существующей ЛВС. Это продиктовано стремлениями сэкономить на внедрении и укоренившимся представлением, что одним из главных преимуществ IP-видеонаблюдения является использование существующих ЛВС.

При использовании существующих сетей следует учитывать:

- IP-видеонаблюдение характеризуется большим постоянным потоком передаваемых данных в режиме реального времени. Задержки и перебои в передаче данных приводят к потере части информации
- IP-видеонаблюдение может привести к проблемам в работе важных офисных сетевых приложениях (бухгалтерские программы, базы данных, и т.п.)
- IP-видеонаблюдение – это безопасность предприятия и следует продумать специальные меры защиты от взлома, хакерских атак, преднамеренного сбоя, при работе в общих сетях
- сложности в диагностике неисправности и устранения проблем при внедрении системы IP-видеонаблюдения

Использовать существующую ЛВС следует только в самых крайних случаях, выполнив полный расчет трафика в сети, произведя мониторинг и аудит существующей СКС. Любые проектные решения следует в обязательном порядке согласовывать с IT службой заказчика.

При расчете трафика от видеокамеры следует учитывать и суммировать все возможные потоки, которые будут запрошены у камеры. В зависимости от возможностей и особенностей программного обеспечения и тактики использования, это могут быть отдельные поток на запись, поток на отображение, поток RTSP для широковебчательных запросов, просмотр камеры через WEB и т.п.

При большом количестве потоков следует обратить внимание на аппаратные ограничения камеры на передачу нескольких потоков, и тем самым вести расчет исходя из максимально возможного трафика, определяемого камерой, а не поступившими запросами.

Для камер с ограничением битрейта правильнее рассчитывать по максимальному значению битрейта. В любом случае, при расчете точных цифр трафика от видеокамеры следует учитывать характер наблюдаемой сцены, тип сжатия, количество к/с, степень сжатия. Все эти данные есть у любого серьезного производителя. Если указанной информации не имеется, то можно ориентироваться на аналогичные значения у другого производителя. Практика показывает, что данные будут сопоставимы.

При расчете трафика на сетевых портах стационарного оборудования обработки и мониторинга следует учитывать особенности работы программного обеспечения. От алгоритмов работы программного обеспечения значительным образом зависит и трафик в сети. В частности, трафик при использовании Multistream и без, будет сильно отличаться, в виду того, что камера передает несколько потоков.

Любые точные расчеты трафика в IP-видеонаблюдении всегда будут примерны, поэтому рекомендуется делать запас пропускной способности 30-40%. Этот запас позволит избежать проблем при пиковых нагрузках, создать возможность расширения системы.

Стоит отметить, что в сети Ethernet реальная пропускная способность в реальных условиях (т.е. скорость передачи информации) составляет 40-50% от номинальной скорости в канале передачи данных. Т.е. для 100BASE-T скорость передачи данных составит 40-50 Мбит/с.

## **Раздел 2 Аппаратное обеспечение систем видеонаблюдения**

Видеокамера представляет собой устройство, преобразующее световой поток в стандартный видеосигнал, который в дальнейшем транслируется на устройства обработки сигнала (мониторы, записывающие устройства и т. д.).

Чтобы получить качественное изображение с видеокамеры, важен каждый элемент, входящий в состав устройства. Немаловажную роль в генерации видеопотока с четкой детализированной картинкой играет объектив. От качества линз, их подгонки и сборки, а также совместимости с характеристиками светочувствительной матрицы зависит эффективность работы оборудования. Поэтому при выборе объектива для камер видеонаблюдения важно правильно определить, какая оптика нужна в конкретной ситуации. Для этого нужно знать ее основные характеристики, специфику и область применения.

### *Виды объективов камер видеонаблюдения*

По конструкции различают 4 типа оптики:

- **Фиксированный (монофокальный).** Имеют одно неизменяемое значение фокусного расстояния. Не требуют настройки, не могут изменять угол обзора камеры.
- **Вариофокальные.** Позволяют вручную регулировать фокусное расстояние в пределах, заданных конструктивно. Такую оптику можно подстраивать под объект или быстро переконфигурировать на выполнение новой задачи. Универсальный вариант при подборе объектива для камеры видеонаблюдения.
- **Трансфокаторный.** Оборудован мотором для изменения фокусного расстояния в автоматическом режиме. Используется в PTZ оборудовании, позволяет изменять угол обзора, масштабировать зону наблюдения. Как правило, оптика оборудована системой автофокусировки при зумировании объектов.
- **Fish-eye.** Панорамная оптика, которая дает угол обзора 360°. В связи со спецификой передачи изображения, требует использования развертки картинки на плоскость. Видео, полученное с камеры, неудобно для просмотра в необработанном виде.

### *Основные характеристики разных типов объективов камер видеонаблюдения*

Каждая оптическая система, установленная в видеокамерах, имеет ряд характеристик, которые влияют на специфику ее работы.

#### *Основные параметры:*

- фокусное расстояние;
- угол обзора.

Как подобрать объектив для камеры видеонаблюдения по углу обзора

- **узкоугольные (3–30°).** Используют для контроля небольшого сектора: коридоров, лестниц, территории под окнами;
- **среднеугольные (30–70°).** Применяют в системах видеонаблюдения на детских или спортивных площадках, парковках, небольших офисных или складских помещениях;
- **широкоугольные (до 95°).** Ставят на наблюдение за большими залами, входными конструкциями, дворами частных домов;

- панорамные (360°). Используются при наблюдении за помещением или уличной территорией целиком. Не оставляют «мертвых» зон.

Тема 2. Типы применяемых камер систем видеонаблюдения.

Основные характеристики видеокамер:

Разрешение (ТВЛ) - параметр, характеризующий детальность изображения, одним словом, чем больше разрешение, тем лучше просматриваются мелкие детали, такие как номер автомобиля, лицо человека. Измеряется в телевизионных линиях (ТВЛ), причем подразумевается разрешающая способность по горизонтали, так как разрешение по вертикали у видеокамер одного стандарта одинаково и ограничено на одном уровне. Черно-белые видеокамеры стандартного разрешения имеют разрешение 380-420 ТВЛ, повышенного разрешения 560-570 ТВЛ, цветные видеокамеры 280-350 ТВЛ, высокого разрешения до 460 ТВЛ, а с цифровой обработкой видеосигнала (DSP) до 560 ТВЛ.

Чувствительность (люкс) - минимальный уровень освещенности (в люксах), при котором видеокамера дает распознаваемый видеосигнал. Чем параметр меньше, тем меньше света необходимо камере для того чтобы выдать приемлимую картинку. Для обычных черно-белых видеокамер она составляет 0,4~0,01 люкс (сумерки), для высокочувствительных до 0,00015 люкс (темная ночь), для цветных 0,2~3 люкс.

Стоит упомянуть, что чувствительность черно-белых видеокамер затрагивает не только спектр видимого света, но инфракрасную область, что позволяет применять ИК-подсветки в условиях низкой освещенности.

Ориентировочная освещенность объектов.

На улице: безоблачный, солнечный день Более 100 000 люкс (угол солнца 55°), солнечный день, с легкими облаками 70 000 люкс, пасмурный день 20 000 люкс, раннее утро 500 люкс, сумерки 4 люкс, ясная ночь, полная луна 0.2 люкс, ясная ночь, неполная луна 0.02 люкс, ночь, луна в облаках 0.007 люкс, ясная, безлунная ночь 0.001 люкс, безлунная ночь с легкими облаками 0.0007 люкс, темная, облачная ночь 0.00005 люкс, в помещении без окон 100 — 200 люкс, хорошо освещенные помещения, офисы 200 — 1000 люкс.

Размер матрицы - Основным элементом камеры видеонаблюдения является ПЗС - матрица - совокупность ячеек, способных передавать информацию о цвете. Размер матрицы меряется по диагонали в дюймах. При выборе камеры следует учитывать, что чем больше размер матрицы, тем больше размеры камеры, но размер матрицы не влияет на качество изображения. Наиболее распространены видеокамеры с размером матрицы 1/2», 1/3», 1/4».

Угол обзора камеры — параметр, который определяется фокусным расстоянием (f) объектива и его форматом. Часто этот параметр указывается в градусах. Широкому углу обзора, соответствуют маленькие фокусные расстояния (2,8-5,0 mm). Для наблюдения за удаленными объектами применяют объективы с большим фокусным расстоянием (28,0 – 75,0 mm и более). При выборе объектива надо помнить, что формат объектива должен быть равен формату камеры или превосходить его. Некоторые камеры позволяют применять объективы с переменным фокусным расстоянием (трансфокатор, ZOOM).

Имея объектив с широким углом обзора, то можно получить хороший панорамный обзор, но вдаль вы будете видеть хуже, мельче, уже не сможете рассмотреть там какие-то мелкие детали. А при использовании длиннофокусных объективов конечно сужается поле зрения, но вы будете лучше видеть вдаль (эффект бинокля).

Камеры для видеонаблюдения в первую очередь делятся на проводные (аналоговые) и беспроводные (IP). Беспроводные или цифровые устройства обычно используются для контроля за обширными территориями и характеризуются высоким качеством картинки, быстрым доступом к видеоархиву и возможностью масштабирования изображения. Могут использовать технологию передачи данных по 3G или Wi-Fi.

Аналоговые камеры популярны за счет надежности и простоты конструкции, они легки в монтаже, чаще всего устанавливаются на небольших объектах.

В свою очередь каждая из этих групп подразделяется на конструкции, предназначенные для работы в помещении или на улице.

Внутренние камеры более миниатюрны и легки, не имеют защиты от внешних факторов.

Внешние оснащаются корпусом, защищающим их от негативных атмосферных воздействий и позволяющим вести съемку при любых погодных условиях. Кроме того, так как они чаще всего располагаются далеко от видеорегистратора и монитора, такая камера должна уметь передавать сигнал на большие расстояния.

Если более детально рассматривать типы конструкций, то бывают модульные (просто плата с объективом, которую можно вставить в любой корпус) и корпусные (то же самое, но уже в комплекте с корпусом от производителя). В свою очередь, корпусные камеры видеонаблюдения подразделяются на:

**Неподвижные.** Это наиболее распространенный тип, предназначенный для наблюдения за определенной фиксированной областью. В помещении прикрепляются при помощи кронштейна, на улице устанавливаются в термокожух с подогревом и вентиляцией, могут быть укомплектованы широкоформатным объективом для контроля за большей площадью и трансфокатором, позволяющим изменять угол обзора, фокусное расстояние.

**Поворотные.** Поворотный механизм дает возможность камере двигаться и изменять зону наблюдения, применяются на складах, автомобильных стоянках, любых обширных территориях с большим количеством людей. Позволяют запрограммировать последовательность движения на определенные временные промежутки, масштабируют картинку, благодаря зуму.

**Купольные.** Обладают привлекательным дизайном, могут быть установлены на потолке и стенах внутри помещения или на улице (в антивандальном исполнении), могут быть с ИК-подсветкой для работы в темноте. Это скоростное поворотное устройство в полусферическом корпусе с трансфокаторным объективом, которое может непрерывно двигаться на 180 градусов по вертикали и 360 по горизонтали, давая возможность наблюдать за большой территорией с быстро передвигающимися объектами.

**Миникамеры.** Используются для скрытого видеонаблюдения, заключены в миниатюрный корпус и имеют объектив в виде игольного ушка диаметром менее миллиметра. Устанавливаются в предметы интерьера, потолок и т.п. так, что их невозможно заметить. За счет ограниченного обзора, способны обеспечить наблюдение за какой-либо фиксированной областью.

Все вышеописанные виды могут быть цветными, черно-белыми и смешанными.

Черно-белые за счет большей светочувствительности и разрешающей способности матрицы выдают более детализированную картинку.

Цветные позволяют передать цвет одежды, автомобиля, волос. Это делает видеозапись более информативной.

Смешанные варианты, так называемые, "день/ночь" в зависимости от времени суток изменяют цветность. А для качественной съемки ночью имеют ИК-подсветку различной дальности.

Среди множества вариантов, представленных сейчас на рынке, вы всегда сможете выбрать для себя наиболее подходящий, полностью отвечающий задачам вашей системы видеонаблюдения.

#### *Камера с USB*

Веб-камера подключается к ноутбуку или компьютеру с помощью интерфейса USB. Продаются беспроводные модели (через Wi-fi или Bluetooth), но их стоимость высока и требует высокоскоростного интернета. Рекомендуется выбирать устройство с поддержкой USB 2.0 и 3.0.

#### *Преимущества и недостатки*

Бюджетные или старые модели оснащаются технологией 1.1, но получить качественное изображение невозможно. Выбирая устройство, обратите внимание на длину кабеля. Рекомендуется покупать модель со шнуром от 1.5 метра.

Недостаток заключается в плохой картинке, ведь главная задача – связь между людьми, а не качество изображения. Если нет скоростного интернета – это проблема, ведь видео будет передаваться с рывками, а звук запаздывать или пропадать.

Принцип работы камеры прост: ее подключают к интернету и дают адрес. Как правило, это делается автоматически. Картинка переделывается в цифровой сигнал и отправляется собеседнику.

#### *Виды веб-камер с USB*

В зависимости от условий использования, выбирать нужно один из видов веб-камер. Они делятся на типы:

- Стационарные;
- Мобильные;
- Универсальные.

Настольное устройство используется для стационарных компьютеров, когда оно закреплено и не перемещается. Форма представляет собой сферу с объективом в передней части. К этому виду относятся детские камеры, которые сделаны в форме игрушки или героев мультфильмов.

Они используются для наблюдения и присмотра за ребенком, когда он остается наедине с посторонним человеком (няня, соседи). Девайс не отличается от игрушки, поэтому он устанавливается незаметно. Видео записывается или транслируется на мобильное устройство: планшет, смартфон или ноутбук.

Мобильные веб-камеры характеризуются компактными размерами, чтобы складывать и переносить с собой в сумке или кармане. Плоский квадрат или пластину, в форме которой сделан аппарат, удобно транспортировать. Портативные устройства делаются для ноутбуков. Крепиться с помощью прищепки, которая ставится на экран. Оснащаются устройства эластичной ножкой для выбора нужного положения. Формы делаются разные, причем высший ценовой сегмент предлагает камеры, разработанные дизайнерами. Когда выбор типа закончен, определяются главные характеристики и подбирается устройство.

#### *Как выбрать вебкамеру с USB*

Выбор веб-камеры основывается на параметрах, среди которых выделяются:

- Матрица и чувствительность;
- Разрешение;
- Количество кадров в секунду;
- Интерфейс;
- Способ подключения;
- Встроенный микрофон;
- Стоимость.

Веб-камера обязательно оснащается матрицей. Выделяется 2 типа: CCD и CMOS. Рекомендуется выбирать устройства с матрицей CCD, поскольку картинка выдается лучше. Недостаток варианта в том, что аппараты относятся к высшей ценовой категории. Бюджетные камеры с матрицей CMOS не дают высокого качества, но для бытового использования подходят.

Разрешение веб-камеры напрямую влияет на качество видео. Разрешающая способность – количество пикселей по вертикали и горизонтали, которые входят в структуру матрицы.

#### *Функции*

На веб-камеру устанавливают разные опции. Это влияет на цену, но улучшает и повышает удобство. К ним относятся:

- Защита паролем;
- Видеоэффекты;
- Автофокус;
- Детектор движения;
- Режим наблюдения;

- Работа в темноте.

Стандартные веб-камеры не оснащаются защитой паролем. Кому эта функция нужна, выбирайте модели с ее поддержкой. К видео с устройства имеют доступ все пользователи сети с помощью браузеров. Простой тип защиты – пароль.

Он ограничивает просмотр видео с камеры. Если этой защиты недостаточно, приобретается аппарат с многоуровневой кодировкой, которая запрещает использование или просмотр изображения участников сети.

Видеоэффекты используются для изменения изображения. Некоторые модели поддерживают добавления эффектов. Функция изменяет внешние планы, накладывает текст и заставки, подставляет лица, создает анимацию (дождь, снег или туман). Функция видеоэффектов не имеет полезных свойств и используется для развлечения. Изображение с камеры делается страшным, сексуальным или веселым. Некоторые модели имеют функцию наблюдения, когда камера ставится и работает в режиме записи или трансляции онлайн. Это позволяет организовать недорогое наблюдение дома. Недостаток заключается в том, что требуется аппарат с длинным шнуром (от 5 метров).

Если он меньше, то камера устанавливается возле компьютера для осмотра всей комнаты. Изображение с некоторых моделей показывается на смартфоне онлайн.

Камера с детектором движения используется в наблюдении. Веб-камера ищет объекты и фокусируется на них. Продвинутое модели включают запись при обнаружении движения, фиксируют скорость движения и размеры объекта.

Качественной работой в темноте могут похвастаться немногие веб-камеры. Производители делают недорогие устройства, экономят на комплектующих для привлечения потребителей. Чтобы получить видео в условиях плохого освещения, используются инфракрасные датчики. Устройства маленького размера, используемые для охраны, оснащаются такими датчиками.

Выбор веб-камеры основывается на ее цене и характеристиках. Использовать для общения можно устройство средней ценовой категории, которая дает детализированное изображение.

#### *Камеры ночного видения и тепловизоры*

ИК-видеокамера, или камера ночного видения, имеет встроенную инфракрасную подсветку. Работает такое оборудование за счёт фиксации отраженного инфракрасного излучения, которое невидимо человеческому глазу, однако достаточного для того, чтобы сделать качественный кадр.

Тепловизор также работает в инфракрасном диапазоне, но изображение, получаемое с прибора, ощутимо отличается от картинки с камеры видеонаблюдения. Оборудование отображает излучаемое температурное поле объекта. Распознать фигуру человека будет несложно, но понять, кто именно на картинке, невозможно.

Большинство тепловизоров способны изменять температуру и предоставлять цветное изображения, где каждому цвету соответствует определенная температура.

#### *1. Общие характеристики систем видеонаблюдения*

Система видеонаблюдения – система аппаратно- программных средств, предназначенная для осуществления видеонаблюдения.

Основные характеристики систем:

- Разрешение изображения
- Угол обзора
- Скорость смены кадров
- Глубина видеоархива
- Возможность настройки автоматического сохранения определенных моментов и оповещение пользователя

- Наличие дополнительных средств автоматизации на основе видеоанализа

*2. Классификация технических средств систем видеонаблюдения, их основные характеристики и области применения*

Технические средства:

- Видеокамеры (модульная видеокамера, минивидеокамера, корпусная видеокамера, купольная видеокамера, управляемая)
- Объективы (монофокальные, вариофокальные)
- Корпуса
- Средства вывода изображения (квадратор, мультиплексор, матричный видеокаммутатор)
- Видео- и аудиофоны
- Вспомогательные устройства
- Дополнительное оборудование
- Система видеонаблюдения

Область применения:

- Видеонаблюдение на транспорте

Основные задачи:

1. фиксирование преступлений в салонах
  2. контроль действий и рабочего времени водителя
- Развлекательные и торговые объекты
  - Офисы
  - Домашний сектор
  - Высотное видеонаблюдение

Основные характеристики:

- Чувствительность видеокамеры
- Минимальная освещённость
- Динамический диапазон
- Разрешающая способность видеокамеры
- Разрешающая способность устройства обработки и отображения
- Отношение сигнал/шум
- Скорость записи
- Двухпоточность

*Телевизионные системы мира*

Современная телевизионная (ТВ) система – это совокупность оптических, электронных и радиотехнических устройств, которые принимают и передают на расстояние информацию о пространственно-излучательных характеристиках подвижных цветных объектов. Изображение объекта преобразуется в электрический сигнал, который передается по каналу связи и в месте приема преобразуется в оптическое изображение.

Рассмотрим характеристики существующих телевизионных систем:

- Система NTSC (National Television System Committee). Одновременная совместимая система цветного ТВ, в которой передается яркостный сигнал и расположенная в пределах его спектра поднесущая, квадратурно модулированная двумя цветоразностными сигналами. В приемнике осуществляется синхронное детектирование цветоразностных сигналов, для чего в пределах гасящего строчного импульса передается частота поднесущего колебания с опорной фазой.
- Европейский вариант NTSC: число строк 525, частота полей 60 Гц, поднесущая цветности 4.42 МГц, ширина полосы 2\*1.3 МГц, несущая звука 6.5 МГц. Американский вариант NTSC: число строк 525, частота полей 60 Гц, поднесущая цветности 3.58 МГц, ширина полосы 1.3 и 0.5 МГц, несущая звука 4.5 МГц.
- Система PAL (Phase Alternated Line). Квазисмешанная совместимая система цветного ТВ с квадратурной модуляцией поднесущей. Фаза одной из квадратурных компонент поднесущей переключается на 180° от строки к строке и сигналы цветности соседних строк в приемнике суммируются.
- Система SECAM. Квазисмешанная совместимая система цветного ТВ. Поднесущие, расположенные в спектре яркостного сигнала, модулируются по частоте двумя

чередующимися от строки к строке цветоразностными сигналами. В приемнике цветоразностные сигналы для каждой строки восстанавливаются сложением с использованием линии задержки.

- Цифровое телевидение. Основные характеристики цифрового ТВ сигнала нормированы МСЭ-Р для 525- и 625-строчных систем. Преобразование аналогового сигнала цветного ТВ осуществляется с частотой дискретизации яркостного сигнала 13.5 МГц и цветоразностных - 6.75 МГц. Это соотношение частот дискретизации обозначается 4:2:2. Для более сложных процессов обработки предусмотрен стандарт 4:4:4. Скорость передачи цифрового ТВ сигнала даже при использовании стандарта 4:2:2 получается высокой и составляет 216 Мбит/с.

- ТВ высокой четкости (ТВЧ). ТВЧ предполагает изменение формата изображения от 4:3 к 16:9 и увеличение числа строк свыше 1000. В Японии разработана и введена в эксплуатацию в 1989 году система 1125 строк, 60 полей. В рамках ЕС разработана система 1250 строк, 50 полей.

- Многопрограммное цифровое ТВ (МПТВ-6-7-8). МПТВ предполагает передачу по стандартным каналам сжатых цифровых сигналов нескольких ТВ программ вместо одной программы стандартного ТВ или ТВЧ. В настоящее время удается передать от 4 до 10 ТВ программ в одном стандартном ТВ канале.

Телевидение высокой четкости (HD, или HDTV, сокр. с англ. — «High Definition Television»; в России в официальных документах используется аббревиатура ТВЧ, первоначально применялась аббревиатура ТВВЧ) — система телевидения с разрешающей способностью по вертикали и горизонтали, увеличенной примерно вдвое по сравнению со стандартной[1]. Действующий ГОСТ Р 53533—2009 определяет систему телевидения высокой четкости как телевизионную систему, параметры которой выбраны исходя из расстояния наблюдения, равного трём высотам наблюдаемого изображения. Таким образом, повышенная четкость ТВЧ позволяет рассматривать изображение с более близкого расстояния, чем телевидение стандартной четкости, или использовать экраны больших размеров. При этом строчная структура изображения остаётся незаметной и обеспечивается ясность деталей, различимых в исходном сюжете для наблюдателя со средней остротой зрения.

Телевидение с медленной развёрткой (англ. slow-scan television, SSTV) — способ передачи чёрно-белого или цветного изображения по узкополосным каналам. Для передачи данных чаще всего используется любительская коротковолновая или ультракоротковолновая радиосвязь. В отличие от классического широкополосного телевидения, требующего полосы шириной 5 МГц и более, и, в зависимости от системы, передающего 25 или 30 кадров в секунду, телевидение с медленной развёрткой позволяет передавать один кадр за время от примерно 8 секунд до нескольких минут, используя полосу порядка 3 кГц.

Современные системы телевидения с медленной развёрткой используют персональный компьютер и соответствующее программное обеспечение для формирования сигнала, выводимого обычно через аналоговый выход звуковой карты. Ввод изображения может быть сделан при помощи цифрового фотоаппарата или веб-камеры.

Телевидение с медленной развёрткой использовалось для передачи изображений на большие расстояния, например, снимков обратной стороны Луны во время экспедиции советской межпланетной станции Луна-3. В большинстве случаев использовались фототелевизионные системы для передачи фотографий высокой четкости по узкополосному радиоканалу.

Замкнутое телевидение (CCTV), также известное как видеонаблюдение, - это использование видеокамер для передачи сигнала в определенное место на ограниченном наборе мониторов. Он отличается от широковещательного телевидения тем, что сигнал не передается открыто, хотя может использоваться двухточечная (P2P), многоточечная (P2MP) или ячеистая проводная или беспроводная связь. Несмотря на то, что почти все видеокамеры подходят под это определение, этот термин чаще всего применяется к тем, которые

используются для наблюдения в областях, требующих дополнительной безопасности или постоянного наблюдения. С другой стороны, видеотелефония редко называют «видеонаблюдением», что является одним из исключений использования видео в дистанционном образовании, где оно является важным инструментом.

Наблюдение за населением с помощью видеонаблюдения широко распространено во многих регионах мира. В последние годы использование нателных видеокамер было введено как новая форма наблюдения, часто используемая в правоохранительных органах, с камерами, расположенными на груди или голове полицейского. [5] Видеонаблюдение вызвало серьезные споры о том, чтобы сбалансировать его использование с правом людей на неприкосновенность частной жизни, даже когда они находятся в общественных местах.

На промышленных предприятиях оборудование видеонаблюдения может использоваться для наблюдения за частями процесса из центральной диспетчерской, например, когда окружающая среда не подходит для людей. Системы видеонаблюдения могут работать непрерывно или только по мере необходимости для наблюдения за определенным событием. Более продвинутой формой видеонаблюдения, использующей цифровые видеоматричные камеры (DVR), обеспечивает запись в течение, возможно, многих лет, с различными параметрами качества и производительности и дополнительными функциями (такими как обнаружение движения и оповещения по электронной почте). В последнее время децентрализованные IP-камеры, возможно, оснащенные мегапиксельными датчиками, поддерживают запись непосредственно на сетевые устройства хранения данных или внутреннюю флеш-память для полностью автономной работы.

Использование CCTV

- Предупреждение преступности
- Раскрытие преступлений
- Мониторинг транспортного потока
- Спортивные мероприятия
- Использование в школах

Технические характеристики:

Современное цифровое телевидение высокой четкости основано на рекомендации ITU-R BT.709 Международного союза электросвязи и обеспечивает соотношение сторон экрана 16:9 с разрешением 1920×1080 пикселей. Такое телевизионное изображение, в зависимости от типа развертки (чересстрочная или прогрессивная), называется 1080i или 1080p. Кроме высокого качества изображения, ТВЧ предусматривает передачу многоканального звука, чаще всего стандарта Dolby Digital. Российским национальным стандартом, определяющим основные параметры телевидения высокой четкости, является ГОСТ Р 53533-2009.

Корпоративные и национальные стандарты телевидения высокой четкости могут отличаться от российского. Так, некоторые американские и европейские телевизионные компании (ABC, Fox, ESPN, ARD, ZDF, VRT) практикуют рекомендованное Европейским вещательным союзом изображение 720p (разрешение 1280×720 с прогрессивной разверткой), которое в России считается телевидением повышенной четкости (ГОСТ Р 53536-2009[17]).

## 5. Разрешение

Разрешение – величина, определяющая количество точек (элементов растрового изображения) на единицу площади (или единицу длины). Термин обычно применяется к изображениям в цифровой форме, хотя его можно применить, например, для описания уровня грануляции фотопленки, фотобумаги или иного физического носителя. Более высокое разрешение (больше элементов) типично обеспечивает более точные представления оригинала. Другой важной характеристикой изображения является разрядность цветовой палитры.

Разрешение изображения:

- Растровая графика – размеры растровых изображений выражают в виде количества пикселей по горизонтали и вертикали, например: 1600×1200. В данном случае это означает, что ширина изображения составляет 1600, а высота — 1200 точек.

- Векторная графика – Для векторных изображений, в силу принципа построения изображения, понятие разрешения неприменимо.

Разрешение устройства:

- Разрешение принтера указывают в dpi
- Разрешение сканера изображений указывается в ppi
- Разрешение экрана монитора в пикселах
- Разрешение матрицы цифровой фотокамеры в пикселах.

*Оптика телевизионных систем.*

Некоторые считают качество оптики в системах видеонаблюдения доказанным. С повышением разрешающей способности телекамер и с миниатюризацией ПЗС-матриц мы все ближе подходим к пределу разрешающей способности, определяемому оптикой, поэтому нам требуется знать несколько больше, чем среднему технику. В этой главе обсуждаются, опять же в упрощенном виде, наиболее общие оптические термины, концепции и устройства, используемые в системах видеонаблюдения.

*Преломление*

Самая первая и основная концепция, с которой следует ознакомиться, это концепция преломления и отражения.

Когда луч света, распространяющийся в воздухе или вакууме, попадает в плотную среду, вроде воды или стекла, его скорость снижается в  $n$  раз ( $n$  всегда больше 1);  $n$  называется показателем преломления. Различные среды (прозрачные для света) имеют различные показатели преломления. Например, скорость света в воздухе составляет 300000 км/с (и почти столько же в вакууме). А когда луч света проходит через стекло, показатель преломления которого равен 1.5, скорость уменьшается до 200000 км/с.

Согласно волновой теории света уменьшение скорости света отражается в уменьшении длины волны. Это явление представляет собой основу концепции преломления. Если луч света падает на поверхность стекла перпендикулярно, длина световой волны уменьшается, но когда луч покидает стекло, скорость восстанавливается до нормального значения, т. е. восстанавливается начальная «воздушная длина волны», и свет продолжает распространяться в том же направлении. Однако же, если луч света падает на поверхность стекла под любым другим углом, получаются интересные вещи: луч (в этом случае он рассматривается с точки зрения волновой природы света) имеет фронт, который не одновременно пересекает стекло (потому что падает под углом). Часть фронта, которая первой попадает в новую среду, «замедляется» первой. Конечным результатом становится преломление луча света, т. е. луч слегка отклоняется от первоначального направления. Величина отклонения зависит от оптической плотности среды.

Чем плотнее среда, т. е. чем выше показатель преломления, тем больше луч отклоняется от первоначального направления.

Существует очень простое соотношение между углами падения и отражения и показателями преломления двух различных сред. Это соотношение было открыто голландским физиком Виллебрордом Снелиусом в начале XVII века. Используя простые вычисления, мы можем определить углы отражения в различных средах. Мы рассмотрим это позже, при вычислении углов полного отражения и числовой апертуры в волоконной оптике.

Теория преломления и отражения будет использоваться в последующих разделах, когда мы будем рассматривать теорию линз и волоконной оптики.

*Линзы как оптические элементы*

Есть два основных типа линз: выпуклые и вогнутые.

Линзы первого типа, выпуклые, имеют положительное фокусное расстояние, т. е. действительный фокус, и называются такие линзы увеличивающими, так как они увеличивают изображение объекта.

Линзы второго типа, вогнутые, имеют отрицательное фокусное расстояние, т. е. мнимый фокус, они уменьшают изображение объекта.

Каждая линза характеризуется следующими основными параметрами:

- оптическая плоскость (плоскость, проходящая через центр линзы);
- оптическая ось (ось, перпендикулярная оптической плоскости и проходящая через ее центр);
- фокус (точка пересечения лучей, падающих параллельно оптической оси);
- фокусное расстояние (расстояние между оптической плоскостью и фокусом в метрах);
- диоптрии (величина, обратная фокусному расстоянию, выраженному в метрах).

В зависимости от физических размеров и типа поверхности существует множество различных типов линз: плосковыпуклые, выпукло-вогнутые, плосковогнутые и т. д. Название типа многое говорит о физическом строении линз, при этом «плоско» означает, что одна из двух поверхностей линзы плоская.

Чтобы скорректировать различные искажения (абберации), вызванные рядом факторов, приходится объединять различные типы линз.

В качестве примера, поясняющего необходимость коррекции, давайте рассмотрим солнечный луч, падающий на призму.

Нам всем знаком эффект радуги, возникающей на второй стороне призмы. Эффект возникает из-за того, что «белые» солнечные лучи содержат все длины волн (т. е. цвета), которые только может различать человеческий глаз. Поскольку все эти лучи входят в стекло призмы с показателем преломления  $n$ , то различные длины волн меняются в несколько разной степени (пропорционально их частоте), таким образом создавая радугу на второй стороне призмы. Это реальное разложение белого света. Красному цвету соответствует самая большая длина волны (низкая частота), и поэтому его преломление наименьшее. Фиолетовому цвету соответствуют самые короткие волны (наибольшая частота), и поэтому он больше всего преломляется.

Аналогичный эффект возникает в изумительной радуге после дождя, когда происходит преломление и отражение солнечных лучей в капельках дождя.

Несмотря на впечатляющий эффект этого явления, оно нежелательно при создании линз.

Выпуклая линза может быть аппроксимирована большим количеством маленьких призм, прилегающих друг к другу и образующих мозаику. Понятно, что изображение, созданное такой линзой на основе дневного света (что происходит наиболее часто), будет разлагаться на основные цвета так же, как это происходит в случае разложения света призмой.

Это означает, что когда белые лучи падают на простую выпуклую линзу, то разным цветам будут соответствовать разные фокусные расстояния. Это нежелательный эффект, называется он цветовым искажением линзы или хроматической абберацией.

Итак, следует четко понимать, что причины хроматической абберации кроются не столько в недостатках изготовления линзы (хотя и это не исключено), сколько в физическом процессе разложения белого света на основные длины волн при прохождении света сквозь единственный элемент линзы.

Хроматическая абберация может быть минимизирована объединением выпуклых и вогнутых линз, при этом белый луч вначале разделяется выпуклой линзой на «дисперсную радугу», а затем «собирается обратно» вогнутой линзой благодаря обратному эффекту вогнутой линзы (относительно угла падения).

Если две линзы (выпуклая и вогнутая) тщательно подобраны (по толщине и фокусным точкам), то лучи всех цветов собираются в одном и том же фокусе. Этого можно достичь лишь благодаря тщательному подбору выпукло-вогнутых пар, сохраняющих требуемое фокусное расстояние, как у одноэлементной линзы. Для скрепления двух линз используется специальный прозрачный клей.

Мы привели здесь самый простой пример того, почему для создания линзы с определенным фокусным расстоянием требуются многочисленные оптические элементы.

Имеется множество других оптических искажений, не только хроматическая абберация, но и геометрическая («подушкообразное» и «бочкообразное» искажения),

сферическая и пр. Название само подсказывает, какой тип искажения накладывается на изображение. Эти искажения могут быть исправлены добавлением в систему дополнительных оптических элементов.

При проектировании линз оптикам приходится балансировать между максимальной коррекцией (чтобы получить изображение высокого качества) и минимальным числом оптических элементов (с целью экономии и технологической приемлемости).

Можете себе представить, сколько возможных комбинаций придется перебрать, если вы проектируете объектив с заданным фокусным расстоянием, состоящий из полудюжины (или более) различных оптических элементов. Раньше оптикам при проектировании линз с заданным фокусным расстоянием и размерами приходилось работать совместно с математиками и проделывать сотни и сотни вычислительных операций вручную. Физические размеры, фокусное расстояние, абсолютное и относительное расположение элементов — это все переменные. Единственный способ найти подходящую комбинацию для известного фокусного расстояния — это мучительно долгий итерационный процесс.

Очевидно, желаемым результатом было получение объектива хорошего качества с минимальным количеством оптических элементов. Поскольку задача эта довольно непростая, то производители регистрировали конкретную конструкцию объектива, выполненного по их «рецепту»: сколько линз использовано, чему равно фокусное расстояние, как расположены оптические элементы. Вот почему в кинематографии и фотографии мы все еще можем встретить линзы конкретных производителей, вроде «Planar», «Xenar». Такие имена — это запатентованные проекты объективов для конкретных размеров и фокусного расстояния.

Сегодня, в век компьютеров, существует множество профессиональных программ для оптического моделирования. Оптимальные результаты вы можете получить всего за несколько минут, при этом в систему будет включено лишь необходимое число оптических элементов, но достаточное для корректировки всех оптических искажений.

Вот почему объективы с определенным фокусным расстоянием (одинаковым углом зрения) имеют столь разные цены, размеры и качество изображения.

Качество объектива зависит от многих факторов и не стоит считать его гарантированным. Особенно важно это для вариообъективов, ведь при их проектировании так много переменных. Вариообъективы широко используются в наиболее крупных системах видеонаблюдения, так что при их выборе нужно быть очень внимательным.

Простых правил на этот счет не существует, и лучшее, что можно предложить — провести тестирование и сравнение.

Факторы, определяющие качество объективов, можно свести к ряду моментов:

1. Конструкция объектива:

- число элементов;
- взаимное расположение;
- коррекция аберрации на этапе проектирования.

2. Производство оптических элементов:

- тип стекла;
- технология и тип стеклопроизводства (нагревание, охлаждение, беспримесность);
- точность шлифовки и полировки (это очень важно);
- просветляющее покрытие стекла (микронное покрытие, минимизирующее потери, вызванные отражением).

3. Механическая конструкция объектива:

- фиксация положения объектива и стабильность (к ударам, температуре...);
- механические движущиеся части объектива (особенно, трансфокатор, фокусировка, лепестки диафрагмы);

- внутреннее отражение света (черное поглощающее покрытие);
- шестерни для объективов с сервоприводом (пластмасса, металл, точность).

4. Электроника (у автодиафрагм и объективов с сервоприводом):

- качество электроники автоматической диафрагмы (усиление, стабильность, точность);
- энергопотребление (для автоматической диафрагмы, как правило, низкое, но некоторые старые модели могут требовать больше, чем может дать телекамера, поскольку телекамера питает объектив с автодиафрагмой);
- схема трансфокатора и фокусировки (напряжение: 6 В, 9 В или 12 В, трех или четырехпроводный кабель управления).

#### *Геометрическое построение изображений*

Изображения могут быть построены при помощи простых правил оптики и геометрии. Как можно увидеть, для построения изображения объекта требуется, как минимум, два луча.

При построении изображений следует придерживаться следующих трех правил:

- Объекты, находящиеся на различных расстояниях, на схеме должны одним концом касаться оптической оси.
- По определению, лучи, проходящие через центр линзы, не меняют своего направления, т. е. в центре линза ведет себя как плоскопараллельная стеклянная пластина, не вызывая преломления.

- По определению, лучи, параллельные оптической оси, проходят через фокус.

Вспомним теперь основную формулу линзы, которую мы используем при расчете количества света, падающего на ПЗС-матрицу:

$$1/D + 1/d = 1/f \quad (30)$$

здесь  $D$  — расстояние от объекта до линзы,  $d$  — расстояние от линзы до изображения  $f$  — фокусное расстояние линзы.

Отметим, что  $d$  здесь относится к изображению не бесконечно удаленного объекта, и поэтому оно больше, чем  $f$ ; а в случае бесконечно удаленного объекта  $d$  будет равно  $f$ .

Обратите, пожалуйста, внимание на изображения объектов, находящихся на различном расстоянии. Фокусировка линзы достигается за счет изменения расстояния между линзой и плоскостью изображения (где расположена ПЗС-матрица). Итак, проекция изображения совпадает с фокальной плоскостью только в том случае, когда линза сфокусирована на бесконечно удаленный объект. Во всех остальных случаях расстояние между линзой и изображением больше, чем фокусное расстояние линзы.

Следует также отметить, что (как упоминалось выше) на практике объектив состоит из нескольких оптических элементов. Следовательно, их можно представить эквивалентной одноэлементной линзой, расположенной в главной точке.

Объектив, образованный из нескольких оптических элементов (единичных тонких линз), имеет две главные точки — первую и вторую главные точки. Для тонкой линзы эти точки совпадают и расположены в центре линзы.

Плоскости, пересекающие эти главные точки и перпендикулярные оптической оси, называются главными плоскостями.

Главные плоскости обладают следующими свойствами:

- Луч, падающий на первую главную плоскость (параллельно оптической оси), покинет вторую главную плоскость на той же высоте, распространяясь в направлении точки фокуса.
- Луч, падающий в направлении первой главной точки, покинет вторую главную точку под тем же углом.
- Фокусное расстояние такой линзы принимается равным расстоянию от второй главной плоскости до фокуса.

Пользуясь этими свойствами, можно построить геометрическое изображение таким же образом, как в случае линзы, состоящей из одного оптического элемента.

Следует отметить, что вторая главная точка может попасть за объективом с маленьким фокусным расстоянием. Чем меньше пределы системы линз — в случае фокусное расстояние, тем больше оптических элементов необходимо добавлять для коррекции различных искажений, что увеличивает стоимость объектива. С уменьшением формата ПЗС-матриц (от

2/3" до 1/2" и 1/3", а теперь и до 1/4". В настоящее время выпускаются телекамеры с ПЗС-матрицами 1/6". Прим. ред.) приходится производить объективы с более коротким фокусным расстоянием, чтобы сохранить тот же по ширине угол зрения.

Это, в свою очередь, вынудило промышленность уменьшить расстояние от фланца объектива до плоскости изображения, которое для «С» типа крепления равно 17.5 мм с тем, чтобы оптика стала проще, меньше, дешевле.

Новый формат расстояния равен 12.5 мм, и поскольку он меньше, он называется стандартом CS (S-small).

#### *Асферические линзы*

Как уже упоминалось выше, сферическая аберрация — это общий тип искажения, присущий большинству линз сферического типа. Линзы сферического типа наиболее распространены, поскольку изготавливаются они при помощи самых простых механических способов шлифовки и полировки, подчиняющихся сферическим законам. Полировка выполняется круговой машиной, в результате чего линза имеет сферическую форму. Можно показать, что кроме хроматической аберрации, присущей простому оптическому элементу («разложение на цвета» белого света), есть еще и сферическая аберрация, вызванная сферическим профилем линзы. Фокус не является в точности одной точкой.

На основе физических законов преломления можно показать (но мы не будем вдаваться в эти детали), что колоколоподобная линза (не сферическая) является идеальной для получения единой фокусной точки без сферических искажений. Поперечное сечение такой линзы представляет собой кривую, несколько отклоняющуюся от формы окружности и имеющую форму колокола.

Такая линза называется асферической.

Понятно, что такую форму трудно воспроизвести при помощи стандартных полировочных технологий, но, если все-таки обеспечить качественное изготовление, она даст ряд преимуществ в сравнении с традиционными сферическими линзами, включая больший раскрыв диафрагмы (что отражается в меньших значениях F-числа), больший угол зрения, более короткое минимальное расстояние до объекта, меньшее количество оптических элементов, так как приходится исправлять меньше аберраций (в результате объектив становится меньше и легче).

Однако такая технология дороже — из-за сложной техники полировки.

Оптические компании начали выпускать литые асферические линзы, избегая критического процесса шлифования. Этот процесс, правда, не обеспечивает стекла такого качества, как при обычном процессе, но позволяет сделать производство асферических объективов более экономичным.

Качество таких объективов еще нуждается в доказательствах, но они существуют и доступны на рынке оборудования для систем видеонаблюдения.

Частотно-контрастная характеристика и функция передачи модуляции

Что нам нужно от объектива — это резкое и четкое изображение, свободное от искажений.

Как уже упоминалось, объективы обладают ограниченной разрешающей способностью, и об этом особенно важно помнить, когда мы используем их в видеосистемах высокого разрешения.

Разрешающая способность связана со способностью линзы воспроизводить мелкие детали. Чтобы измерить эту способность, используется испытательная таблица, состоящая из черных и белых полосок с различной плотностью (пространственным периодом), обычно выражаемую в линиях на миллиметр (линий/мм). При подсчете разрешающей способности линзы (линий/мм) мы учитываем и белые, и черные линии.

Характеристика, демонстрирующая «отклик» линзы на различную величину плотности в линиях/мм, называется частотно-контрастной характеристикой (ЧКХ).

С теоретической точки зрения лучше оценивать параметры линзы при непрерывном переходе от черного к белому (в виде синусоиды), а не на полосках, которые резко переходят

от черного к белому. В особой мере это относится к объективам, используемым в телевидении, так как оптический сигнал в этом случае преобразуется в электрический, который легче описывается и оценивается при помощи синусоидальных характеристик. Эта характеристика называется функцией передачи модуляции (ФПМ).

Однако на практике оказывается гораздо проще сделать тестовую таблицу с черно-белыми полосками, а не с синусоидальным переходом от черного к белому. ЧКХ и ФПМ — это не одно и то же, но при помощи ЧКХ гораздо проще измерить и с достаточно большой точностью можно описать обобщенные характеристики линзы.

Самая простая аналогия, которая поможет нам понять, что такое ФПМ, — это спектральный отклик аудиосистемы. В аудиосистеме мы рассматриваем уровень выхода (напряжение или звуковое давление) в зависимости от частоты аудиосигнала. В оптике мы делаем то же самое, только ФПМ выражается в виде зависимости контрастности (от 0 до 100 %) от пространственной плотности (в линиях/мм).

Различные объективы имеют различные ФПМ-характеристики в зависимости от качества стекла, оптической конструкции и применения. Например, фотографические объективы будут иметь лучшую ФПМ, чем объективы для видеонаблюдения. Причина проста: структура фотоэмульсии может регистрировать более 120 линий/мм, и производителям приходится выпускать объективы более высокого качества, чтобы минимизировать ухудшение картинки при увеличении изображения на пленке до размеров постера.

ПЗС-матрицы имеют меньшую разрешающую способность, чем та, которую обеспечивает кристаллическая структура пленки. С технической точки зрения нет никакой необходимости переходить на производство дорогих объективов намного большего разрешения, чем разрешающая способность ПЗС-матрицы. Однако с миниатюризацией ПЗС-матриц мы все ближе и ближе подходим к границам пленочного разрешения, так что в будущем потребуются объективы с улучшенными параметрами.

Например, черно-белая ПЗС-матрица формата 1/2" среднего разрешения имеет примерно 500 пиксел (элементов изображения) по горизонтали. Если мы учтем физическую ширину 6.4 мм ПЗС-матрицы формата 1/2", то приходим к заключению, что максимальное возможное число вертикальных линий (черно-белых пар) равно  $(500:6.4):2 = 39$  линий/мм. Это разрешение легко достигается большинством ТВ-объективов, так как оптическая технология может легко обеспечивать более 50 линий/мм. Но для черно-белой ПЗС-матрицы формата 1/3" с той же плотностью в 500 пикселов по горизонтали мы уже говорим о  $(500:4.4):2 = 57$  линий/мм. Это значит что ПЗС-телекамера формата 1/3" требует объектива большего разрешения, чем телекамера формата 1/2".

Различные объективы имеют различные ФПМ-характеристики, и иногда на основе этих характеристик приходится решать, какой объектив следует использовать.

Рассмотрим пример, представленный на графике. Мы можем трактовать его следующим образом: ФПМ объектива А распространяется на область высоких пространственных частот, а это означает, что он может передать более мелкие детали, чем объектив В. Объектив В имеет лучший отклик на низких частотах. Если нам нужен объектив для получения высокой разрешающей способности, например, для пленки, то лучше выбрать объектив А, а для видеонаблюдения, где ПЗС-матрица не может различить более 50 линий/мм, лучше обойтись объективом В, с ним будет выше контраст.

#### *F и T числа*

Кроме ФПМ и ЧКХ есть и другая важная характеристика объективов: F-число (F-number, F-stop). F-число характеризует яркость сформированного линзой изображения. Оно обычно нанесено на объективе в виде F/1.4 или иногда в другой форме 1:1.4 (Величина, обратная числу F, называется относительным отверстием, то есть, например, если F=1.4, то относительное отверстие 1:1.4. Однако на практике нередко относительным отверстием называют само число F, то есть в нашем примере, 1.4. Прим. ред.). F-число зависит от фокусного расстояния объектива и эффективного диаметра области, через которую проходят

лучи света. Эта область может изменяться передвижением механических лепестков, которые мы обычно называем ирисовой диафрагмой.

Следует отметить, что эффективный диаметр объектива — это отнюдь не действительный диаметр объектива, а диаметр изображения диафрагмы, если смотреть на него с передней стороны объектива.

Первый диаметр обычно называется входным зрачком. А есть еще и выходной зрачок. Сама ирисовая диафрагма расположена между этими двумя зрачками и между двумя главными точками.

Чем меньше F-число, тем больше отверстие диафрагмы и тем больше света проходит через объектив. Минимальное F-число для данного объектива нанесено на самом объективе и характеризует способность объектива собирать свет.

Часто объективы с низким F-числом (F-stop) называются светосильными объективами или быстрыми объективами (faster lens). Это потому, что на заре фотографии пытались сократить время экспозиции пленки путем увеличения количества света (низкое F-число); это позволяло сделать снимок быстро и получить картинку без потери четкости, вызванной дрожанием камеры.

Допустим, 16 мм-объектив имеет минимальное F-число, равное 1.4, тогда это записывается так: 16 мм/1.4 или 16 мм 1:1.4. Максимальное эффективное отверстие диафрагмы эквивалентно кругу с диаметром  $16/1.4 = 11.43$  мм — эквивалентно потому, что лепестки диафрагмы образуют треугольное, квадратное, пятиугольное или шестиугольное отверстие.

Чтобы понять, почему именно такова последовательность F-чисел, нам придется проделать ряд вычислений.

Начнем с предыдущего примера — рассмотрим объектив 16 мм/1.4 — и найдем площадь полностью открытого отверстия (т. е. при F/1.4):

$$A_{1.4} = (d/2)^2 \pi = (11.43/2)^2 \pi = 32.66 \cdot 3.14 = 102.5 \text{ мм}^2 \quad (31)$$

Давайте теперь уменьшим эту площадь вдвое, т. е. пусть она будет равна 51.25 мм<sup>2</sup>, и подсчитаем диаметр отверстия диафрагмы:

$$A_x = (x/2)^2 \pi \Rightarrow x = 2 \sqrt{A_x / \pi} = 8 \text{ мм} \quad (32)$$

Где SQRT означает корень квадратный. Теперь F-число с 8-мм отверстием будет равно  $16/8 = 2$ , т. е. F/2.

Здесь F/2 представляет площадь, равную половине площади, соответствующей F/1.4. Если мы продолжим действовать так же, то получим следующие знакомые числа: 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32 и т. д.

Все эти числа стандартны для всех типов объективов, и смысл их таков: каждое большее F-число пропускает половину светового потока по сравнению с предыдущим F-числом.

Теперь становится намного понятнее, почему телекамера с объективом 16 мм/1.0 более чувствительна, чем та же телекамера с объективом 16 мм/1.4.

Для вариообъективов приведенные здесь F-числа относятся к отверстию диафрагмы на минимальном фокусном расстоянии вариообъектива. Очевидно, что при этом получается наилучшее «светособирающее число» для любого объектива. Для вариообъектива при установке наибольшего фокусного расстояния F-число всегда меньше, чем на минимальном фокусном расстоянии. Но было бы ошибкой предполагать линейную зависимость между F-числом и фокусным расстоянием. В частности, объектив 8-80 мм/1.4 обеспечивает эффект такого же отверстия при фокусном расстоянии 80 мм F-число, казалось бы, будет равно  $80/5.7 = 14$ .

На самом деле это не так, поскольку многое будет зависеть от конструкции вариообъектива. Место расположения диафрагмы может перемещаться в зависимости от движения частей вариообъектива, подчиняясь нелинейному закону. В большинстве случаев на больших фокусных расстояниях F-числа будут значительно лучше (меньше), чем будет

получаться, если пользоваться вышеприведенными расчетами, но они всегда будут хуже, чем на малых фокусных расстояниях.

Объективно говоря, каждый участок стекла, независимо от его качества, приносит свой вклад в потери света. Эти потери могут составлять очень маленький процент от общей световой энергии, но если мы хотим получить точные характеристики объектива, то их тоже нужно учитывать. Характеристикой уровня пропускания света объективом является коэффициент пропускания, который всегда меньше 100 %.

Поэтому многие профессионалы предпочитают использовать не F-числа, а T-числа. В определении T-числа учитывается и F-число, и пропускание объектива:

$$T\text{-число} = 10 \cdot F\text{-число} / \sqrt{\text{Пропускание}} \quad (33)$$

Поскольку пропускание объектива, как уже упоминалось, всегда меньше 100 % (обычно от 95 % до 99 %), то очевидно, что T-число будет несколько больше, чем F-число.

#### *Глубина резкости*

Теоретически при фокусировке на объект вся плоскость, проходящая через объект и перпендикулярная оптической оси, должна быть в фокусе.

Практически, объекты, находящиеся немного впереди и позади объекта в фокусе, тоже будут резкими. Эта «дополнительная» ширина зоны резкости и называется глубиной резкости.

Большая глубина резкости может быть нежелательной характеристикой, как, например, в фотографии, когда мы хотим, чтобы фотографируемый объект был отделен от переднего или заднего плана. Это очень характерно для портретной съемки телеобъективом, у которого глубина резкости невелика.

В системах видеонаблюдения, однако, часто требуется противоположный эффект. Мы хотим, чтобы как можно больше объектов было в фокусе, независимо от того, где в действительности расположена фокальная плоскость.

Глубина резкости зависит от фокусного расстояния объектива, F-числа и формата объектива (2/3", 1/2" и т. д.). Общее правило заключается в следующем: чем меньше фокусное расстояние, тем больше глубина резкости; чем больше значение числа F, тем больше глубина резкости, и чем меньше формат объектива, тем больше глубина резкости.

Эффект глубины резкости объясняется так называемым допустимым пятном рассеяния.

Допустимое пятно рассеяния — это пятно проекции зоны резкости. Если наименьший элемент изображения (пиксел) ПЗС-матрицы равен или больше допустимого пятна рассеяния, то, понятно, мы не сможем увидеть детали, меньшие этого пятна. Другими словами, все объекты и их детали, в пределах пятна, будут выглядеть одинаково резкими, так как это реальный размер пиксела. Отсюда понятно, что размер допустимого пятна рассеяния для телекамеры определяется размерами пиксела ПЗС-матрицы, другими словами, разрешающей способностью ПЗС-матрицы.

Теперь мы можем понять, почему некоторые короткофокусные объективы, используемые в системах видеонаблюдения (например, 2.6 мм или 3.5 мм), вообще не имеют фокусирующего кольца, а только регулировку диафрагмы. Это потому, что даже при наименьших для данного объектива F-числах (будь то 1.4 или 1.8), глубина резкости столь велика, что объектив действительно дает резкие изображения с практически любого расстояния: от нескольких сантиметров до бесконечности. Здесь действительно нет необходимости в фокусировке.

Как будет объяснено позже в этой книге, глубина резкости — это эффект, о котором мы ни в коем случае не должны забывать, особенно при регулировке так называемого заднего фокуса (back-focus). Если задний фокус не настроен должным образом, и телекамера установлена при дневном свете (т. е. автодиафрагма объектива максимально прикрывает отверстие от избыточного света), глубина резкости обеспечит резкость даже в тех областях, которые на самом деле не в фокусе.

Практический опыт показывает, что глубина резкости в таком случае (когда задний фокус настроен некорректно) — это самый большой источник разочарования при 24-часовом функционировании системы. Причины становятся очевидны ночью, когда отверстие диафрагмы раскрывается из-за низкого уровня освещенности (при условии нормального функционирования автодиафрагмы), глубина резкости снижается, и получаются нефокусированные изображения, несмотря на то, что днем они были в фокусе. Не понимая причин этой проблемы, оператор жалуется специалистам, установившим или обслуживающим систему, но они обычно наносят визит в дневное время. Понятно, что днем благодаря большой глубине резкости никаких проблем не будет, а вот ночью опять проявятся «необъяснимые» эффекты.

Мораль отсюда такова: регулировка заднего фокуса (это мы тоже обсудим позже) должна быть проведена при полном раскрытии диафрагмы. Самый простой способ получить максимальное отверстие — настраивать при малом уровне света, что доступно вечером (или ночью), или можно искусственно снизить количество дневного света при помощи внешнего фильтра нейтральной плотности (ND) (обычно его помещают перед объективом). Все это делается ради того, чтобы уменьшить глубину резкости и таким образом сделать регулировку заднего фокуса проще и точнее.

Довольно часто при использовании черно-белых телекамер с инфракрасным светом возникает другой эффект. Из-за того, что инфракрасный свет имеет довольно большую длину волны (по сравнению с обычным светом) и меньший показатель преломления, плоскость сфокусированного изображения размещается немного позади плоскости ПЗС-матрицы. Для дальнейшего пояснения феномена сошлемся на раздел разложение света призмой. Если днем изображение резкое, то в ночное время объекты на том же расстоянии будут не в фокусе. Это довольно заметный и нежелательный эффект. Чтобы минимизировать его, необходим специальный объектив с компенсацией инфракрасного света (некоторые производители для этой цели выпускают специальные стеклянные линзы). Однако, вот более практичное и общее решение: настроить задний фокус объектива телекамеры ночью при инфракрасном свете, в этом случае глубина резкости будет минимальна, а объекты — в фокусе. Днем глубина резкости увеличит зону резкости до большего диапазона, компенсируя разницу между фокусом при инфракрасном и нормальном свете.

#### *Фильтры нейтральной плотности*

Выше, обсуждая F-числа, мы упоминали ряд F-чисел: 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32 и т. д. Этот список можно продолжить: 44, 64, 88, 128 и т. д. Чем выше F-число, тем меньше отверстие диафрагмы, мы уже говорили об этом.

Для фотографической или киноплёнки F/32 — это довольно большое число. Чувствительность эмульсии пленки такова, что даже в солнечный день такое F-число в совокупности с доступной скоростью затвора достаточно для компенсации избыточного света.

Чувствительность пленки измеряется в единицах ISO, а обычно используемая в повседневных целях пленка имеет чувствительность 100 единиц ISO.

ПЗС-матрицы гораздо более чувствительны, чем пленка в 100 единиц ISO, особенно черно-белые матрицы. Зная уровень света, F-число и скорость затвора фотокамеры, типичное время экспозиции ПЗС-телекамеры (1/50 с для CCIR) и установку диафрагмы, мы можем посчитать чувствительность черно-белой ПЗС-матрицы — она близка к значению в 100 000 единиц ISO. Это довольно высокая чувствительность.

В переводе на обычный язык это означает, что ПЗС-матрица настолько чувствительна, что низкий уровень света не будет проблемой (хотя Вы могли не раз слышать от потребителей: «Насколько чувствительна ваша телекамера?»), а проблемой скорее будет сильный свет.

Поскольку телекамеры имеют только одно время экспозиции, 1/50 секунды в CCIR и SECAM и 1/60 секунды в NTSC (не учитывая электронный затвор ПЗС-телекамер), то в целях уменьшения количества света мы можем манипулировать только F-числом.

Для формирования полного видеосигнала на черно-белой ПЗС-матрице средней чувствительности требуется 0.1 лк. Ясный солнечный день на пляже или снег дает больше 100 000 лк на объекте.

Чтобы снизить эту величину до 0.1 лк требуется использование очень больших значений F-числа (порядка F/1200). Опираясь на основное определение F-числа для среднего объектива 16 мм/1.4, мы получим, что F/1200 соответствует эффективному отверстию диафрагмы в  $16/1200=0.013$  мм.

Механическими способами такого маленького отверстия с требуемой точностью достичь невозможно, а кроме этого мы столкнемся с новыми проблемами — краевой дифракцией света (известной как эффект Френеля), что весьма ухудшит качество изображения.

Решение было найдено в использовании внутренних фильтров нейтральной плотности.

Это очень тонкая пленка с круговым покрытием нейтрального цвета, размещаемая посередине объектива, близко к плоскости диафрагмы. Фильтр делается менее прозрачными по направлению к середине концентрических колец. Нужное F-число, таким образом, достигается путем комбинации средств механической диафрагмы (положение лепестков) и оптического нейтрально-серого фильтра (оптическое ослабление). Это очень простой и эффективный способ борьбы с сильным светом.

Фильтры называются нейтральными, потому что они ослабляют все длины волн (цвета) равномерно, таким образом не меняя световой композиции изображения.

Следует отметить, что очень важна оптическая точность таких тонких пленок, так как при увеличении F-числа должны сохраняться ФПМ-характеристики объектива. Теоретически, разрешающая способность любого объектива максимальна в середине диапазона установок механической диафрагмы и уменьшается по мере увеличения или уменьшения F-числа (это отличается от эффекта глубины резкости), но нейтрально-серый фильтр может его еще более снизить. Будет это заметно, либо нет, зависит от общих качеств объектива.

Кроме внутренних фильтров существуют и внешние нейтрально-серые фильтры, которые выполнены более просто. Это полупрозрачные стеклянные пластинки или, по-другому, оптические фильтры, ослабляющие свет в  $x$  раз. Ослабление может быть в 10000 или 1000 раз. Можно комбинировать два или три фильтра, так, например, 10 и 1000 вместе дадут фильтр с ослаблением в 10 000 раз.

Иногда, и, пожалуй, это более корректно, ослабление внешним нейтрально-серым фильтром выражается в F-числах. Зная, что каждое следующее диафрагменное число уменьшит светособирающую силу в два раза (50 % от предыдущего значения), мы можем построить следующую логическую цепочку: 100-кратный фильтр соответствует «полпути» между 26 и 27 ( $26 = 64$ ,  $27 = 128$ ). Это означает, что ослабление в 100 раз — это примерно 6.5 F-чисел. Ослабление в 1000 раз — это примерно 210 или порядка 10 F-чисел.

Этот тип фильтров, как уже говорилось, очень удобен для минимизации глубины резкости при регулировке заднего фокуса или настройке уровня автодиафрагмы в дневное время.

Объективы с ручной диафрагмой, автодиафрагмой и диафрагмой с сервоуправлением

Некоторые объективы имеют диафрагму с ручным управлением. Такие объективы обычно используются в помещениях с постоянным уровнем освещенности: торговых центрах, подземных гаражах, библиотеках и пр. Обычно это помещения, где естественный свет не оказывает заметного влияния на основную освещенность наблюдаемой зоны, и, следовательно, мы имеем почти постоянную величину освещенности, создаваемую искусственным светом. Небольшие случайные вариации освещенности компенсируются автоматической регулировкой усиления телекамеры.

С появлением ПЗС-телекамер с электронным затвором объективы с фиксированной диафрагмой используются и в зонах с переменной освещенностью, так как электронный затвор автоматически выбирает время экспозиции, компенсируя вариации света.

Есть два основных фактора, определяющих F-число объектива с ручной установкой диафрагмы для его оптимального функционирования:

- Интенсивность света.
- Глубина резкости.

Они противоречат друг другу, и вот почему ручная установка диафрагмы всегда является компромиссом. Если делать установку в условиях очень низкого уровня освещенности или если телекамера имеет низкую чувствительность, общая тенденция сводится к максимальному раскрытию отверстия диафрагмы (низкое F-число). Очевидно, что в этом случае глубина резкости и ФПМ, как выше объяснялось, будут минимальны. Не следует забывать, что разрешающая способность объектива на самых малых F-числах обычно самая низкая, не говоря уж о глубине резкости. Компромисс — это наилучшее решение (если позволяет минимальная освещенность телекамеры), и объектив устанавливается на одно или два значения F-числа выше наименьшего возможного, т. е. F/2 или F/2.8.

Объективы с автодиафрагмой снабжены электронной схемой, которая обрабатывает выходной видеосигнал телекамеры и решает, исходя из уровня видеосигнала, нужно ли открывать или закрывать отверстие диафрагмы.

Автодиафрагма работает по принципу автоматической электронно-оптической обратной связи. Если уровень видеосигнала низкий, электроника сообщает диафрагме, что необходимо раскрыть отверстие, а если слишком высок, то — прикрыть.

Для работы в таком режиме с телекамеры на объектив с автодиафрагмой поступает питающее напряжение (обычно 9 В постоянного тока), а также видеосигнал (кроме того, между объективом и телекамерой должен быть третий провод (называемый нулевым, отрицательным или общим)). Нередко объективы имеют экранированный кабель, что нужно для защиты видеосигнала от сильных внешних электромагнитных помех. Экранирующий провод не обязательно подсоединять к самой телекамере, так как соединение уже существует — через металлическое кольцо объектива при насадке его на телекамеру. Нежелательные наводки в видеосигнале можно снизить, делая этот кабель насколько возможно более коротким. Это соответствует тенденции уменьшения размеров телекамер. Но при этом следует помнить о пластиковых C/CS-адаптерах, которые изолируют объектив от корпуса телекамеры.

Обычно приняты следующие коды цветов проводов для объективов с автодиафрагмой:

- Черный — общий.
- Красный — питание (от телекамеры).
- Белый — видео.

Некоторые производители для снижения производственных затрат начали использовать двухпроводные кабели для объективов с автодиафрагмой (красный — питание, белый — видео) с экранирующей оплеткой, которая используется в качестве общего провода.

Часто встречаются объективы с четырьмя кабелями, где четвертый провод — зеленый. В большинстве случаев этот провод не используется, но в некоторых объективах он обеспечивает дистанционное управление диафрагмой, известное как сервоуправление. В этом случае диафрагма открывается и закрывается напряжением с пульта управления (контролируемого оператором), примерно также, как управляются трансфокатор и фокусировка.

Последний тип объективов предпочтителен для систем с телекамерами с электронным затвором.

Причина состоит в том, что электронный затвор и автодиафрагма вместе работают очень хорошо. Если включены обе функции, то электронный затвор отработывает быстрее и к тому времени, когда механическая автодиафрагма отреагирует на изменение света, электронный затвор уже уменьшит время накопления заряда, вынуждая автодиафрагму больше раскрыть отверстие. В конце концов мы получим слишком большое отверстие диафрагмы и очень короткую электронную выдержку. В результате мы получим выходной сигнал размахом 1 Vpp такой же, как и ожидалось, но глубина резкости будет минимальной, а

вертикальный ореол более заметным — из-за слишком кратковременного экспонирования ПЗС-матрицы.

Вследствие этого при использовании объективов с автодиафрагмой электронный затвор рекомендуется отключать. Тем не менее, электронный затвор обрабатывает быстрее и он более надежен, так как не содержит движущихся частей (только электронику), но он не изменяет глубину резкости.

Итак, чтобы воспользоваться обоими преимуществами, для телекамер с электронным затвором рекомендуется использовать объективы с диафрагмой, управляемой сервоприводом. Ясно, что это возможно только в том случае, если используется блок управления диафрагмой. В таких системах оператор может настроить диафрагму в соответствии с уровнем света и требуемой глубиной резкости, но только если имеют место значительные изменения освещенности.

Потребление тока схемой автодиафрагмы обычно меньше 30 мА и не представляет собой сколь-либо заметную нагрузку на блок питания телекамеры. Но следует помнить, как уже упоминалось выше, что старые объективы (особенно объективы с большим коэффициентом трансфокации) могут требовать большего тока управления, и в этом случае (если выходной ток телекамеры недостаточен) для электроники автодиафрагмы следует использовать отдельный 9 В источник постоянного тока.

Объективы с автодиафрагмой, управляемые видеосигналом и сигналом постоянного тока

Классификация объективов с автодиафрагмой с точки зрения обрабатывающей схемы несколько сбивает с толку. В частности, кроме «нормальных», наиболее часто встречающихся объективов, с автодиафрагмой, у которых электроника встроена в сам объектив и которые мы называем объективами с автодиафрагмой, управляемой видеосигналом (так как им необходим видеосигнал от телекамеры), есть еще и так называемые объективы с автодиафрагмой, управляемой сигналом постоянного тока (DC). Такие объективы во всем похожи на управляемые «по видео», за исключением одного: обрабатывающая электроника находится не внутри объектива, а внутри телекамеры. Объектив в этом случае имеет лишь микродвигатель и механизм диафрагмы.

Понятно, если используется управляемый ток объектив, телекамера должна иметь соответствующий выход. Вместо проводов «питание», «видео» и «общий», у нас будут: «питание», «уровень сигнала постоянного тока» и «общий». Часто такие типы объективов называются гальванометрическими объективами с автодиафрагмой.

Объектив, управляемый сигналом постоянного тока, не может быть использован с телекамерой, не имеющей соответствующего разъема, и наоборот. Если телекамера имеет разъем для автодиафрагмы DC, то регулировки «уровень» (level) и «автоматическая регулировка освещенности» (ALC) расположены на самой камере, а не на объективе (об этом мы поговорим в следующем параграфе).

Объективы с автодиафрагмой как с фиксированным фокусным расстоянием, так и с переменным, имеют два переменных резистора для регулировки отклика и типа функционирования: Level и ALC (Уровень и Автоматическая компенсация освещенности). Это относится и к DC-управляемым объективам, только в этом случае, как упоминалось выше, регулировки находятся на телекамере.

Регулировка Level позволяет изменять открытие диафрагмы по среднему уровню видеосигнала.

Устройства обработки видеосигналов и видеозаписи. Видеоквадраторы. Видеомультимплексоры. Видеодетекторы движения. Устройства записи видеосигнала DVR и IVR.

*Устройства обработки видеосигналов* – приборы, с помощью которых происходит обработка видеоизображений, получаемых от нескольких камер видеонаблюдения, анализ полученных изображений и их передача на монитор ПК. Исходя из типа используемых видеокамер, УОВ бывают чёрно-белыми или цветными.

Устройства записи видеoinформации – приборы, предназначенные для записи, хранения и воспроизведения изображений, поступающих от камер и мультиплексоров систем видеонаблюдения.

Видеомониторы – устройства, предназначенные для круглосуточного отображения событий, которые происходят на охраняемом объекте.

Видеоквадраторы — это цифровые устройства, обеспечивающие вывод изображений от четырех видеокамер на один монитор, экран которого в этом случае делится на 4 части (квадранты). Квадраторы высокого разрешения позволяют работать на одном мониторе с 8 камерами. Они формируют две группы по 4 камеры и дают возможность по очереди выводить их на экран. Различают видеоквадраторы «реального времени», обеспечивающие одновременную смену изображений во всех 4 квадрантах, и видеоквадраторы последовательного типа, обеспечивающие скорость смены изображений в каждом квадранте с частотой в 4 раза ниже номинальной частоты полей.

Большинство квадраторов могут работать как свитчеры последовательного действия, т. е. подключать любую из работающих камер к монитору. Квадраторы должны иметь дополнительные (по количеству камер) тревожные входы для подключения средств сигнализации и обеспечивать вывод видеосигнала на полный экран при срабатывании в ее зоне наблюдения средств сигнализации.

Квадратор можно использовать и для записи на видеомагнитофон, но при этом на магнитофон записываются все четыре камеры (квадрированная картинка).

Видеомультиплексор – это одно из устройств системы видеонаблюдения, позволяющее сигнал, поступающий с камер видеонаблюдения, направить сразу на несколько выходящих каналов – на монитор для просмотра и на запись (например, на видеомагнитофон). Кроме того, говоря о демонстрации сигнала с видеокамер на мониторе, нужно отметить, что видеомультиплексор позволяет отразить на одном экране изображения сразу с нескольких видеокамер. Например, 16-канальный мультиплексор позволит изобразить на мониторе картинку с 16 (или менее) камер. Вообще, слово мультиплексация означает объединение нескольких каналов данных в один.

Точно так же видеомультиплексор позволяет осуществлять запись с нескольких видеокамер на один носитель. При воспроизведении это выглядит так, что сначала демонстрируется изображение с одной камеры, затем с другой, и так далее.

В случае наступления тревожной ситуации («тревожный вход») видеомультиплексор может работать в следующих режимах (здесь мы не рассматриваем вариант, когда мультиплексор продолжил работать в стандартном режиме).

- Эксклюзивный. На мониторе отражается только сигнал с камеры, наблюдающей за местом возникновения тревожной ситуации.
- Приоритетный. Картинки начинают меняться не в обычном порядке, а в таком: сигнал с места возникновения тревожной ситуации, сигнал со следующей видеокамеры, опять с тревожного входа и т.д.
- Режим индивидуальной настройки. Оператор сам может настроить порядок демонстрации изображений в случае возникновения тревожной ситуации. Также он может самостоятельно переключать отображение сигналов с видеокамер.

Видеомультиплексоры могут сочетать в себе 4,8,9,10 или 16 входов. Также существуют мультиплексоры, совмещающие некоторые функции видеокмутатора (до 32 входов и 5 выходов). Выходы на монитор могут быть цифровыми или аналоговыми, сами изображения могут быть как цветными, так и черно-белыми. Кроме того, существует возможность объединения нескольких мультиплексоров в единую систему, даже с управлением с одной клавиатуры.

Видеодетектор движения представляет собой аппаратно-программное средство, входящее в состав системы охранного наблюдения и обеспечивающее автоматическое обнаружение движущихся объектов в поточном видео. На практике такие технические средства должны не только детектировать движущиеся объекты, но и обеспечивать их

непрерывное сопровождение (трассирование) в поле зрения одной или даже нескольких камер. Эта функция необходима для снижения частоты ложных и особенно повторных срабатываний, а также для визуализации траектории движения на экране оператора. Видео детекторы многократно повышают продуктивность работы сотрудников безопасности. Метаданные, генерируемые детектором, могут использоваться в качестве индекса для оперативного поиска событий в видеоархиве. В этом случае у оператора отпадает необходимость в изнурительном просмотре многодневной видеозаписи.

Хороший детектор может значительно повысить эффективность использования хранилищ данных и каналов связи за счет уменьшения избыточности видеоматериалов. В системах охраны периметра экономия дискового пространства и сетевого трафика увеличивается в десятки - тысячи раз в зависимости от оживленности контролируемых участков.

Видеодетекторы могут быть реализованы как ПО на сервере системы безопасности или интегрированы непосредственно в камеру. В последнем случае производитель камеры использует сигнальный процессор (DSP) или заказную микросхему (ASIC) для обработки поточного видео в реальном масштабе времени. Многие современные IP-камеры обладают встроенным детектором движения.

Видеореги­стратор (DVR) – устройство для просмотра, записи и хранения видеоинформации, полученной с камер видеонаблюдения. В настоящее время, запись на видеореги­стратор, является самым популярным методом получения видеоинформации конечным пользователем. Видеореги­стратор имеет в своем составе АЦП, который обрабатывает аналоговый видеосигнал, поступающий с камер, и преобразовывает в цифровой видеосигнал, который с различным типом компрессии, при помощи процессора, записывается на носитель информации, как правило, жесткий диск. Также, в зависимости от функциональной оснащенности, видеореги­стратор может записывать аудиосигнал, поступающий с видеокамер; видеореги­стратор может осуществлять управление PTZ - камерами, вести запись по движению и многое другое. С помощью сетевого видеореги­стратора (NVR) стало возможным, удаленно получать видеоинформацию с камер, как в режиме записи, так и Online по локальной сети или через Интернет.

IVR – это видеореги­стратор для Интернет, который может работать на слабых каналах Интернет и даже без постоянного Интернет.

Принцип «коротких данных» более эффективен, чем бесконечные видеопотоки. Короткие ролики полностью передают смысл длинных сюжетов, показывают все приметы участвующих лиц, быстро доходят до нужных людей и легко просматриваются все вместе и сразу – без длительного проигрывания каждого видеоканала.

Но IVR - не только видеореги­стратор, который работает лишь с Интернетом. Сам по себе он имеет не только все функции обычного DVR, но и собственную видеоаналитику, раскладывающую видеостриминг на сюжеты. А также специализированные нейросети, отличающие людей от помех. На данный момент Интернет-видеореги­стратор способен реагировать как на человеческие силуэты, так и на лица. Таким образом, он избавляет своего хозяина от просмотра мусорной видеодетекции.

Такой Интернет-видеореги­стратор можно использовать не только для дома или офиса, его легко повесить на уличный столб или даже закопать в огороде. Он имеет герметичный корпус, выдерживает экстремальные температуры, не боится влаги. Солнце, дождь, снег – всё ему ни по чёму. Даже во время пожара он еще долгое время будет сохранять свою работоспособность, а может быть и станет единственным свидетелем причинных событий – ведь его память находится в закрытом металлическом корпусе.

#### *Средства передачи видеосигнала*

Изображение, зафиксированное объективом и телекамерой и затем преобразованное в электрический сигнал, поступает на коммутатор, видеомонитор или записывающее устройство.

Для того чтобы видеосигнал попал из пункта А в пункт Б, он должен пройти через передающую среду. То же самое относится к сигналу управляющих данных.

Самыми распространенными средствами передачи видеoinформации в видеонаблюдении являются:

- коаксиальный кабель;
- кабель витой пары;
- микроволновая связь;
- радиочастотная передача (эфирная);
- связь с помощью инфракрасного излучения;
- телефонная линия;
- оптоволоконный кабель;
- компьютерная сеть.

Для видеопередачи чаще всего используется коаксиальный кабель, но все большую популярность приобретает волоконная оптика — благодаря ее превосходным характеристикам. Также можно использовать смешанные средства передачи, например, микроволновую передачу видеосигнала и передачу управляющих поворотным устройством и трансфокатором данных (PTZ-данных) через витую пару.

Мы рассмотрим все эти средства передачи по отдельности, но особое внимание обратим на передачу при помощи волоконной оптики и коаксиального кабеля.

#### *Коаксиальные кабели*

Коаксиальный кабель — это кабель, в котором есть центральный проводник и экран, которые расположены соосно и разделены между собой пустотой, которая может быть заполнена изоляционным материалом. Данный тип кабелей применяется для передачи радиочастотных сигналов. Был изобретен еще в XIX веке, от обычного провода (который используют для передачи постоянного тока) отличается более однородным сечением и использованием дорогих (и более высокого качества) материалов как для самого проводника, так и для изоляции.

Типовой коаксиальный кабель состоит из четырех компонентов:

1 — проводник, который может быть как одиночным и прямолинейным проводом, так и многожильным. Это также может быть трубка из различных сплавов: медные, алюминиевые, стальные, посеребренные и другие варианты. Соответственно, проводники разного типа обладают различными характеристиками и применяются для разных целей.

2 — изоляция, которая может быть как полувоздушной, так и сплошной. Для изоляции могут использоваться различные материалы, во многом это зависит от свойств проводника и условий эксплуатации. Основная цель — обеспечение соосности двух проводников, диэлектрические свойства.

3 — внешний проводник (который также могут называть «экран»). Может быть в различном виде: фольга, оплетка, пленка, которая покрыта алюминием, ленты из алюминиевых или медных сплавов и другие варианты.

4 — внешняя изоляция (оболочка). Обеспечивает защиту от внешних воздействий, вплоть до ультрафиолетового излучения.

Данная конструкция, если говорить простым языком, обеспечивает совпадение осей и компоненты электромагнитного поля сосредотачиваются в пространстве между проводниками, что не только препятствует потерям, но и защищает от внешних электромагнитных излучений. Однако отметим, что полностью исключить потери можно только в идеальном коаксиальном кабеле, который в реальности существовать не может, так как невозможно добиться необходимой геометрии. Тем не менее, процент потерь очень низкий, а для рабочих частот обеспечиваются стабильные характеристики.

Сфера применения коаксиального кабеля очень широка, если отвечать на вопрос «Где используется коаксиальный кабель?», то список будет очень длинным. Важно отметить, что в интернете можно найти много информации по сферам их применения, но некоторые уже не

совсем актуальны. Например, в компьютерных сетях коаксиальные кабели используются очень редко. Ну а список основных сфер применения выглядит так:

- антенные системы;
- системы сигнализации и автоматизации;
- вещательные системы и сети;
- в системах связи;
- автоматизированные системы управления;
- системы видеонаблюдения;
- военная техника.

Также отметим, что существуют кабели и для передачи низкочастотных сигналов, в которых оплетка выполняет роль экрана. Они имеют ограниченное применение, а волновое сопротивление для них никак не нормируется. В быту коаксиальный кабель чаще всего используется для подключения ТВ к антенне.

#### *Передача видеосигнала по витой паре*

Передача видеосигнала по витой паре от аналоговых камер видеонаблюдения:

Способ передачи видео по витой паре имеет ряд серьёзных преимуществ перед классическим способом передачи видеосигнала по коаксиальному кабелю:

- возможность передачи большого количества сигналов по одному многопарному кабелю;
- упрощение монтажа линии;
- низкая стоимость кабеля;
- высокая устойчивость к помехам;
- возможность объединить в одном многопарном кабеле видеосигнал по витой паре и питание.

К недостаткам следует отнести необходимость использования устройств для преобразования сигналов из несимметричного в симметричный и обратно. Но и этот недостаток имеет значение только для случая короткой линии менее 200-300 м, так как при большей длине линии даже в случае использования коаксиального кабеля необходимо использовать устройства частотной коррекции. Конечно, можно использовать более качественный кабель, но тогда резко увеличивается цена линии и сложность монтажа. Передача видео по витой паре от источника (например, видеокамеры) к приемному устройству (монитору или видеорегистратору) осуществляется с помощью приемника и передатчика. Поступающее видео передатчик преобразует из композитного сигнала в симметричный дифференциальный для передачи его к приемнику, который, в свою очередь, осуществляет обратное преобразование сигнала, и выводит видео на монитор или видеорегистратор. Существуют приемники видео с двумя и более выходами, позволяющие осуществлять передачу видео к нескольким принимающим устройствам одновременно.

Передача цифрового сигнала от IP видеокамер к серверу (или коммутатору) происходит по стандартному кабелю UTP 5-ой категории или так называемой витой паре. В наше время, популярная сегодня, технология Power over Ethernet (PoE) позволяет запитывать IP-камеры видеонаблюдения за счет подачи постоянного напряжения питания вместе с данными по витой паре 4x2x0,52. Витая пара подключается к сетевому устройству через порт RJ-45, а питание подается от питающего оборудования, например от коммутатора PoE или от промежуточного инжектора PoE.

Согласно стандарту IEEE 802.3af обеспечивается постоянный ток до 400 мА с номинальным напряжением 48 В (от 36 до 57 В) через две пары проводников в четырёхпарном кабеле для обеспечения максимальной мощности 15 Вт. За счет высокого напряжения уменьшаются токи, текущие по кабелю UTP, и поэтому нет нужды в дорогом кабеле с большим сечением проводника.

Технология PoE обеспечивает гибкое и удобное средство питания устройств, которые расположены в отдалённых местах, и позволяет сэкономить на стоимости кабеля. Препятствие, которое возникает при внедрении PoE, да и передачи IP сигнала в целом - это

ограничение на расстояние, связанное с применением витой пары. Согласно стандарту Ethernet для кабеля категории 5e, максимальная длина сегмента кабеля - 100 метров, причем применение сплиттеров PoE не даёт возможность увеличить это расстояние. Однако из практики расстояния передачи по стандарту Ethernet достигают 150 метров.

Как же преодолеть это ограничение в 100 метров? Есть несколько решений этой задачи: с помощью медиаконвертеров либо передать цифровой видеосигнал с помощью беспроводной технологии WI-FI. Современное оборудование позволяет передавать радиосигнал на расстояние до 20 км. Обычно ставят промежуточные маршрутизаторы тем самым добиваясь экономии кабеля, так как например к 8 точкам можно подвести одну витую пару, поставить коммутатор и развести кабель на восемь камер.

#### 4 Волоконно-оптические кабели

В оптоволоконных кабелях, в отличие от кабелей с медными или алюминиевыми жилами, в качестве среды для передачи сигнала используется прозрачный волоконный световод. Сигнал здесь передается не с помощью электрического тока, а с помощью света. Это значит, что движутся практически не электроны, а фотоны, соответственно и потери при передаче сигнала оказываются пренебрежимо малы.

Данные кабели идеальны в качестве средства передачи информации, ведь свет способен проходить по прозрачному стекловолкну практически беспрепятственно на десятки километров, при этом интенсивность света уменьшается незначительно.

Структура оптоволоконного кабеля очень проста и похожа на структуру коаксиального электрического кабеля, только вместо центрального медного провода здесь используется тонкое (диаметром порядка 1-10 мкм) стекловолно, а вместо внутренней изоляции - стеклянная или пластиковая оболочка, не позволяющая свету выходить за пределы стекловолна. В данном случае мы имеем дело с режимом так называемого полного внутреннего отражения света от границы двух веществ с разными коэффициентами преломления (у стеклянной оболочки коэффициент преломления значительно ниже, чем у центрального волнока). Металлическая оплетка кабеля обычно отсутствует, так как экранирование от внешних электромагнитных помех здесь не требуется, однако иногда ее все-таки применяют для механической защиты от окружающей среды (такой кабель иногда называют броневым, он может объединять под одной оболочкой несколько оптоволоконных кабелей).

Оптоволоконный кабель обладает исключительными характеристиками по помехозащищенности и секретности передаваемой информации. Никакие внешние электромагнитные помехи в принципе не способны исказить световой сигнал, а сам этот сигнал принципиально не порождает внешних электромагнитных излучений. Подключиться к этому типу кабеля для несанкционированного прослушивания сети практически невозможно, так как это требует нарушения целостности кабеля. Теоретически возможная полоса пропускания такого кабеля достигает величины 10<sup>12</sup> Гц, что несравнимо выше, чем у любых электрических кабелей. Стоимость оптоволоконного кабеля постоянно снижается и сейчас примерно равна стоимости тонкого коаксиального кабеля. Однако в данном случае необходимо применение специальных оптических приемников и передатчиков, преобразующих световые сигналы в электрические и обратно, что порой существенно увеличивает стоимость сети в целом.

Типичная величина затухания сигнала в оптоволоконных кабелях на частотах, используемых в локальных сетях, составляет около 5 дБ/км, что примерно соответствует показателям электрических кабелей на низких частотах. Но в случае оптоволоконного кабеля при росте частоты передаваемого сигнала затухание увеличивается очень незначительно, и на больших частотах (особенно свыше 200 МГц) его преимущества перед электрическим кабелем неоспоримы, он просто не имеет конкурентов.

Однако оптоволоконный кабель имеет и некоторые недостатки. Самый главный из них - высокая сложность монтажа (при установке разъемов необходима микронная точность, от точности скола стекловолна и степени его полировки сильно зависит затухание в разьеме).

Для установки разъемов применяют сварку или склеивание с помощью специального геля, имеющего такой же коэффициент преломления света, что и стекловолокно. В любом случае для этого нужна высокая квалификация персонала и специальные инструменты. Поэтому чаще всего оптоволоконный кабель продается в виде заранее нарезанных кусков разной длины, на обоих концах которых уже установлены разъемы нужного типа.

Хотя оптоволоконные кабели и допускают разветвление сигналов (для этого выпускаются специальные разветвители на 2-8 каналов), как правило, их используют для передачи. Ведь любое разветвление неизбежно сильно ослабляет световой сигнал, и если разветвлений будет много, то свет может просто не дойти до конца сети.

Оптоволоконный кабель менее прочен, чем электрический, и менее гибкий (типичная величина допустимого радиуса изгиба составляет около 10-20 см). Чувствителен он и к ионизирующим излучениям, из-за которых снижается прозрачность стекловолокна, то есть увеличивается затухание сигнала. Чувствителен он также к резким перепадам температуры, в результате которых стекловолокно может треснуть. В настоящее время выпускаются оптические кабели из радиационно стойкого стекла (стоят они, естественно, дороже).

Оптоволоконные кабели чувствительны также к механическим воздействиям (удары, ультразвук) - так называемый микрофонный эффект. Для его уменьшения используют мягкие звукопоглощающие оболочки.

Применяют оптоволоконный кабель только в сетях с топологией «звезда» и «кольцо». Никаких проблем согласования и заземления в данном случае не существует. Кабель обеспечивает идеальную гальваническую развязку компьютеров сети. В будущем этот тип кабеля, вероятно, вытеснит электрические кабели всех типов или, во всяком случае, сильно потеснит их. Запасы меди на планете истощаются, а сырьё для производства стекла более чем достаточно.

Существуют два различных типа оптоволоконных кабелей:

Многомодовый, или мультимодовый, кабель, более дешевый, но менее качественный;

Одномодовый кабель, более дорогой, но имеющий лучшие характеристики.

Основные различия между этими типами связаны с разным режимом прохождения световых лучей в кабеле.

В одномодовом кабеле практически все лучи проходят один и тот же путь, в результате чего все они достигают приемника одновременно, и форма сигнала практически не искажается. Одномодовый кабель имеет диаметр центрального волокна около 1,3 мкм и передает свет только с такой же длиной волны (1,3 мкм). Дисперсия и потери сигнала при этом очень незначительны, что позволяет передавать сигналы на значительно большее расстояние, чем в случае применения многомодового кабеля. Для одномодового кабеля применяются лазерные приемопередатчики, использующие свет исключительно с требуемой длиной волны. Такие приемопередатчики пока еще сравнительно дороги и не слишком долговечны. Однако в перспективе одномодовый кабель должен стать основным благодаря своим прекрасным характеристикам.

В многомодовом кабеле траектории световых лучей имеют заметный разброс, в результате чего форма сигнала на приемном конце кабеля искажается. Центральное волокно имеет диаметр 62,5 мкм, а диаметр внешней оболочки - 125 мкм (это иногда обозначается как 62,5/125). Для передачи используется обычный (не лазерный) светодиод, что снижает стоимость и увеличивает срок службы приемопередатчиков по сравнению с одномодовым кабелем. Длина волны света в многомодовом кабеле равна 0,85 мкм. Допустимая длина кабеля достигает 2-5 км. В настоящее время многомодовый кабель - основной тип оптоволоконного кабеля, так как он дешевле и доступнее. Задержка распространения сигнала в оптоволоконном кабеле не сильно отличается от задержки в электрических кабелях.

Виды датчиков в системах видеонаблюдения:

Пирозлектрические датчики движения.

Потенциометрические датчики.

Емкостные датчики.

Тензодатчики.

Датчики температуры.

Акустические датчики.

Фотоэлектрические датчики.

Датчики в СКУД системах.

Датчики открывания двери.

Датчик прохода.

Датчики проезда автомобиля.

Датчик присутствия.

Типичная величина задержки для наиболее распространенных кабелей составляет около 4-5 нс/м.

*Проектирование систем безопасности и видеонаблюдения является первым этапом при строительстве систем безопасности.*

Проектирование интегрированных систем безопасности, систем охранного видеонаблюдения, проектирование периметральной системы охраны – это сложный, кропотливый процесс определения архитектуры, топологии построения системы, описание взаимодействия с другими системами, подбора оборудования и спецификации.

Проектирование обладает рядом неоспоримых преимуществ:

— сделать прозрачным выделение бюджета на строительство системы видеонаблюдения;

— облегчает согласование с различными инстанциями;

— облегчает обслуживание и эксплуатацию систем безопасности, упрощает поиск неисправности и ремонт системы;

— позволяет самостоятельно обслуживать камеры видеонаблюдения, при наличии в штате компетентных специалистов;

— разработанный проект можно использовать как типовое решение при расширении компании (открытие новых объектов, модернизация системы и др.)

Кроме этого, проектирование систем видеонаблюдения обязательно выполняется при передаче объекта Департаменту Охраны.

Техническое задание (ТЗ, техзадание) – основной документ, содержащий требования заказчика к системе, в соответствии с которыми осуществляется создание и разработка конечного продукта.

Изначальные требования к конечному продукту выдаются Заказчиком. Причинами, по которым Заказчики чаще всего обращаются к нам за созданием и разработкой технического задания являются: отсутствие соответствующих специальных знаний (специалистов) у Заказчика и ограниченность во времени.

Для чего нужно техническое задание?

Заказчику

- понять что ему необходимо;

- принять конечный продукт в соответствии с требованиями ТЗ.

Исполнителю

- понять и усвоить поставленную задачу;

- грамотно спланировать ресурсы;

- избежать излишней работы над проектом.

Конечному потребителю

- получить удовольствие от пользования качественным продуктом.

Подходы к составлению ТЗ

Разрабатывая техническое задание ГОСТ мы придерживаемся принципов, которые помогут избежать абстракции в описании будущего товара, а также учесть интересы Заказчика, конечного потребителя и исполнителя.

Выделены следующие принципы:

- Совместная работа всей проектной команды

- Максимально подробное описание конечного продукта

- Сдача-приёмка конечного продукта.

Несмотря на столь большую значимость технического задания требования к написанию изложены только в двух документах:

- ГОСТ 19.201-78. Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению

- ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

Заказать ТЗ

Разработка технического задания – очень ответственный и важный момент выполнения проекта, от того как будет разработано ТЗ оно способно как облегчить выполнение работ так и значительно затруднить. По опыту специалистов грамотно написанное техническое задание – 50% успеха реализации проекта! Поэтому оформление и разработка тех задания, например, на выполнение работ, всегда была, есть и будет прерогативой специалистов в этой области и имеющих значительный опыт.

Как показывает практика, при реализации системы видеонаблюдения многие инсталляторы ориентируются в первую очередь на показатели назначения системы в вечной конфронтации с требованиями заказчика по стоимости. Тем не менее - в погоне за экономией часто забывают, что существует комплекс стандартов и нормативных актов, предъявляющих требования к качеству выполнения монтажных (пуско-наладочных) работ и, особенно, к стадии подготовки проектной документации, как задающей все требования и показатели системы.

Безусловно, существуют также стандарты системы менеджмента качества, предъявляющие требования к этапам транспортирования, хранения, эксплуатации и утилизации системы и оборудования, входящего в состав системы видеонаблюдения, технического обслуживания и документооборота, входного контроля и т.д. В настоящей статье мы обратимся к требованиям стандартов в отношении выполнения проектных работ.

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее — ТНПА):

СТБ 21.504-2005 Система проектной документации для строительства. Конструкции металлические. Правила выполнения чертежей марки КМ

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.302-68 Единая система конструкторской документации. Масштабы ГОСТ 2.303-68 Единая система конструкторской документации. Линии

ГОСТ 2.304-81 Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные

ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения

ГОСТ 21.110-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов

ГОСТ 21.114-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий

ГОСТ 21.203-78 Система проектной документации для строительства. Правила учета и хранения подлинников проектной документации

ГОСТ 21.501-93 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей.

Этапы проектирования видеонаблюдения:

1. Предпроектное обследование;
2. Оформление и подписание документов (в том числе и подготовка технического задания);

Порядок подготовки технического задания на проектирования расписан в РД 28/3.008.

3. Подготовительный этап (согласование с Заказчиком);
  - согласование с представителями Заказчика мест установки видеокамер, тип камеры, зоны для обзора камерами видеонаблюдения;
  - уточнение задач, которые должна решать система видеонаблюдения;
  - уточнение мест прокладки кабельных трасс (открытым способом, в штробе, в миниканале, в металлическом лотке и т.д.);
  - уточнение места расположения серверной (телекоммуникационного шкафа), места установки другого активного оборудования;
  - уточнение места расположения поста охраны;

4. Подготовительный этап (согласование со смежными специалистами);

Данный этап предусматривает ознакомление с рабочими проектами других специалистов (система контроля и управления доступом, вентиляция и кондиционирование, сети электроснабжения, пожарно-охранная сигнализация), а также непосредственное изучение планировок объекта и уточнение итогового дизайна отдельных помещений.

5. Подготовка рабочих чертежей и схем

Количество схем и чертежей определяет проектная организация в соответствии с заданием на проектирование. Как правило, обязательно готовят следующие чертежи и схемы:

- функциональная схема сетей видеонаблюдения;
- схема электропитания;
- распределительная сеть системы на плане объекта;
- распределительная сеть системы на генеральном плане;
- схема зон наблюдения камер на плане объекта;
- схема зон наблюдения камер на генеральном плане;

6. Оформление пояснительной записки

- заполнение кабельного журнала;
- подбор оборудования и материалов;
- расчет потребляемой мощности оборудования;
- расчет времени автономной работы системы видеонаблюдения;
- расчет необходимой емкости жестких дисков;
- оформление текстовой части пояснительной записки;

7. Подготовка сметной документации

- локальный сметный расчет;
- объектный сметный расчет;
- сводный сметный расчет (по заданию заказчика);

8. Прохождением государственной экспертизы (если требуется) и согласование с другими заинтересованными организациями.

9. Передача проектно-сметной документации Заказчику.

Специалисты отдела проектирования нашей компании проектируют системы видеонаблюдения различного назначения, сложности и масштаба.

Цена проектирования систем видеонаблюдения регламентируется «Сборником базовых цен на проектирование общестроительных работ», утвержденного МАиС РБ. Стоимость проектирования системы видеонаблюдения напрямую зависит от количества, устанавливаемых камер, мест установки камер (внутренние, уличные), суммарной длины кабельных трасс, наличия существующих камер и других факторов, которые влияют на итоговую цену проектирования видеонаблюдения.

### **Раздел 3 Системы видеоаналитики**

Видеоаналитика (VCA, Video Content Analysis) – компьютеризированная обработка и автоматический анализ видеоконтента, который поступает на видеосервер от видеокамер, носимых устройств и устройств Интернета вещей IoT, оснащенных веб-камерами.

Видеоаналитика - это технология, использующая методы компьютерного зрения для автоматизированного получения различных данных на основе анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени

или из архивных записей. Видеоаналитика представляет собой программное обеспечение (ПО) для работы с видеоконтентом. В основе программного обеспечения лежит комплекс алгоритмов машинного зрения, позволяющих вести видеомониторинг и производить анализ данных без прямого участия человека. Традиционное решение, включающее в себя функции какой-либо видеоаналитики строится по схеме: камера + back-end аналитика. Т.е. камера просто гонит поток видео на сервер, а специальное ПО на сервере уже делает весь видеонализ.

Во время видеонаблюдения в промышленности, городском и жилищном хозяйстве, а также в различных социальных медиа, генерируется огромное количество видеоданных, для которых требуется системы хранения данных (СХД) с высокой ёмкостью. Разрешающая способность видеоизображений всё время возрастает, и количество хранимого контента растёт экспоненциально.

Видеоаналитика в последние годы набирает всё большую популярность по многим причинам. Она позволяет гибко управлять видеопотоками при анализе их контента «на лету», при автоматизации аналитических функций. Интеллектуальные системы безопасности с видеоаналитикой могут начинать запись, например, только при начале какого-то движения в зоне обзора камеры. При этом снижается нагрузка на сеть и экономится пространство в системе хранения. Системы видеоаналитики не требуют чрезмерно громоздкой инфраструктуры и даже небольшие предприятия, магазины и пр. вполне могут себе позволить её использование. Интенсивность использования функций видеоаналитики можно гибко регулировать по мере потребностей бизнеса, выбирая именно те функции, которые нужны в конкретном случае. Это позволяет создавать кастомизированные решения.

Видеоаналитика автоматизирует процесс видеонаблюдения, делает его удобным в использовании и значительно сокращает затраты на мероприятия, в которых используется видеонаблюдение. Потребность в видеоаналитике растёт в различных отраслях экономики, таких как финансовый сектор и услуги, розничная торговля, транспорт, добыча и транспортировка ископаемых, производство и др.

Существует также термин «компьютерное зрение» («машинное зрение», техническое зрение»). Эту технологию часто путают с видеоаналитикой. Однако, они неравнозначны. Можно сказать, что видеоаналитика является составной частью компьютерного зрения в части анализа изображения.

Компьютерное зрение (Computer Vision) – это технология (а также область исследований) по автоматизации понимания того, что мы видим в окружающем мире.

Видеоаналитика (VCA, Video Content Analysis) – это частные приложения компьютерного зрения, которые извлекают информацию и знания из видеоконтента, то есть дают ответы на вопросы:

Кто: распознавание и идентификация людей;

Что: объекты, действия, события, поведение, взаимоотношения;

Где: геолокация, пространственная (3D) и планарная (2D) локация;

Когда: маркировка даты и времени, сезона.

Три основных типа приложений видеоаналитики:

Ретроспектива: что уже случилось, т.е. управление архивами видеозаписей, поиск, сортировка, получение юридических доказательств;

Настоящий момент: что происходит сейчас, т.е. контроль ситуации, получение предупреждений в реальном времени, кодирование, компрессия видеопотока;

Взгляд в будущее: что может или скорее всего произойдёт, т.е. предсказания на основе событий прошлого и настоящего, прогнозирование событий или активности, детектирование намечающихся аномалий.

История развития

С появлением первых казино, их службы безопасности использовали сложные системы зеркал, чтобы вести наблюдение за игровыми комнатами. Можно сказать, что они были прототипами систем видеонаблюдения. Однако, развитие настоящих систем

видеонаблюдения началось с появления иконоскопа – электронного устройства для передачи изображений.

Отцом современных видеосистем и изобретателем иконоскопа, устройства для захвата видеоизображений, считается Виктор Кузьмич Зворыкин, русский инженер, выпускник с отличием Санкт-Петербургского Технологического института 1911 года, ветеран Первой Мировой войны и офицер Белой Армии. Однако, работая в России, он успел лишь провести фундаментальные исследования в области удалённой передачи изображений, а само изобретение иконоскопа было сделано в США, куда Зворыкин эмигрировал после победы большевиков.

Во время научной работы в Санкт-Петербургском Технологическом институте, он вёл исследования вместе с профессором Борисом Розингом, создавшим неэлектронный вариант кинескопа, на который в то время удавалось передавать лишь самые простые изображения. Профессор Розинг умер в 30-х годах, находясь в ссылке в Архангельске, не имея возможности продолжать научные разработки.

Первой точкой телепередачи изображения стал 103-этажный небоскрёб Эмпайр Стейт Билдинг в Нью-Йорке в 1932 году. Видеосигнал с иконоскопа передавался передатчиком мощностью 2,5 кВт и был принят на кинескоп конструкции Розинга, находящийся на расстоянии 100 км в здании RCA (Radio Corporation of America).

Таким образом, началом эры телевидения считается 1932 г., однако, это относится и к началу развитию систем видеонаблюдения.

Первое практическое использование т.н. «закрытой системы телевидения» CCTV (closed circuit television), было осуществлено германским инженером Вальтером Брухом (Walter Bruch) в 1941 году в Пенемюнде, во время испытаний ракеты «Фау-2». Это первый известный в истории случай использования видеонаблюдения на практике. Оператор должен был неотлучно сидеть перед монитором, наблюдая за происходящим на стартовой площадке, т.к. видеозапись тогда ещё не была реализована. Так продолжалось до 1951 года, пока не появились первые видеомагнитофоны VTR (Video Tape Recorder).

С тех пор, системы видеонаблюдения совершенствовались практически каждые 10 лет.

Начало 1950-х годов: появление устройств, позволяющих передавать изображение на магнитной ленте;

Конец 1950 – начало 1960х: использование видеокамер для наблюдения на дорогах, важных объектах и в местах массового скопления людей;

1970-е годы: появление в продаже домашних видеомагнитофонов и видеокамер;

1990-е годы: появление цифровых видеосистем (DVR);

2000-е годы: появление сетевых систем видеонаблюдения;

2010-е годы: разработка и применение облачных видеокамер, которые могут работать без периферийного оборудования (серверов видеоаналитики, рекордеров, IP-систем) на площадке предприятия, отправляя видеоданные в облако.

В период 2020-2025 годов могут появиться алгоритмы и системы, которые будут способны различать объекты и даже события непосредственно в видеопотоке. Камеры будут способны распознавать нестандартные ситуации и предпринимать соответствующие действия – информировать оператора, самостоятельно вызывать спецслужбы и пр.

Стандарты

20 июля 2020 года стало известно о создании первого в России национального стандарта в области искусственного интеллекта для ситуационной видеоаналитики. Документ, подготовленный ООО «Видеоинтеллект» (развивает системы компьютерного зрения для использования в сложных условиях, общественных местах с большим скоплением людей, на объектах промышленности), представил технический комитет по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект», созданный на базе РВК.

ГОСТ Р «Информационные технологии. Искусственный интеллект. Ситуационная видеоаналитика. Термины и определения» является первым в группе стандартов, устанавливающих нормативные требования в области ситуационной видеоаналитики. Они

будут регламентировать эксплуатационные характеристики, методики испытаний и оценки качества и требования к размещению оборудования технических систем интеллектуального видеонаблюдения.

Предполагается, что принятие стандарта в качестве национального позволит упорядочить нормативное регулирование в области ситуационной видеоаналитики и, в последующем, устранить технические барьеры при применении подобных «умных» информационных систем.

Современные системы видеонаблюдения немыслимы без применения интеллектуальных технологий обработки данных, позволяющих в реальном времени анализировать не только отдельные изображения, но и целые последовательности динамических событий и сцен, — говорит председатель технического комитета по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект» Сергей Гарбук. — Отечественные и зарубежные разработчики предлагают целый спектр решений подобного рода. Однако отсутствие терминологического единства в этой области зачастую ставит заказчиков и интеграторов систем в сложное положение, затрудняя выбор решения, оптимального в каждом конкретном случае.

По его словам, введение стандарта, устанавливающего единые термины и определения в области ситуационной видеоаналитики будет способствовать росту эффективности применения подобных систем и, в конечном счете, — повышению заинтересованности рынка в использовании технологий искусственного интеллекта.

#### Функциональные возможности

Улучшение изображений. В компьютерном зрении и в компьютерной графике применяются различные методы и алгоритмы восстановления и улучшения изображений, такие как шумоподавление (denoising) и устранение размытости (deblurring). Кроме того, используются методы повышения чёткости изображений при помощи нейросетей: т.е. «супер-разрешение» SR (Super Resolution) на базе нескольких изображений объекта, а также супер-разрешение на базе единственного изображения SISR (Single Image Super Resolution).

Детектирование движения — процесс обнаружения изменения положения объекта относительно его окружения или изменения окружения относительно объекта. При сравнении нескольких последовательных изображений сцены, система VCA может распознать начало движения какого-либо объекта внутри сцены.

Распознавание лиц — практическое приложение теории распознавания образов, в задачу которого входит автоматическая локализация лица на неподвижном или движущемся изображении и, в случае необходимости, идентификация личности по характерным параметрам лица.

«Бесцельное поведение», праздношатание — это нахождение на одном месте или в пределах одной сцены в публичном пространстве в течение продолжительного времени без определённой цели. Системы VCA имеют гибко настраиваемые алгоритмы, определяющие Loitering-поведение субъектов.

Распознавание пропажи, либо оставленных без присмотра объектов. На рисунке выше также показан пример подозрительного объекта, оставленного без присмотра (Abandoned object). Такие объекты в системах VCA обычно выделяются рамками с соответствующим пояснением. Это может быть признаком готовящегося теракта, поэтому на основе данных видеоаналитики необходимо как можно быстрее задержать подозрительного субъекта, оставившего предмет, и выяснить, что именно он оставил в нём.

Аналогично может распознаваться пропажа (исчезновение) объекта, например, музейного экспоната. В этом случае система VCA немедленно выдаёт предупреждение тем или иным образом.

Закрытая зона. Примеры разграничения закрытых зон показаны на рисунке ниже. При проникновении людей в закрытую зону система выдаёт предупреждение, например выделяет нарушителя рамкой.

Детектирование проникновения – часть сервиса «Закрытая зона», пример показан на рисунке выше.

Автоматическое распознавание номерных знаков — это технология VCA, которая использует оптическое распознавание символов на изображениях для считывания регистрационных знаков транспортных средств для получения информации о местонахождении транспортных средств.

На рисунке ниже показан процесс распознавания номера автомобиля, состоящий трёх стадий: обнаружение номера (License Plate Detection), Обнаружение символов на номере (Character Detection) и распознавание символов (Character Recognition), при котором используются методы машинного обучения системы видеоаналитики.

Слежение за объектами – вспомогательный сервис для услуги распознавания «бесцельного поведения» (Loitering), однако, он может использоваться и для иных целей. На рисунке ниже показан пример такого распознавания. Изображение посередине показывает подозрительное поведение, человека, идущего сзади. Обычно люди так («след в след») не ходят, и система видеоаналитики обучена производить распознавание такого поведения субъектов, с выдачей предупреждения о подозрительном поведении.

Интеграция функций. Многие функции видеоаналитики часто представляют собой интеграцию нескольких базовых функций. Например, аналитика парковки автомобилей может включать в себя следующие функции: проникновение в закрытую зону; оставление объектов без присмотра в течение определённого времени; распознавание движения объектов; распознавание номеров.

#### Виды видеоаналитики

Сегодня существует несколько видов видеоаналитики, используемых в системах видеонаблюдения. Зависят они от места размещения модуля аналитики и бывают пяти типов. Рассмотрим каждый из них.

#### Видеоаналитика, встраиваемая в камеры наблюдения

Активное развитие технологий и рост вычислительных мощностей сегодня позволили встраивать в камеры достаточно мощные процессоры. Причем, они давно стали избыточными по той причине, что увеличение разрешения камер отстаёт от роста производительности. Это вызвано ограничениями в оптике объективов, размеров пикселей, светочувствительности, а также пропускной способностью ЛВС и объёмов дисковых массивов.

Высвобождённые ресурсы превысили все возможные потребности в стандартной обработке изображения для получения качественной картинки и стали использоваться для других целей, в том числе и для видеоаналитики. В итоге, видеоаналитика на борту видеокамеры сегодня становится преобладающей по сравнению с другими видами аналитики. Теперь обработка видеоконтента чаще всего осуществляется прямо в камере. Повсеместно можно встретить видеокамеры, имеющие интеллектуальные детекторы движения, модули захвата лиц, детекторы оставленных предметов, распознавания номеров автомобилей и т.д.

#### Видеоаналитика на сервере

Современные серверы с предустановленным ПО видеоаналитики и открытой платформой служат для трансформации имеющейся системы видеонаблюдения в мощный интеллектуальный инструмент и гибкого построения тактики охраны объектов любых масштабов и специфики. К видеосистеме сервер видеоаналитики подсоединяется через Ethernet-интерфейс и по нему же получает видеосигналы, анализ которых производится в реальном времени.

Данные устройства совместимы с сетевым видеооборудованием любых марок по протоколам ONVIF и RTSP, а изображение от аналоговых камер они способны обрабатывать после его оцифровки с помощью DVR или специальных видеоэнкодеров.

В зависимости от бренда и модели, сервер поддерживает видеопотоки с разрешением до Full HD, 4K Ultra HD или выше, может иметь жесткие диски для создания локального видеоархива, видеовыход для прямого подключения к монитору и порты для USB-накопителей, охранных датчиков и исполнительного оборудования.

## Видеоаналитика в видеорегистраторах

Видеорегистратор отличается от сервера тем, что его операционная система располагается не на HDD, а непосредственно на чипе материнской платы. HDD же используются для хранения видеоархива. При этом операционная система как правило базируется на Linux, что гарантирует безопасность работы системы видеонаблюдения.

### Смешанная видеоаналитика

Этот вид видеоаналитики одновременно использует серверную аналитику и встроенную в камеру. При этом выделенное аппаратное устройство, на котором используется встроенное программное обеспечение, и анализирует видеопоток с камеры. Что немаловажно, в этом случае к одному устройству можно подключить несколько каналов.

### Облачная видеоаналитика

Благодаря появлению облачных технологий появилась возможность вести непрерывный видеоанализ информации, поступающей с камер видеонаблюдения. При этом сервис видеоаналитики может быть либо интегрирован в облачную систему видеонаблюдения, либо предоставляться отдельно. Использование облачной видеоаналитики позволяет сделать систему видеонаблюдения мощнейшим инструментом обеспечения безопасности. Облачная видеоаналитика способна решать множество задач, которые стоят перед системой видеонаблюдения. В первую очередь, видеоаналитика способна контролировать качество видеопотока, вести отбор объектов по заданным параметрам, контролировать ситуацию на заданном объекте, сообщать о тревожных событиях и т.д.

Итак, мы рассмотрели все виды видеоаналитики в зависимости от используемого для нее оборудования. Все они имеют как свои преимущества, так и недостатки. Поэтому при выборе системы видеоаналитики следует опираться на то оборудование для видеонаблюдения, которое у вас есть. Если, к примеру, ваши камеры имеют функцию видеоаналитики, то нет никакого смысла использовать другой тип анализа видеоизображения.

*Системы Умного Города* – одна из самых перспективных областей применения систем видеоаналитики.

### 1. Подсчёт людей и транспорта

Функция подсчёта людей, пересекающих заданную линию, предоставляет ценную информацию для принятия бизнес-решений, в таких сферах, как:

- Торговля: информация о количестве посетителей магазинов, торговых центров, а также отдельных зон магазинов и торговых центров;
- Банки: получение информации о количестве посетителей отделений;
- Гостиницы и туризм: получение информации о количестве посетителей ресторанов, кинотеатров, турагентств и пр.

Обладая этой информацией, руководство предприятия может:

- Оценить общую эффективность работы компании;
- Оценить эффективность проводимых маркетинговых акций;
- Оценить загруженность площадей;
- Улучшить сервис путём регулирования рабочих графиков персонала в соответствии с данными о посещаемости.

Отдельно необходимо отметить выгоды использования системы подсчёта посетителей для арендодателей торговых площадей:

- оценка популярности и прогнозирование развития торгового центра;
- оценка привлекательности отдельных площадей и корректировка арендных ставок.

Системы подсчёта также могут анализировать маршруты и поведение покупателей в торговых центрах. Например, путём подсчёта покупателей в зоне наружной рекламы можно оценить её эффективность, а также можно оценивать покупательский спрос на различные виды товара.

Аналогично, для транспортных средств можно получить следующую ценную информацию:

- Количество машин, проезжающих по улице за определённый промежуток времени, в зависимости от времени суток, дня недели и сезона;
- Количество машин, скапливающихся у светофора и среднее время ожидания проезда перекрёстка;
- Количество машин, проезжающих через КПП в закрытую зону и выезжающих из неё;
- Заполняемость уличных парковок и её зависимость от времени;
- А также другую информацию, необходимую для планирования развития транспортной системы города.

Функционал подсчёта количества людей и транспортных средств имеет важное значение для работы автоматизированных интеллектуальных транспортных систем (ИТС), которые могут улучшить транспортную ситуацию в городе, повысить пропускную способность дорог, оптимизировать работу светофоров и пр. По собранной информации можно рассчитать макроскопические характеристики транспортного потока, а именно такие показатели как:

- Средняя скорость потока;
- Объем потока (количество транспортных средств в час);
- Плотность потока (количество транспортных средств на км);
- Средняя занятость полосы;
- Длина транспортных средств (для решения задачи классификации транспортных средств);
- Длина очереди перед перекрёстком;
- Детектирование выезда на встречную полосу.

#### *Анализ видеонаблюдения ограниченной зоны и периметра*

Аналитика систем видеонаблюдения для охраны закрытых зон и периметров предназначена для выявления попыток несанкционированного проникновения в закрытую зону, даже в отсутствие физического ограждения. Основные сервисы аналитики систем для охраны закрытых зон следующие:

- Выявление потенциальных угроз объекту в закрытой зоне;
- Определение вероятностей реализации потенциальных угроз;
- Определение уязвимых зон объекта в закрытой зоне;
- Обнаружение факта пересечения периметра закрытой зоны;
- Информирование соответствующих служб о наличии потенциальных угроз или фактов проникновения;
- Посылка извещений и изображений инцидента дежурному персоналу безопасности объекта, включая носимые устройства.

Типовыми задачами видеоаналитики уязвимых зон охраняемых объектов являются:

- Поиск, обнаружение и распознавание подозрительных предметов и людей;
- Выявление и распознавание изменений видеоизображений определённых зон во времени.

Для наблюдения за периметром закрытой зоны используются направленные всепогодные видеокамеры, в том числе с функцией инфракрасного видения, с защитой от погодных воздействий (дождь, снег, наледь, туман). Для наблюдения внутри закрытой зоны чаще всего используются купольные видеокамеры типа PTZ, с возможностью поворота объектива в нужном направлении .

#### *Распознавание лиц*

В настоящее время для распознавания лиц может подойти любая коммерческая камера с разрешением не менее Full-HD. Поэтому практически любой магазин, торговый центр или офис, где находятся люди, может позволить себе установить камеру для распознавания лиц, детекции очереди и других функций.

Многие камеры для домашнего видеонаблюдения содержат встроенные функции распознавания лиц, что позволяет их владельцу создавать базы данных членов семьи и друзей, которые регулярно посещают его. Систему охраны дома можно настроить на открывание двери для разрешённых лиц из базы данных, а также выдачи предупреждений, при визите неизвестных или нежелательных лиц]. При этом система может учитывать множество факторов: таких как наличие или отсутствие очков, макияж, и многое другое.

В распознавании лиц могут использоваться разные технологии, но основные шаги процесса, следующие:

1. Из фото-картинки или видеозаписи извлекается изображение лица (детекция лица). Лицо может быть, как одиноким, так и находится в окружении многих лиц. Поворот головы не оказывает решающего влияния на этом шаге.

2. Приложение распознавания лиц считывает геометрические параметры лица: такие как расстояние между глазами, расстояние от лба до подбородка и др. Всего могут учитываться до 100 и более подобных геометрических параметров. На основе этих данных составляется цифровая сигнатура лица (facial signature).

3. Сигнатура лица сравнивается с другими сигнатурами из базы данных известных лиц. По данным на май 2018 г. Федеральное Бюро Расследований США имеет доступ к 412 миллионам изображений лиц. Изображения лиц по крайней мере 117 млн. американцев имеются в различных базах данных полиции США.

4. Определение личности человека с достаточно высокой точностью, превышающей 90%.

Некоторые аэропорты США (Нью-Йорк, Атланта, Миннеаполис, Солт-Лейк Сити и др.) используют функцию распознавания лиц при регистрации на рейс вместо посадочного талона с согласия пассажира.

Подобные системы имеются в СНГ во многих заведениях клубного типа (фитнес-клубы и пр.) с постоянной клиентурой. В маркетинге и рекламных кампаниях используется т.н. анонимное (без установления личности) распознавание лиц, поскольку для маркетинговых мероприятий очень полезной бывает информация о том, сколько времени человек смотрит на ту или иную рекламу и какое при это эмоции выражает его лицо. При этом могут использоваться следующие метрики:

- Заметность (сколько людей обратили внимание на рекламу);
- Демография (возраст и пол, обративших внимание);
- Время просмотра (сколько в среднем времени смотрят на рекламу);
- Время дня (в какие часы больше всего внимания обращают на рекламу).

При этом значительно сокращаются затраты и время изучения и анализа рынка, по сравнению с ручными методами в прошлом: опросы, ручной подсчёт посетителей, и прочее. Существует много практических применений распознавания лиц при помощи видеоаналитики, ниже перечислены некоторые из них:

- Безопасность в аэропортах;
- Распознавание лиц для доступа к мобильным устройствам;
- Контроль на экзаменах в учебных заведениях;
- Социальные веб-медиа;
- Розничные продавцы в торговых центрах;

#### *Индустриальное применение*

##### *1. Производство*

На производстве Видеоаналитика используется для следующих основных целей:

- Контроль качества продукции;
- Помощь в управлении технологическими процессами;
- Обеспечение безопасности работающих;
- Предотвращение хищений или других злонамеренных действий.

Уже несколько десятков лет видеоаналитика используется в производственных процессах для обнаружения дефектов, загрязнений, и других отклонений в производимых

изделиях. На рисунке ниже показана простейшая система видеоаналитики для сортировки изделий на конвейерной ленте.

Пример использования VCA в химическом производстве. Сервер системы VCA воспринимает сигналы предупреждения от программы видеоаналитики, которая работает со множеством видеокамер, установленных на территории предприятия химического производства. Возможные действия реакций на предупреждающие сигналы:

- Управление камерами (движение, запись и пр.);
- Предоставление новой видео- и аудиоинформации для операторов и персонала предприятия, например, изменение точки обзора, включение дополнительных микрофонов;
- Команды для других подключённых устройств или программ через протокол HTTP
- Команды через интерфейс пользователя для запуска и настройки других устройств или ПО;
- Запуск SNMP-ловушек для индикации состояние ПО мониторинга под управлением протокола SNMP;
- Журналирование (Logging) предупреждающих сообщений и сохранение их в базах данных для последующего анализа.

Использование видео для анализа событий на сложных производственных площадках часто означает многие часы напряженной работы по просмотру и классификации событий на видеозаписях с многих сотен камер. Тем не менее, при этом нет полной гарантии, что проблема будет правильно идентифицирована. Однако, применение IP-видеокамер с хорошей разрешающей способностью, инфракрасным видением и защитой от погодных условия, работающих вкуче с платформой видеоаналитики, даёт возможность адекватного анализа событий и реакции на них в реальном масштабе времени.

Растущие требования к безопасности на химическом производстве, требуют более чувствительных и точных методов видеоаналитики.

## 2. Энергетика

Энергетический сектор является одним из критически важных для обеспечения жизнедеятельности современного общества, и поэтому он должен обеспечивать надёжное и стабильное электроснабжение предприятий и жилищного хозяйства. Угрозы безопасности, непредвиденные аварии, злонамеренные действия и вандализм, воровство материалов ведут к росту затрат на электроснабжение и повышают риски отключений и тотальных аварий («блэкаут»). Эти проблемы усугубляются тем, что многие объекты электроснабжения находятся в зоне публичной досягаемости и не всегда обеспечиваются надёжной охраной либо защитой.

Поэтому поставщики электроэнергии очень заинтересованы в качественном и эффективном видеонаблюдении за своими многочисленными распределёнными объектами, а также в решениях видеоаналитики, которые позволяют значительно повысить эффективность видеонаблюдения. Особенности использования решений видеонаблюдения и аналитики в отрасли энергетики такие:

- Необходимость адаптации к суровым условиям окружающей среды;
- Высокая стоимость обслуживания энергетических объектов;
- Совместимость с существующим оборудованием;
- Соответствие многочисленным регуляторным требованиям отрасли.

Суровые условия среды на распределительных силовых подстанциях являются особенно проблематичными и требуют специализированных решений. Высокий уровень электромагнитных помех, широкий диапазон изменений температуры, вибрация и тряска, а также наличие коррозионных загрязнений способствуют повышению возможности деградации или выхода из строя электрооборудования.

Системы видеоаналитики в энергетической отрасли применяются для следующих целей:

- Обеспечение безопасности;

- Мониторинг оборудования;
- Автоматизация энергосистем.

### 3. *Логистика*

В транспортно-логической отрасли наибольшее применение получили следующие функции:

Распознавание номеров автотранспорта. Основные функции:

- Добавление номеров в черные и белые списки;
- Быстрая регистрация и пропуск автотранспорта на территорию логистического центра, с записью эпизода проезда через ворота и по территории и фиксацией времени;
- Загрузка данных в формате XLS или CSV.

Преимуществами является предотвращение проезда неавторизованных транспортных средств на территорию логистического центра и автоматический подъем шлагбаума при въезде и выезде.

Управление камерами PTZ, трекинг объектов, распознавание саботажа, распознавание лиц, развёртывание изображения с панорамной камеры, тепловая карта, мониторинг персонала, всё это является функциями видеоаналитики для транспортно-логической отрасли.

### 4. *Банки*

Видеоаналитика в банках используется прежде всего для подсчета посетителей, выдачи талонов ранее распознанным клиентам, идентификации новых клиентов, а также для:

- Обеспечения безопасности в операционном зале и переговорных комнатах;
- Обеспечения безопасности в зонах самообслуживания и банкоматах;
- Обеспечения безопасности в рабочей зоне банковских служащих и клерков;
- Предотвращения проникновения на территорию банка грабителей и злоумышленников;
- Оповещения сотрудников службы безопасности о появлении мошенников из «чёрного списка» и других нежелательных личностей;
- Предотвращения терактов (обнаружение оставленных бесхозных предметов);
- Предотвращения появления и скапливания различных маргинальных личностей в зонах самообслуживания;
- Предотвращения актов вандализма, ведущих к повреждению банкоматов.

### 5. *Розничная торговля*

Рост объёмов розничной торговли требует постоянного расширения торговых площадей и расширения торговых точек. Кроме того, требования бизнеса заключаются в росте эффективности и снижения накладных расходов.

Для того, чтобы оценить такие важные параметры для оптимизации процесса торговли, как число посетителей, конверсия (обращение внимания на тот или иной товар), средний размер корзины, и также повысить эффективность управления персоналом, управления запасами и скорость расчётов на кассовых терминалах, видеоаналитика является одним из основных инструментов. С другой стороны, видеоаналитика помогает повысить безопасность, минимизировать число краж, и мошенничества. Анализ поведения покупателей при помощи инструментов видеоаналитики может дать ценную информацию (инсайт) для повышения удовлетворённости и роста числа покупателей. По результатам исследований компании Einfochips, применение видеоаналитики в розничной торговле может дать следующие выгоды для торговых предприятий:

В розничной торговле используются следующие основные функции видеоаналитики:

- Детекция движения;
- Управление очередями;
- Распознавание лиц;
- Тепловая карта;
- Интеграция POS-терминалов;
- Подсчёт покупателей.

Преимущества использования видеоаналитики в розничной торговле:

- Анализ поведения покупательского поведения и его тенденций;
- Оптимизация работы персонала и его состава;
- Снижение общих затрат владения торговой инфраструктурой;
- Проактивное обслуживание покупателей;
- Предотвращение потерь.
- Рабочая влажность: 0% ~ 90%
- Сертификаты: КС, FCC, CE

*Преимущества:*

- Как правило, меньшие габариты, меньшая мощность, меньшая цена, чем у серверной видеоаналитики.
- Простая настройка благодаря специально разработанному интерфейсу для видеоаналитики и преднастройке разработчика.

*Недостатки:*

- Как правило более высокая стоимость по сравнению с встроенной в камеру видеоаналитикой.
- Сложность интеграции со сторонним программным обеспечением.
- Часто работает только с программным обеспечением производителя камер или его же видеорегистраторами.

*Видеоаналитика встроенная в видеорегистратор*

Видеорегистратор принципиально отличается от сервера тем, что его операционная система располагается не на HDD, а непосредственно на чипе материнской платы. HDD же используются для хранения видеоархива. При этом операционная система как правило базируется на Linux. Видеорегистраторы бывают разные, гибридные и так называемые NVR - видеорегистраторы для IP-камер объединяет их одно.

*Преимущества:*

- Простая настройка, не нужно настраивать «железо», не нужно устанавливать дополнительное программное обеспечение и нет необходимости в интеграции с устройствами хранения видеоархива, решение наиболее близкое к идеалам Plug and Play.
- Поскольку видеоаналитика является единым целым с видеорегистратором, клиентское программное обеспечение видеорегистратора, идеально принимает, обрабатывает и выводит на оповещения на монитор или в мобильное приложение.

*Недостатки:*

- Для обработки видеопотока с камер необходимы большие процессорные мощности видеорегистратора, что существенно ограничивает количество камер которое можно подключить к одному видеорегистратору.
- Количество типов аналитики ограничено возможностями производителя видеорегистратора.
- Для работы видеоаналитики часто нужно что бы и камеры и видеорегистратор были от одного производителя.

*VMS vs CMS: Выбираем программное обеспечение для видеонаблюдения*

Применительно к отрасли систем видеонаблюдения, наиболее часто VMS расшифровывается как — Video Management System или Video Management Software. Еще одна расшифровка термина — Video Management Server, это значение наиболее близко по смыслу к функциональному назначению программного обеспечения.

VMS как правило определяется как полнофункциональное программное обеспечение для управления системой видеонаблюдения, включая, но не ограничиваясь, функции просмотра, записи видеоархива, хранения видеоархива, функции видео и системной аналитики, взаимодействия с другими системами безопасности.

Термин VMS использовался на Западе, вернее западные разработчики софта для видеонаблюдения никогда не использовали термин CMS.

CMS расшифровывается как — Central Management Software или Content Management System, и именно в такой расшифровке эта аббревиатура используются не только в отрасли

видеонаблюдения, но и в множестве других областей, например одно из самых распространенных значений, это программное обеспечение для управления веб-сайтом. А так как веб сайтов в мире в десятки миллионов раз больше чем систем видеонаблюдения, именно такая такое употребление является одним из самых распространенных.

На практике, в современной отрасли нет никакой смысловой разницы как называется программное обеспечения для видеонаблюдения VMS или CMS. Любой производитель оборудования или разработчик программного обеспечения для видеонаблюдения, использует тот термин который ему больше на душу ляжет.

Выбирая программное обеспечение для видеонаблюдения ориентируйтесь только на конкретный необходимый для вас функционал, и особенности программного обеспечения которых немало.

#### *Бесплатное программное обеспечение для видеонаблюдения*

1. Herospeed. Herospeed VMS Клиент-серверное программное обеспечение, 256 каналов бесплатно. Поддерживаемые операционные системы — Windows и MacOS. Китай

2. iSpy. Поддерживаемая операционная система — Windows. Мобильные приложения для Android, iOS и Windows Phone. Подробная инструкция по настройке iSpy на нашем сайте. Open Source.

3. Kerberos. Программное обеспечение с открытым исходным кодом. Поддерживаемая операционная система — Linux. Бельгия

4. MotionEyes. Программное обеспечение с открытым исходным кодом. Поддерживаемые устройства. Поддерживаемая операционная система — Linux.

5. ZoneMinder. Поддерживаемые операционные системы — Linux, Программное обеспечение с открытым исходным кодом.

6. Veyesys. Rapidvms. Поддерживаемые операционные системы — Windows, Linux и MacOS. Китай

7. Shinobi. Поддерживаемые операционные системы — Windows, Linux и MacOS. Список поддерживаемых брендов камер. Open Source

8. OpenALPR, программное обеспечение с открытым исходным кодом, для распознавания автомобильных номеров. Поддерживаемые операционные системы — Debian, CentOS.

9. Vargus. Программное обеспечение с открытым исходным кодом. Операционная система — Linux

10. Valkka. Поддерживаемое оборудование. Поддерживаемая операционная система — Linux (Ubuntu). Open Source

11. Bluecherry. Клиент-серверное программное обеспечение. Поддерживаемые операционные системы, серверная версия только под Linux, клиентские приложения — Linux, Windows и MacOS. Веб-клиент. Open Source.

12. Camlytics. Поддерживаемые операционные системы — Windows.

#### *Работа облачной видеоаналитики*

Установленные у клиентов IP-камеры формируют видеопотоки, которые отправляются на адрес облачного сервиса. Первым в дело вступает балансировщик нагрузки, перенаправляя поступающий видеопоток на одну из виртуальных машин кластера обработки. Таким образом исключается вариант, что видеопотоку не хватит вычислительной мощности. Сами кластеры состоят из мощных серверов, установленных в ЦОД и работающих в режиме 24/7/365.

Виртуальные машины производят необходимые операции над видеопотоками, формируют аналитические данные, накладывают их на изображение, тем самым создавая новые видеопотоки для просмотра. Аналитические данные отправляются на хранение в базу данных, чтобы позже к ним можно было обратиться. Оригинальный видеопоток сохраняется в архиве.

Облачная видеоаналитика — одна из немногих сфер, где машинное обучение и искусственный интеллект наиболее применимы. Опознавание поведения объектов и классификация их по определенным признакам — штатные возможности нейронных сетей.

Помимо основных функций, есть скрытые от заказчика механизмы обеспечения бесперебойной работы кластеров, системы мониторинга и межсетевые экраны. Их основная роль — сделать так, чтобы все части системы работали корректно. Смысл не в том, чтобы сбоев не было, а в том, чтобы эти сбои не могли повлиять на общую работоспособность сервиса. Достигается это различными способами, прежде всего резервированием всех элементов облачного сервиса.

Еще одна крайне важная функция — поиск по архивным записям. Чтобы найти требуемый видеоматериал не потребуется просматривать записи вручную. Достаточно задать критерии поиска и система сама отберет и предоставит нужные видеофрагменты. Магии тут нет, только технологии. Когда в кадр попадают движущиеся объекты, система автоматически формирует метаданные и сохраняет их в базу данных параллельно с записью видеопотока. Поиск по метаданным делает возможным сразу получить искомые фрагменты записей.

#### *Примеры использования видеоаналитики*

С точки зрения покупателя, очереди — это зло. Никому не хочется тратить часть своей жизни на то, чтобы банально оплатить покупки. Ну, а с точки зрения магазина очереди еще большее зло, ведь каждая очередь не только уменьшает прибыль, но и неизбежно ухудшает лояльность покупателей. Справляются с этими проблемами по-разному:

- ставят дополнительные кассы и кассы самообслуживания;
- выводят дополнительных кассиров в «часы пик»;
- обучают, мотивируют и всячески стимулируют кассиров работать быстрее;
- заботятся о комфорте покупателей в прикассовой зоне.

Все эти решения достаточно успешны, но расходы для их организации сложно оптимизировать. В частности, это касается оплаты труда кассиров. Решение этой задачи выполняется комплексно и системы видеоаналитики здесь могут:

- подсчитать время нахождения покупателей в очереди;
- рассчитать время обслуживания;
- определить количество людей, покинувших очередь;
- оповестить ответственного при превышении длины очереди.

Несмотря на активное внедрение касс самообслуживания — традиционные кассы по-прежнему главенствуют и несут за собой привычный набор проблем, таких как воровство и мошенничество кассиров. Выявить нарушения и доказать их даже с помощью обычного видеонаблюдения достаточно сложно — тут и приходит на помощь система видеоаналитики. Интеллектуальный поиск подозрительных моментов в работе и своевременное оповещение ответственных лиц помогает снизить потери на расчетно-кассовых узлах магазина от краж со стороны сотрудников.

Также сильная сторона видеоаналитики при использовании на кассах — возможность создания отчетов об эффективности работы сотрудников. Четкая работа с картами лояльности, POS-терминалами и кассой всегда работает на прибыль магазина и может служить качественным показателем действий каждого отдельно взятого кассира.

#### *Серверная видеоаналитика*

Современные серверы с предустановленным ПО видеоаналитики и открытой платформой служат для трансформации имеющейся системы видеонаблюдения в мощный интеллектуальный инструмент и гибкого построения тактики охраны объектов любых масштабов и специфики.

К видеосистеме сервер видеоаналитики подсоединяется через Ethernet-интерфейс и по нему же получает видеосигналы, анализ которых производится в реальном времени.

Данные устройства совместимы с сетевым видеоборудованием любых марок по протоколам ONVIF и RTSP, а изображение от аналоговых камер они способны обрабатывать после его оцифровки с помощью DVR или специальных видеоэнкодеров.

В зависимости от бренда и модели, сервер поддерживает видеопотоки с разрешением до Full HD, 4K Ultra HD или выше, может иметь жесткие диски для создания локального

видеоархива, видеовыход для прямого подключения к монитору и порты для USB-накопителей, охранных датчиков и исполнительного оборудования.

Преимущества серверной видеоаналитики очевидны. Это:

- отсутствие необходимости использовать ресурсы камер или видеорегистраторов, которые часто ограничены.
- Камеры в системе могут быть практически любыми, достаточно просто получить с нее видеопоток и отправить его на сервер.

К минусам использования видеосерверов можно отнести:

- серверное оборудование достаточно дорогое
- появляется дополнительная нагрузка на пропускную способность сети, т.к. сервер использует дополнительный видеопоток с камеры
- необходимость установки сервера и настройка интеграции с VMS или другим софтом отнимает много времени.
- интеграция видеоаналитики с сервером вообще может быть невозможной.

Области применения автономных серверов видеоаналитики

Основными пользователями видеосистем с интеллектуальным функционалом, позволяющим упреждать нежелательные события и получать данные статистики, являются предприятия сфер транспорта, розничной торговли, городского видеонаблюдения и т.д. Как правило, такие системы имеют крупные масштабы, территориально распределены и используют множество камер, зачастую не поддерживающих установку интеллектуальных приложений, но при этом обеспечивающих видеосъемку с требуемым качеством. Сетевые серверы видеоаналитики станут оптимальным инструментом для модернизации подобных видеосистем с точки зрения эффективности и экономической целесообразности. К тому же данное решение более гибко в сравнении с покупкой камер с поддержкой аналитического ПО, так как при необходимости расширения функционала проще и дешевле сделать это на серверной стороне, чем «на борту» каждой камеры

*Сервисная аналитика*

Системы аналитики клиентского сервиса – это инструменты анализа (такие как «business intelligence», real-time аналитика, прогнозная аналитика и т.д.), которые используются в процессах предоставления сервисных услуг клиентам компании.

Данные системы позволяют трансформировать разрозненные данные, которые хранятся в различных системах, в действенный инструмент для удовлетворения со стороны компании растущих нужд и потребностей клиентов. К таким системам с набором разрозненных данных могут относиться: корпоративные информационные системы (CRM), системы прямого взаимодействия с клиентами, такие как E-mail management system, системы статистики КЦ, системы речевой аналитики, социальные сети, а также ERP – системы.

Аналитика в области клиентского сервиса используется для различных целей, таких, например, как расчет потребности в персонале Контакт-Центра или проведение анализа всех применяемых способов решения проблем клиентов для выявления самых действенных из них. Организации, которые используют системы аналитики в области клиентского сервиса, в 46% случаев готовы подтвердить свою удовлетворенность наличием функционала, который позволяет принимать эффективные решения, основанные на детальном анализе данных. В то время как организации, которые не используют подобные системы, подтверждают такую удовлетворенность только в 33% случаев, что на 39% реже, чем у тех, кто аналитику использует.

На рисунке 4 представлен рост показателей эффективности организаций, за счет более качественной обработки данных в системах аналитики и последующего принятия управленческих решений на основе анализа.

*Детекция движения в кадре*

Не спешите объявлять этот пункт банальностью, и тем более прокручивать скрол не прочитав. С одной стороны детекция движения в кадре, функция ставшая классической даже для низкобюджетных видеокамер.

С другой стороны одно из моих любимых выражений, - важно не то ЧТО ты делаешь, а то КАК ты это делаешь.

Бесполезного движения в кадре до 90%. Это дождь, снег, деревья качающиеся от ветра. И все это бесполезное движение будет занимать 90% ваших жестких дисков.

Для средних и уж точно больших систем видеонаблюдения - одной из существенных статей затрат являются жесткие диски.

А если вы умный парень, то вы возьмете специализированные жесткие диски для видеонаблюдения которые дороже обычных. Но и служат намного дольше.

Для современных видеокамер критерием выбора уже не является детектор движения, критерием выбора являются качественные характеристики работы детектора.

Говоря проще — то как он обрабатывает бесполезное движения.

Обратите внимание сколь прекрасно обрабатывает ложные срабатывания детектор видеоаналитика Samsung Techwin

Использование качественной реализация детекции движения позволит добиться существенной экономии процессорной емкости, и что гораздо более важно — емкости жестких дисков, а как известно для больших проектов это существенная статья затрат.

Для полноты картины добавлю, что программный детектор движения, не единственный применяемый в камерах. Менее распространен, но тоже встречается — инфракрасный датчик движения (PIR сенсор). PIR сенсор — это датчик который содержит чувствительный элемент, который реагирует на тепловое излучение. Основное его преимущество — это работа в полной темноте.

Для маленьких проектов или для частных пользователей уже одна функция детекции движения в кадре является достаточным сигналом для информирования о тревожных событиях. Как правило при срабатывании детектора на электронную почту (e-mail) отправляется уведомление с прикрепленным фото или видеофрагментом момента срабатывания.

#### *Пересечение виртуальных линий*

Вторая «smart» функция не меньшая классика чем первая. Позволяет в кадре камеры нарисовать вертикальную линию при пересечении которой будет срабатывать детектор.

IP-камеры с детектором пересечения виртуальных линий — цена от 6 000 рублей

В большинстве случаев есть возможность настроить направление пересечения линии, размер детектируемого объекта, например иногда нужно чтобы детектор срабатывал на машины а не на людей, и процент пересечения линии объектом.

На видео демонстрируется настройка детекции пересечения линии в определенном направлении

Хорошее решение для контроля периметра охраняемой территории, хорошее в том случае если нет проблем с освещением. Если такие проблемы есть то можно использовать тепловизионные камеры видеонаблюдения, обладающие таким же встроенным функционалом. Но работающие в полной темноте и на дистанция недостижимых для современных камер видеонаблюдения. Хотя с тепловизорами тоже не все так просто.

Именно возможность задавать направление пересечения линий, может позволять вести подсчет всех входящих в магазин. Но есть решение и покруче.

Контроль аварийных выходов торговых центров, еще один хороший пример применения. Как известно аварийные выходы должны быть открытыми, но не бесконтрольным, как только кто либо предпримет попытку пройти через аварийный выход служба безопасности получит моментальное оповещение об этом событии, соответственно сможет отреагировать.

#### *Детекция вторжения в зону*

Функция близкая по смыслу к «пересечению виртуальных линий», только в данном случае мы рисуем уже не одну линию а целую зону.

И смысл здесь уже не только в детекции, но и в том что можно задавать тайминг времени нахождения или отсутствия в зоне. Например вы можете контролировать нахождение

сотрудника в рабочей зоне, это может быть востребовано для кассиров, администраторов встречающих клиента, рабочих для которых рабочее место точно определено.

Еще одна из возможностей этой функции борьба с праздношатанием — пребыванием объекта в выделенной области сверх заданного времени

Праздношатание как таковое запрещено во множестве стран мира. Таким образом правительства пытаются бороться с продажей наркотиков, проституцией, бандами которые таким образом устанавливают контроль над определенной территорией.

Но и в обычной повседневной жизни можно найти множество применений данной функции. Например люди проводящие слишком долгое время в подъезде, или праздношатающиеся рядом с детским садом, или рядом с домом (особенно если дом частный) все это наводит на мысли что эти люди вполне могут иметь не самые добрые намерения. А значит как минимум требуют пристального внимания и возможно превентивных мер.

Кроме этого существуют территории которые предполагают полное отсутствие людей, в течении значимого времени. При появлении людей система защиты периметра детектирует нештатную ситуацию и формирует тревожный сигнал, который в течение нескольких секунд поступает ответственным лицам.

#### *Детектор пропавших или оставленных предметов*

Детектор пропавших или оставленных предметов уведомит вас в случае появления или наоборот исчезновения объектов в заранее отведенной области кадра. Также есть возможность задать время нахождения или отсутствия объекта в кадре.

Функционал обнаружения пропавших или появившихся предметов может быть востребован в предприятиях розничной торговли, бизнес-центры, объекты транспортной инфраструктуры, Контрольно-пропускные пункты.

Среди нюансов детектора стоит отметить что на объектах с массовым пребыванием людей возможно приличное количество ложных срабатываний, т.к. для системы видеоаналитики может не быть разницы между оставленной сумкой, брошенным мусором, или например пролитым кофе. Все это может давать срабатывания детектора.

#### *Распознавание автомобильных номеров*

Распознавания автономеров (Automatic License Plate Recognition (ALPR) - англ.) основа контроля движения автотранспорта. Камеры с функционалом распознавания автономеров также имеют возможность управлять исполнительными устройствами — шлагбаумами и автоматическими воротами.

*Тепловая карта* — это инструмент видеоаналитики, обеспечивающий графическое наложение в виде тепловой карты, отображающей область и частоту движения, обнаруженного в видео, снятом камерой. Тепловая карта движения, обнаруженного в определенной области, может использоваться для отслеживания движения клиентов, чтобы лучше понять их поведение. Тепловая карта также используется для оценки трафика в населенных пунктах, будь то музей, шоссе или парк развлечений. Для построения тепловой карты камера в определённый момент времени фиксирует координаты всех движущихся объектов. Затем эти объекты наносятся на карту территории, находящейся в кадре. При отображении карты на экране значения плотности, то есть числа объектов на единицу площади, лежащие в определённых интервалах, показываются разными цветами. В результате получается картина, на которой хорошо видно, как объекты распределены по территории. Съёмка тепловой карты повторяется с периодичностью, задаваемой при настройке камеры. В результате пользователь имеет полную статистику присутствия людей в поле зрения камеры в разное время. Картина, на которой разная плотность объектов показана разными цветами, внешне похожа на изображение с тепловизора, на котором разная температура объектов также показана разными цветами. Именно поэтому она называется тепловой картой.

*Детекция лиц* — инструмент видеоаналитики, призванный определить и идентифицировать человека по его лицу без необходимости обращаться к дополнительным источникам и проводить какие-либо действия для определения личности человека. Технология автоматической идентификации человека по лицу открывает новые возможности

для повышения эффективности бизнеса и обеспечения безопасности. Высокоточный анализ потока данных, получаемых с камер, в режиме реального времени решает задачи обнаружения, идентификации, контроля и прогнозирования. Существует несколько подходов для создания алгоритма распознавания лиц. Эмпирический подход использовался в самом начале развития компьютерного зрения. Он базируется на некоторых правилах, которые использует человек для детектирования лица. К примеру, лоб обычно ярче, чем центральная часть лица, которая, в свою очередь, однородна по яркости и цвету. Еще одним важным признаком является наличие частей лица на изображении – носа, рта, глаз. Для определения лиц производится значительное уменьшение участка изображения, где предполагается наличие лица, или строятся перпендикулярные гистограммы. Эти методы легко реализовать, но они практически непригодны при наличии большого количества посторонних объектов на фоне, нескольких лиц в кадре или при изменении ракурса.

Следующий подход использует инвариантные признаки, характерные для изображения лица. В его основе, как и в предыдущем методе, лежит эмпирика, то есть попытка системы «думать» как человек. Метод выявляет характерные части лица, его границу, изменение формы, контрастности и т.д., объединяет все эти признаки и верифицирует. Данный метод может использоваться даже при повороте головы, но при наличии других лиц или неоднородном фоне распознавание становится невозможным. Следующий алгоритм – это детектирование лиц с помощью шаблонов, которые задает разработчик. Лицо представляется неким шаблоном или стандартом, и цель алгоритма – произвести проверку каждого сегмента на наличие этого шаблона, причем проверка может производиться для разных ракурсов и масштабов. Такая система требует множество трудоемких вычислений. Все современные технологии распознавания лиц используют системы, обучающиеся с помощью тестовых изображений. Для обучения используются базы с изображениями, содержащими лица, и не содержащими лица. Каждый фрагмент исследуемого изображения характеризуется как вектор признаков, с помощью которого классификаторы (алгоритмы для определения объекта в кадре) определяют, является данная часть изображения лицом или нет.

Лишнее, ненужное в кадре – частый атрибут видеонаблюдения. Камера снимает всё, что находится в пределах сцены. В результате пропускная способность сети и ёмкость видеоархива расходуются на передачу и хранение лишних элементов. Преодолеть этот недостаток и сконцентрировать работу системы видеонаблюдения на отображении важных частей общей картинки позволяет функция Multi-crop. Её суть состоит в том, что из кадра вырезаются несколько прямоугольных участков, которые передаются отдельно, каждый в своём потоке, с индивидуальным разрешением и частотой. Представим себе телекамеру, которая установлена в вестибюле офисного здания. В общей картине, которую она даёт, имеются наиболее важные участки. Один из них — вход в здание.

С помощью функции Multi-crop администратор может при настройке камеры обвести вход прямоугольником и задать для него максимальные разрешение и скорость кадров. Он может выделить и другие важные места, для которых разрешение также будет повыше, но не такое высокое, например угол, где сидит вахтёр, дверь лифта и т.д. При этом весь большой кадр будет фиксироваться с минимальным разрешением и частотой. Работу функции Multi-crop можно привязать к расписанию. На ночь, когда в фойе никого нет, она будет отключаться. Если вахтёр остаётся на ночь, то «его» прямоугольник может сохранять более высокое разрешение и частоту. Помимо этого, оператор, ведущий мониторинг в реальном времени, может, увидев в кадре, что-то важное, на ходу добавить участок, который будет транслироваться и записываться со своими параметрами.

*Подсчет людей* — это ключ к розничной аналитике. Интеграция людей, учитывающих существующие отчеты KPI, позволяет розничным торговцам оценивать коэффициенты конверсии и лучше понимать производительность магазина. Реализация этой функции помогает розничным торговцам измерять поездки клиентов по магазинам, рассчитывать конверсию подходящего помещения, определять наиболее загруженное время отдельных магазинов по часам, дням или неделям, чтобы повысить эффективность персонала и многое

другое. Исследования показывают, что очередь при оформлении заказа является основной причиной неудовлетворенности клиентов. Следовательно, короткие очереди - и особенно ожидание коротких последовательностей проверки - являются ключами к построению лояльности клиентов и поощрению расходов. Точные измерения в очереди могут обеспечить значительные преимущества для бизнеса без увеличения числа сотрудников. Сейчас сложный сбор данных о продажах, огромные электронные таблицы и трудоемкий анализ - это история. Более продвинутые функции есть у системы, производящей подсчет посетителей на основе видеоаналитики. Данные с такой системы можно представить в виде графика посещаемости магазина, что позволяет усиливать персонал магазина большим количеством продавцов-консультантов в часы пик без необходимости присутствия такого персонала весь день, что существенно сокращает расходы на персонал. На сегодняшний день это одна из популярных технологий, которая имеет широкое применение на рынке.

Технологии компьютерного зрения, как она называется исторически, позволяют создать счётчик посетителей высокого качества. Счётчик распознает проходы людей в видеопотоке, поступающем с двух камер, объединенных в одном корпусе устройства и установленных над входом в помещение. Благодаря двум камерам создается эффект стереовидеоизображения, что положительно сказывается на точности подсчета в сравнении с сенсорами, использующими только одну камеру, что также применяется для простого подсчета входящих и выходящих. Некоторые системы такого класса двухобъективных специализированных камер интегрируются с базами данных о продажах, что позволяет осуществлять полноценный анализ. Современная система подсчета посетителей предоставляет менеджерам полное представление о производительности магазина и оценке данных, связанных с трафиком, для более эффективных маркетинговых и операционных решений в аэропортах. Точность подсчета посетителей может колебаться от помещения к помещению. Системы, основанные на компьютерном зрении (видеоаналитике), чувствительны к изменению освещения и теням, которые могут привести к неточному подсчету. Если освещённость помещения постоянна, как правило достигается высокая точность подсчета, однако, например, подсчет людей на улице может быть неточным по причине попадания солнечного света в камеру или наоборот, падения освещённости из-за туч. Принцип работы похож на срабатывание при пересечении линии – происходит фиксация каждого пересечения, но при этом значительно повышена защита от ложных срабатываний, что позволяет получать максимально достоверные статистические данные о количестве посетителей. Подсчитывается количество вошедших и вышедших людей. Адаптивные алгоритмы разработаны для обеспечения точного учета как для наружного, так и для внутреннего использования. Многослойное вычитание фона на основе цвета и текстуры считается наиболее надежным алгоритмом, доступным для изменения теней и условий освещения. Благодаря достижениям в обработке изображений, определение человеческой фигуры может достичь 98% -ной точности в некоторых условиях освещения. Ожидается, что использование функций искусственного интеллекта и распознавания образов еще больше повысит его точность.

Хотя пожары на складах, как правило, не приводят к большому количеству жертв или несчастных случаев со смертельным исходом, они имеют серьезные последствия для владельцев бизнеса и их сотрудников. Слишком часто результатом является полная потеря не только содержимого склада, но и утрата здания, особенно в случае объектов, где отсутствует персонал. Если не используются технологии раннего обнаружения пожара, масштабность пожара в складском помещении часто приводит к тому, что пожарные прибывают на место слишком поздно. Технологии обнаружения пожара на базе видеодетекторов позволяют быстрее и точнее обнаружить возгорание, помогая пожарным уменьшить причиняемый ущерб. Видеообнаружение дыма основано на наборе алгоритмов, которые обрабатывают изображение с камеры, чтобы определить, присутствует ли дым, и могут обнаружить огонь, как только он попадет в поле зрения камеры. Такие камеры могут покрывать гораздо большие площади и объемы, чем точечные, лучевые или аспирационные детекторы, делая их более

предпочтительным решением для складских сред. Кроме того, в таких средах видеодетекция работает намного быстрее, чем обычное обнаружение дыма. С помощью видеодетекторов можно обнаружить начинающийся пожар в течение 10–30 секунд, в то время как другим технологиям требуется несколько минут ввиду медленного перемещения дыма. При пожаре эти ценные минуты могут стать разницей между просто неприятностью и катастрофой.

Видеодетекция также способна на большее, чем просто обнаружение дыма. Если вы используете один набор алгоритмов для выявления дыма, другой набор можно использовать для выявления пламени. Характеристики пламени различных пожаров хорошо известны, и, таким образом, обнаружение пламени с помощью интеллектуальных алгоритмов столь же надежно, как и обнаружение дыма. Использование видеодетекторов для обнаружения пламени несет в себе дополнительные преимущества благодаря полной визуализации места происшествия. Поэтому оператор может точно определить местонахождение очага пожара, а также его содержимого, что потенциально может сэкономить ценное время для пожаротушения. Видеоизображение также можно использовать для проверки аварийных ситуаций, избегая тем самым затрат на ложные тревоги. Впрочем, обнаружение пожара с помощью видеодетекции (VFD) само по себе очень невосприимчиво к ложным тревогам. Интеллектуальные алгоритмы внутри камеры обеспечивают очень точное разделение между реальным огнем и другими явлениями, такими как движение, отражение или изменение условий освещения. Видеосистемы обнаружения пожара хорошо масштабируются от одной камеры до целой сетевой системы распределенных камер с центральной консолью и системой управления. Они могут передавать сигналы тревоги через Ethernet в центр управления и контроля или даже на мобильное устройство, но также легко могут передавать его на имеющуюся панель пожарной сигнализации. Камеры покрывают широкие области, почти не нуждаются в обслуживании и даже не требуют отдельных источников питания. При использовании технологии PoE для питания и видеосигналов используется один и тот же кабель, что позволяет камере пользоваться бесперебойными источниками питания (ИБП) в коммутаторах Ethernet. Поэтому решения на базе видеодетекторов имеют низкую эксплуатационную стоимость.

Среди всех интеллектуальных функций систем видеонаблюдения имеется одна, присущая исключительно PTZ-камерам. Это автосопровождение объекта, реализованное оптико-механическим способом. Когда в поле зрения камеры оказывается движущийся объект, она начинает сопровождать его — автоматически поворачивается так, чтобы он оставался в центре кадра и подстраивает зум, если меняется расстояние до этого объекта. Цель автосопровождения — автоматическая охрана находящейся под наблюдением территории без участия оператора. При появлении в кадре подвижного объекта камера сама наводится на него и записывает в архив видеоизображение, содержащее полную информацию о его поведении на этой территории. В отсутствие движения в кадре камера ведёт мониторинг обширной территории — её оптическое увеличение выставлено на минимальную величину, и угол обзора имеет наибольшее значение. Вместо этого она может совершать осмотр данной территории по туру. При появлении где-либо объекта, который перемещается по кадру, срабатывает видеодетектор движения, имеющийся в камере. При этом в процессоре камеры генерируются команды, поступающие на механизм управления поворотными функциями и объективом.

Камера поворачивается так, чтобы обнаруженный объект оказался в центре кадра. Одновременно вариофокальный объектив выставляется в такое положение, чтобы объект целиком попадал в кадр, но был не слишком мелким. В дальнейшем, по мере движения объекта, камера сопровождает его. Процессор постоянно обрабатывает изображение и выдаёт команды, получая которые камера поворачивается, удерживая объект в центре кадра. Если объект удаляется, то увеличение объектива возрастает, если приближается, то уменьшается. В итоге объект всё время хорошо виден в кадре. При наличии у камеры ИК-подсветки автосопровождение успешно выполняется не только днём, но и ночью. Функция автосопровождения важна при охране любой территории, на которой в данное время не

должно находиться людей либо появление человека — редкость. Это могут быть территория предприятия, склад, автостоянка, периметр важного объекта.

Условия видимости на охраняемом объекте не всегда идеальны. Это и уровень освещения, и наличие помех в виде дождя, снега или тумана, и другие факторы, мешающие наблюдению. Часть из них решается с помощью защитных навесов, продуманного места расположения камеры, прожекторов. Чтобы вести съемку в условиях тумана или мелкого дождя можно использовать функцию «антитуман», или DEFOG. Преимущество функции DEFOG в том, что удастся передать максимально четкое изображение, причем цветное, а не черно-белое, как при просмотре в ИК-лучах. Это отличие важно там, где нужно рассмотреть, например, цвет автомобиля, логотип или другие вещи. Кроме того, различая цвета, удастся выделить объект на фоне здания, техники, контейнеров и т.д. Если же картинка будет не цветной, он может просто слиться с окружением и остаться незамеченным для охраны.

Нахождение в воздухе мелких частиц воды или пыли не только ухудшает видимость, но и приводит к постоянным ложным срабатываниям детектора движения. В таких условиях полагаться приходится лишь на визуальное отображение происходящего. ИК-прожектор тоже начинает работать с перебоями — вода или пыль отражают лучи света и создают помехи на экране. Используя камеру с технологией DEFOG, пользователь и в такую погоду будет уверен в надежности охраны своей собственности. Преимущество опции и в том, что снижается риск пропустить что-то важное из-за «человеческого фактора». Гораздо проще заметить нестандартную ситуацию при относительно хорошем качестве видео, чем в условиях сильных помех. Технология хорошо проявила себя как в небольших системах с 1-3 камерами, так и в более крупных, с 10 и более устройствами наблюдения.

Сегодня на рынке все чаще можно увидеть IP камеры видеонаблюдения с функцией «коридорного режима» или «коридорного формата». Такие камеры обычно устанавливают в узких местах где широкий панорамный охват не нужен, например в коридорах, тоннелях, вдоль заборов, между стеллажами и т.д. Камеры с коридорным форматом создают вертикально ориентированное изображения, формат которых составляет не 16:9 как в обычных камерах, а 9:16. Как известно, чем больше фокусное расстояние объектива, тем угол обзора уже и удаленный объект на экране выглядит крупнее. Но существует один минус у камер без коридорного режима. Заключается он в том, что камеры имеют ощутимое ограничение угла обзора по вертикали. А значит «мертвая» зона под камерой достаточно большая. Раньше, чтобы не было мертвых зон нужно было устанавливать две камеры в направлении друг на друга.

Однако сегодня благодаря камерам с коридорным режимом вторая камера не потребуется, так как мертвая зона очень мала. Функция коридорного формата соотношение сторон программным методом когда вертикальный обзор увеличивается, а горизонтальный уменьшается. С появлением данной функции отпала необходимость использовать в узких местах камеры с узким или вариофокальным объективом, что приводило к удорожанию системы видеонаблюдения. Достаточно установить камеры со стандартным объективом и использовать ее в зависимости от места установки в обычном режиме или же в коридорном режиме.

Маскирование зон приватности - функция, позволяющая скрывать от видеонаблюдения отдельные области. Она может быть включена в решение для мониторинга - обычно эта возможность встраивается в «прошивку» регистратора или в высокоуровневое программное обеспечение. Внутри некой области, за которой ведется слежение, могут существовать определенные зоны, наблюдение за которыми из-за их отношения к частной жизни вестись не должно. Например, окно или подъезд жилого дома. Это наиболее безопасный способ, и при его использовании не возникают задержки на обработку данных. Позиция маски динамически связана с поворотами, наклонами и изменением угла обзора камеры - таким образом, при движении камеры вверх маска соответственно «переползет» вниз и продолжит закрывать зоны приватности. Установщик сконфигурирует камеры таким образом, чтобы определенные

области автоматически скрывались масками - прямоугольниками различного размера, цвета и пропорций.

После того, как инсталлятор и заказчик убедятся в достаточной защищенности зон приватности, установщик сохранит в памяти камеры данные о расположении масок совместно с настройками, описывающими её движение. Эта информация защищается паролем, известным лишь инсталлятору -- операторы системы не могут снять или изменить его. При установке системы безопасности заказчик и инсталлятор должны вместе определить зоны приватности. В их число могут входить области, закрытые постоянно, и области, закрываемые динамически при достижении камерой определенного уровня оптического увеличения. К примеру, если камера осуществляет мониторинг района многоквартирной застройки в широкоугольном режиме, то маскирование может не требоваться. Но если оператор уменьшает угол обзора - камера «наезжает» - окна и подъезды становятся видны в деталях, и в этом случае данные участки изображения следует закрыть. Маскирование зон приватности особенно необходимо в приложениях, обеспечивающих безопасность протяженной территории с наличием зон с регламентированным мониторингом и/или видеозаписью. Таким образом, если камера поворачивается, наклоняется или меняет степень оптического приближения, маска автоматически изменяет свое положение и размеры, гарантируя то, что зоны приватности останутся закрытыми. Это достигается путем сравнения первоначальных PTZ-настроек камеры с обновленной информацией о ее повороте/наклоне/степени приближения. И поскольку это сравнение происходит много быстрее, положение маски меняется без малейшей заминки - следовательно, возможность демонстрации изображения из закрытой области исключается.

#### **Раздел 4 Видеоаналитика в детекции лиц**

##### *2D-распознавание лиц*

Технология распознавания лиц, как правило, состоит из камер видеонаблюдения и программного обеспечения которое анализирует изображения. Программное обеспечение распознавания лиц основано на обработке изображений и вычислениях математических алгоритмов, которые требуют мощный сервер, чем обычно используют для систем видеонаблюдения

В первую очередь клиента будет заинтересован в качественном показателе программного обеспечения. Во вторую, серверы какой мощности будут нужны для анализа изображения и обработки базы данных, а в третьих рассматривается вопрос применимости IP-камер для распознавания лиц. Внимания заслуживают устройства «stand alone» которые могут выполнять обработку изображений на самом устройстве, а не на сервере, также на таких устройствах может быть память баз данных лиц.

В основе технологии 2D-распознавания лиц, находятся плоские двухмерные изображения. Алгоритмы пользуются антропометрическими параметрами лица человека, графы – модели лиц или эластичные 2D-модели лиц, а также изображения лиц представленных некоторым набором физических и математических признаков.

На сегодняшний день распознавание изображений в 2D одна из наиболее востребованных технологий. Так как большая часть баз данных идентифицированных лиц в мире – двухмерные. И в основном установленное по всему миру оборудование является тоже 2D, а по данным за 2019 год – 500 миллионов камер. Поэтому основной спрос – это 2D системы распознавания лиц.

А как известно спрос формирует предложение, что заставляет разработчиков прикладывать максимально усилия на совершенствование 2D технологии. Усилия приносят разные результаты, например один из таких результатов является создания трехмерной модели лица на основе 2D изображения. Университеты Ноттингема и Кингстона показали проект по 3D-реконструкции лиц с помощью лишь одного единственного изображения. Нейросеть, через которую прошло множество людей или обычных портретов воссоздает объемные изображения людей на основе одного двумерного изображения лица.

##### *3D-распознавание лиц*

Технология 3D распознавания производится по реконструированным трехмерным образам. Как правило 3D распознавания лиц имеет более высокие качественные характеристики, но не является идеальной.

Существует несколько разных технологий 3D сканирования. Это лазерные сканеры с оценением дальности от сканера до элементов поверхности объектов, специальные сканеры со структурированной подсветкой поверхности объекта и обработкой изгибов полос, также это могут быть сканеры, которые обрабатывают фотограмметрическим методом синхронные стереопары изображений лиц.

Одним из главных изученных потребителями и экспертами 3D сканеров является популярный Face ID, производства компании Apple. Использование Face ID очень интересно и показательно, так как по сути это единственное устройство с технологией 3D распознавания выпущенное на массовый рынок.

3D технология от компании Apple одна в мире использует вертикально-излучающие лазеры (VCSEL), по данным компания потршила на разработку Face ID от 1,5 до 2 миллиардов долларов. Главным поставщиком VCSEL для компании Apple являются две фирмы Finisar Corp и Lumentum Holdings. И судя по тому что другие 3D технологии, не могут показать такой же эффективной работы как Face ID, то разблокировка по лицу на смартфонах на Android, появится в массовом производстве не скоро.

#### *Распознавание по текстуре кожи лица*

Изображения с высоким разрешением это еще один фактор в совершенствовании технологии распознавания лиц, именно при помощи высокого разрешения стало возможно очень подробно анализировать текстуры кожи.

При таких анализах определенная область кожи лица, захватывается как изображение, а затем разбивается на более мелкие части, которые превращаются в математические измеримые пространства, в которых записываются линии, поры и фактическая текстура кожи.

Технология может идентифицировать различия между близнецами или родственниками, что на данный момент невозможно использовать с помощью программного обеспечения для распознавания лиц. Если объединить распознавание лица с анализом текстуры, точность идентификация увеличиться.

#### *Распознавание по тепловизионному изображению лица*

Использование тепловизионных камер, чтобы распознавать лица на данный момент считается перспективным направлением, но готовых компаний для внедрения коммерческих решений сейчас нет.

Технология перспективна тем, что позволяет скрыть слабые места 2D-распознавания.

- Распознавания лиц в ночное время или в условиях недостаточного освещения
- Макияж, прическа, борода, шляпа, очки – не будет являться проблемой для тепловизионных камер

- Позволяют распознавать близнецов

Можно выделить два направления, в которых ведется разработка:

- Идентификация по созданным заранее термограммам идентифицированных лиц. Но тут проблемы такие же, как и с 3D-распознавание, готовых баз данных эталонов нет, а оборудование на много дороже.

#### *Распознавание транспортных средств и движение людей*

Распознавание номеров транспортных средств во многих случаях может сделать жизнь автолюбителей проще и комфортнее. На парковках и терминалах платных дорог система позволяет определить, сколько времени автомобиль пребывал в платной зоне и автоматически проверит была ли произведена оплаты. При заезде в закрытую зону автоматически открывается шлагбаум. Владельцы автомоек смогут регистрировать все автомобили которые прошли через мойку и исключат возможность работы мойщиков мимо кассы. По итогу такие приложения представляют интерес как в качестве частных решений, так и в качестве опций в проектах по внедрению СКУД. Одна из таких систем является «Автомаршал».

Распознавание движения людей одна из сложнейших функций видеоаналитики. Эта задача – крайне актуальная. Вовремя обнаруживать такую ситуацию важно и при охране различных объектов, и, в меньшей степени, при мониторинге городской среды.

За подобной ситуацией в видеоаналитике закрепился термин «праздношатание», происходящий от его английского эквивалента Loitering. Само это слово должно было бы относиться, скорее, к внешне бесцельному перемещению человека «взад-вперёд» на ограниченной территории. Однако в видеоаналитике так обозначают функцию автоматического обнаружения объекта, который долго находится на одном месте, а не «слоняется» или «блуждает».

Автоматическое обнаружение пребывания объекта в выделенной области сверх заданного времени – сложная задача. Система должна постоянно следить за каждым объектом в кадре. Пользователь задаёт участок в кадре и время, в течение которого каждый объект может находиться в пределах этого участка. Если время превышено, подаётся сигнал тревоги. Как и другие интеллектуальные функции системы видеонаблюдения, эта функция основана на анализе видеоизображения, который реализуется в процессоре камеры.

#### *Производители оборудования с интегрированными алгоритмами распознавания лиц*

Мировые производители оборудования с интегрированными алгоритмами распознавания лиц на рынке представлены такими странами, как Китай (Hikvision Digital Technology, Uniview Technologies), США (Flir Systems), Корея (Uniview Technologies), Нидерланды (Tkh Group (Vision & Security Systems)) и др.

#### Компания House Control – «Face Intellect»

Специализируется на промышленных системах безопасности и идентификации лиц. Использует популярный алгоритм с открытым кодом, написанный еще несколько лет назад. Программа универсальна и адаптируется к большинству моделей аналоговых и цифровых видеокамер. Для качественного распознавания потребуется статичность объекта хотя бы на несколько секунд, поэтому важно правильно установить видеокамеру. Оптимальное место – позади турникета. Здесь программа показывает наиболее качественное распознавание.

#### Компания Vocord – «Vocord Facecontrol»

Компания работает уже 20 лет, специализируясь на программах и системах безопасности с нестандартными параметрами. Эта программа – уникальна, так как является собственной разработкой фирмы. От других программ со схожими задачами она отличается широкими возможностями, которые предлагает оператору:

- о камера выхватывает лица, имеющиеся в базе, из пешеходного потока высокой плотности,
- о идентифицирует пол и возраст объекта,
- о выводит оператору предупреждения на экран, причем делит их на разные категории в зависимости от типа объекта, которого ему присвоила система,
- о процесс распознавания идет в режиме реального времени,
- о предлагает оператору составить аналитический отчет по проделанной работе,
- о осуществляет поиск по базе лиц и в архиве.

#### Камеры видеонаблюдения со встроенным распознаванием лиц

Умные камеры со встроенными алгоритмами распознавания лиц являются одним из самых передовых в отрасли. Они позволяют обрабатывать видеопоток непосредственно на самой камере, а на сервер отправлять обработанные метаданные.

Конструктивно представляет собой двухлинзовую камеру с бинокулярной стереофонической технологией, которая считывает большое количество характеристик лица для более точного распознавания. Камера автоматически захватывает выбирает и выводит оптимальное изображение лица человека. Поддерживается настройка активации тревоги по идентифицированному лицу, автоматически переключается между режимами дневной и ночной съемки. Инфракрасная подсветка.

Память видеорегистратора рассчитана на 16 библиотек снимков людей (всего до 100 000 фото). Видеорегистратор поддерживает Smart-функции по поиску похожих людей,

анализу поведения, обнаружения лиц и автомобилей. Есть возможность работы с тепловизорами, обнаружение огня, морских судов, измерение температуры, ведение статистики камер тепловых карт и подсчета посетителей. iDS-96128NXI-I16 способен обнаруживать людей на 32 каналах, и моделировать лица со скоростью 64 фото в секунду.

Face capture - это программное приложение, которое автоматически захватывает лица из цифрового изображения или видеофрагмента из видеоисточника. Камеры Dahua используют усовершенствованные алгоритмы Deep Learning, что позволяет камере быстро и точно распознавать и сопоставлять лица.

#### *Межкамерный трекинг*

Межкамерный трекинг — это функция видеоанализа, которая позволяет определить траекторию передвижения человека по охраняемому объекту с помощью камер видеонаблюдения. То есть она позволяет отследить путь человека, исходя из полученных изображений его с каждой камеры.

Технология межкамерного трекинга основывается на технологии индексирования объектов и поиска человека по приметам. Она производит поиск в видеоархиве нужных объектов по заданным оператором приметам. Это может быть цвет одежды, лицо человека или другие особенные приметы.

После задания параметров поиска результаты выводятся в виде последовательности изображений. После чего выбирается нужный объект и просматривается видео из архива с отображением объекта с каждой камеры.

Межкамерный трекинг не только повышает уровень безопасности на охраняемых объектах, но и играет огромную роль в расследовании чрезвычайных ситуаций. Также многие руководители используют его для мониторинга работы сотрудников предприятий, что повышает трудовую дисциплину и производительность труда работников.

#### *Идентификация автотранспорта*

Классификация объектов - одна из сложнейших задач для современной видеоаналитики. Наиболее частое применение — обнаружение неправильной парковки.

Современный город, или современное предприятие, особенно торговое - это масса зон где парковка и остановка запрещена. Недаром в любом городе вы найдете множество мест с табличками о том, что парковка запрещена. Но они как правило не работают.

Компания Bosch - один из лидеров в области систем безопасности, и крупнейший поставщик, как оборудования так и программных решений.

Essential Video Analytics 6.60 от Bosch является оптимальным решением, когда требуется надежный анализ видео для малых и средних предприятий, крупных розничных магазинов, складов и коммерческих учреждений. Эта система программного обеспечения не только надежно определяет, отслеживает и анализирует движущиеся объекты, но еще и подавляет помехи, которые могут вызывать ложные тревоги. Доступны расширенные функции, такие как пересечение нескольких линий, праздношатание, оценка плотности скопления людей, а также подсчет отдельных людей. При поиске объекта можно задать фильтр по размеру, скорости, направлению, соотношению сторон и цвету. В откалиброванных камерах система ПО автоматически различает типы объектов: человек, машина, велосипед и грузовик. В Essential Video Analytics 6.60 удобство настройки повышено благодаря наличию параметров сценария по умолчанию и возможности комбинирования полей тревог с помощью пользовательского интерфейса. Это позволяет регистрировать всю информацию об объекте и изменять правила даже после того, как запись произведена, для выполнения полностью настраиваемого поиска в архиве.

#### *Случайный выбор человека для проверки*

Как известно даже самая лучшая служба безопасности не может быть беспристрастна, т.к. даже там работают люди. А интеллектуальная видеоаналитика может.

Программное обеспечение для случайного выбора и проверки людей в режиме реального времени Axis Random Selector.

Рандомизатор проверки людей в кадре, установленный на камеру AXIS, случайно реагирует на одного из людей в кадре, предлагая его проверить. Это может быть как личный досмотр с помощью например металлодетектора. Так и любая иная проверка персонала.

Камера устанавливается на потолке и случайным образом выбирает для проверки среди людей проходящих через зону детекции. Это может быть зона перед дверью, турникетом, или любая иная зона спроектированная для целевого прохода людей.

Регулярные проверки персонала, один из эффективных видов борьбы с кражами, большая часть которых, увы, приходится на сотрудников.

#### *Технология маскирования людей*

Защита персональных данных приходит в отрасль систем видеонаблюдения. И следом приходят продукты позволяющие соблюдать законы о защите персональных данных, в первую очередь речь идет об изображении человека, которое кстати относится к биометрическим персональным данным, к которым закон предъявляет особые требования по их защите.

У разных вендоров несколько разная реализация, но суть одна – изображение человека размывается до неузнаваемости, и именно с таким видеорядом работают рядовые операторы. Кстати видео с камер как правило утекают, с помощью смартфона которым просто снимается экран монитора с видеороликом проигрываем из видеоархива. Так теперь с помощью технологии маскирования даже если видео и утечет в сеть не произойдет нарушения законодательства так как на видео будет невозможно идентифицировать людей. В то же время при необходимости, пароль администратора позволяет, убрать размытие и произвести идентификацию любых людей попавших на видео.

#### *Детектор пустых полок*

Страшный сон любого управляющего розничным магазином – это пустая витрина, ведь если товара нет на витрине, то его как бы вообще нет, так его покупатель, не видя его, просто лишен возможности его купить.

Но теперь есть софт способный сравнивать заполненные полки «эталонные» с полками на которых тот или иной товар отсутствует. И как только программное обеспечение задетектит пустое место, оно информирует вас, в режиме онлайн. А вы уже предпринимаете действия не только к тому чтобы исправить текущую ситуацию, но и чтобы такого не происходило вновь.

Также вы можете задать граничный процент наполненности полки, при котором будет приходить уведомление, чтобы избежать избыточных сообщений.

#### *Детектор скопления людей*

Позволяет вовремя обнаружить и самое главное предотвратить множество событий, предиктором которых является массовое скопление людей. Например, массовые беспорядки, массовые драки, угроза создания давки, столпотворения и много другого нехорошего. Когда много людей в одном месте как правило это не к добру, и как минимум требует внимания.

Детектор автоматически оповещает оператора, если количество людей в зоне превышает заданное пороговое значение.

Можно использовать и в помещении, но чаще конечно используется на улицах города, площадях, парках, вокзалах, подземных переходах, метрополитене, в торговых комплексах, учебных заведениях и в других общественных местах.

#### *Детектор строительных касок*

Детектор предназначен для оперативного реагирования на появление в кадре человека без каски на голове. При срабатывании детектора выводится тревожное оповещение.

В результате внедрения гарантированно получите значительное повышение трудовой дисциплины и снижение количества несчастных случаев.

Так же софт позволит прогнозировать уровень промышленной безопасности, и мгновенно реагировать для недопущения несчастных случаев.

#### *Обнаружение парного прохода*

Странная формулировка «обнаружение парного прохода» обозначает программный детектор, который используется для предотвращения несанкционированного прохода нескольких лиц по одному пропуску. Проход двух человек по одному пропуску - одна из серьезных проблем систем контроля доступа. Суть проста – первый человек прикладывает пропуск и дверь или турникет разблокируется для прохода, второй человек не имеет пропуска и идет «паровозиком» придерживая рукой уже открытую дверь.

Видеоаналитика способная обнаруживать и уведомлять о случаях парного прохода. Как правило, отслеживает проход более одного человека в течение заданного промежутка времени.

## **Раздел 5 Внедрение видеоаналитики и применение систем с искусственным интеллектом**

*Видеоаналитика с глубоким обучением, основанном на нейронных сетях.*

Видеоаналитика — технология, использующая методы компьютерного зрения для автоматизированного получения различных данных на основании анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени или из архивных записей. Видеоаналитика представляет собой программное обеспечение (ПО) для работы с видеоконтентом. В основе программного обеспечения лежит комплекс алгоритмов машинного зрения, позволяющих вести видеомониторинг и производить анализ данных без прямого участия человека. Алгоритмы видеоаналитики могут быть интегрированы в различные бизнес-системы, чаще всего используются в видеонаблюдении и других сферах безопасности.

Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы.

Глубокое обучение считается последним этапом развития искусственного интеллекта. Применяется в различных отраслях промышленности, чтобы помочь компьютерам лучше понимать и оценивать различные ситуации.

*Понятие машинного обучения.*

Машинное обучение (Machine Learning) — обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Различают два типа обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами.

Машинное обучение находится на стыке математической статистики, методов оптимизации и классических математических дисциплин, но имеет также и собственную специфику, связанную с проблемами вычислительной эффективности и переобучения. Многие методы индуктивного обучения разрабатывались как альтернатива классическим статистическим подходам. Многие методы тесно связаны с извлечением информации и интеллектуальным анализом данных (Data Mining).

Наиболее теоретические разделы машинного обучения объединены в отдельное направление, теорию вычислительного обучения (Computational Learning Theory, COLT).

Машинное обучение — не только математическая, но и практическая, инженерная дисциплина. Чистая теория, как правило, не приводит сразу к методам и алгоритмам, применимым на практике. Чтобы заставить их хорошо работать, приходится изобретать дополнительные эвристики, компенсирующие несоответствие сделанных в теории предположений условиям реальных задач. Практически ни одно исследование в машинном обучении не обходится без эксперимента на модельных или реальных данных, подтверждающего практическую работоспособность метода.

### *Системы с глубоким обучением.*

Глубокое обучение – технология глубокого обучения, которая применяется в IP камерах Hikvision DeepinView и NVR серии DeepinMind.

Разработчики технологии основывались на особенностях человеческого мозга – построении его нейросетей, процессах обучения и памяти, пытаясь использовать принципы их работы и моделируя структуру миллиардов взаимосвязанных нейронов. В результате этого, «глубокое обучение» представляет собой поэтапный процесс, похожий на процесс обучения человека.

В 2017 году компания Hikvision выпустила первый в мире IP видеорегистратор со встроенной способностью к глубокому обучению, что позволило получить довольно точный фильтр ложных тревог, спровоцированных движением объектов, которые не представляют угрозы.

Также, технологию глубокого обучения производитель внедрил в сервер видеоаналитики DeepinMind и линейку сетевых видеокамер серии DeepinView. Все это интеллектуальное оборудование для систем видеонаблюдения может «учиться» распознавать разные объекты, попадающие в поле зрения камер видеонаблюдения.

#### *Роль обучения.*

Производительность глубокой нейронной сети определяется качеством и разнообразием изображений, используемых для обучения.

Представьте себе систему, которая была обучена распознавать людей, однако для обучения ей показывали только изображения балерин. Такая система, вероятно, не сможет распознать большинство обычных людей, потому что данные для обучения не были достаточно разнообразными. На самом деле, он может работать хуже, чем запрограммированная вручную простая система машинного обучения.

То есть объем данных для обучения имеет решающее значение, если вы возьмете программное обеспечение написанное гениальными программистами, но обученное на маленькой выборке. Или наоборот, написанное средними программистами, но обученное на гигантском объеме данных — именно оно и будет лучшим.

Получение изображений для обучения и их разметка может занять очень много времени.

Плохая новость заключается в том, что разработчики не разглашают, на каких выборках система была обучена. И тем более не публикуют наборы данных, используемые для обучения.

#### *Программное обеспечение для видеонаблюдения с глубоким обучением.*

У большинства разработчиков глубокое обучение используется только для отдельных типов видеоаналитики:

- 1 AgentVi
- 2 Aioe Labs
- 3 AvidBeam
- 4 Avigilon
- 5 Axxon - Распознавание лиц / Поиск в видеоархиве
- 6 BriefCam
- 7 Camio
- 8 Cognitec - Распознавание лиц
- 9 Dahua
- 10 Deep Science
- 11 Entropix
- 12 Geovision - Распознавание лиц
- 13 Herta - Распознавание лиц
- 14 HikVision
- 15 IntelliVision
- 16 IronYun

- 17 ISS
- 18 NEC - Анализ поведения и Распознавание лиц
- 19 NVIDIA
- 20 Movidius
- 21 Optigo
- 22 PatriotOne - Обнаружении оружия
- 23 PlateSmart
- 24 Puretech
- 25 Qognify - Поиск в видеоархиве
- 26 Sighthound

*Глубокое обучение, используемое для отдельных типов видеоаналитики.*

#### *Ситуационная видеоаналитика*

Применяется для распознавания ситуаций, которые изначально прописаны, как недопустимые и требующие вмешательства.

К ситуационной аналитике относится два подтипа — периметральная и многокамерная видеоаналитика.

Периметральная видеоаналитика, такая аналитика используется для анализа ситуации на протяженных участках объектов и периметров. Главная ее цель проанализировать и предупредить охрану о проникновении через ограждение на территорию объекта посторонних лиц.

Как правило по умолчанию предполагается отсутствие посторонних объектов по периметру. Поэтому периметр еще часто называют стерильной зоной. Однако при обнаружении в этой зоне человека или любого другого движущегося объекта система защиты периметра срабатывает сигнал тревоги. При этом система настраивается так, чтобы она не срабатывала при движении по стерильной зоне теней, деревьев, животных, деревьев и т.д.

Многокамерная видеоаналитика применяется в общественных местах для охраны порядка или сбора различных данных. Применяется в том случае, если зона обзора камер достаточно велика и необходим контроль за происходящими в ней событиями. Такая аналитика позволяет выявлять взаимосвязи между движущимися объектами и различными событиями, зафиксированных в различное время на разных камерах. Она также дает возможность собирать статистические данные с большого количества камер.

#### *Бизнес-аналитика*

Такая аналитика используется для управления компанией, оценки персонала, оптимизации бизнеса и исследований клиентуры. Данные, получаемые с камер обобщаются и анализируются с целью регулирования различных аспектов бизнеса.

Такая аналитика позволяет снизить издержки, оптимизировать работу служащих, осуществлять контроль операций с клиентами и т.д. Это поможет выявить ошибки, нарушения и недобросовестную работу отдельных подчиненных и многое другое.

Также бизнес-аналитика объединит в одно целое самые разные данные, что позволит оптимизировать график работы служащих, эффективность бизнеса, рекламы, увеличит объемы продаж, снизит потери и повысит качество обслуживания клиентов.

#### *Биометрическая видеоаналитика*

С ее помощью можно провести анализ посетителей по биометрическим признакам человеческого лица.

Она обнаруживает и автоматически выделяет из толпы изображения лиц для распознавания и идентификации по биометрическим параметрам, заранее вложенным в систему видеонаблюдения. Это дает возможность заранее пресечь деятельность нежелательных посетителей, обнаружить преступников, находящихся в розыске, и заложенных в биометрическую базу данных и т.д.

С помощью средств биометрической видеоаналитики можно создать базу данных посетителей, отсортировать их по разным категориям вплоть для опасных и нежелательных

Современные модули биометрической аналитики весьма продуктивны. Они четко распознают одного и того же человека вне зависимости от того, сменил ли он стрижку, надел ли солнцезащитные очки или головной убор, а то и вовсе заgrimировался до неузнаваемости. Такой точности в определении биометрики современные системы добились благодаря использованию при анализе 3D-моделирования.

#### *Технологическая видеоаналитика*

Используется для слежения за различными технологическими процессами, что дает возможность повысить качество продукции и производительность производства.

Она позволяет мгновенно выявить дефект заготовки еще на ранней стадии ее обработки, делает работу автоматических станков и оборудования более точной и быстрой.

Этот вид видеоаналитики, который еще называют машинным зрением, используется на сборочных конвейерах или и на стадии контроля готовой продукции.

Программное обеспечение систем машинного зрения анализирует поступающее с камер видео и передает его оператору или АСУ ТП для управления производственным процессом. Технологическая видеоаналитика особенно востребована, когда объем, сложность или скорость получаемой информации не доступна для быстрой обработки оператором.

#### *Комплексная видеоаналитика*

Огромное количество информационных потоков в наши дни, а также повышенные требования к безопасности объектов привело к появлению комплексных систем, позволяющих производить обмен информацией между системами видеонаблюдения, СКУД и электронным документооборотом.

Объединение различных систем в одно целое позволяет более полно контролировать безопасность, объединяя информацию, получаемую с камер видеонаблюдения с информацией из СКУД и архивными данными.

Интеграция систем позволяет проводить полный анализ ситуации, оперативно выявлять нарушения и реагировать на них.

Таким образом на предприятии создается база информационной документации, позволяющая в онлайн режиме осуществлять обмен данными между различными отделами и службами.

#### *VSaaS как технологии видеонаблюдения будущего.*

За последние 15 лет видеонаблюдение сильно изменилось. Мы перешли с аналоговых камер на цифровые, разрешение матриц значительно увеличилось, стала лучше автонастройка контрастности и освещенности. Камеры теперь настраиваются в облаке – там же легко хранить видео и запускать модули видеоаналитики.

Объем мирового рынка VSaaS растёт со скоростью 22% ежегодно и к 2022 году достигнет \$6 млрд. Пропускная способность сети и затраты на трафик по-прежнему остаются барьером, но в ближайшие годы почти все системы перейдут на облачные решения. Причин у доминирования облаков несколько, но главное, что VSaaS — это намного больше, чем просто видеонаблюдение.

Многие в отрасли задаются вопросом, какие глобальные перемены ждут нас в ближайшие 5-7 лет. Скорее всего, привычные нам сейчас системы станут выглядеть иначе. Полагаясь на некоторые последние тренды, мы можем уже сейчас визуализировать картину VSaaS-решений ближайшего будущего.

#### *Видеоаналитика и новые алгоритмы*

Неточность алгоритмов, большие требования к «железу», высокая стоимость и сложность конечного использования долгие годы сдерживали развитие аналитических модулей. Обучение нейросетей тормозилось качеством самого видео. Дошло до того, что некоторые компании нанимали актеров для съемки обучающих роликов с постановкой противоправных действий.

Новые методы глубокого обучения позволили нам анализировать видеоданные быстрее и дешевле, чем когда-либо прежде. Видеоаналитика стала доступной и в домашних камерах, и

для бизнеса. Сервис Ivideon, например, предлагает систему распознавания лиц для бизнеса по цене от 1700 рублей за камеру.

Распознавание лиц – это только начало. Мы уже видим первые результаты объединения слабого (пока еще) искусственного интеллекта с системами видеонаблюдения. В проекте IC Realtime Ella ИИ используется для анализа видеопотока и мгновенного поиска. Ella может распознавать сотни тысяч запросов на естественном языке, позволяя пользователям искать кадры с указанными объектами: животных, людей в одежде определенного цвета или даже отдельные марки автомобилей.

В статье «Глаз в небе» исследователи описывают систему, в которой видеоданные с квадрокоптера анализируются нейросетью, обученной с использованием глубокого обучения оценивать позы людей и сопоставлять их с позами, которые исследователи обозначили как «насильственные». В проект включили пять поз: удушение, удары руками и ногами, стрельба и удары ножом. Ученые надеются, что «глаз в небе» будет использоваться для выявления преступлений в общественных местах и на крупных мероприятиях.

Хотя методы глубокого обучения помогли определять человека в потоке видео, пока сложно сделать шаг к «идеальным» алгоритмам. Поэтому системы, выявляющие преступников, так несовершенны. Машине сложно понять, кто перед ней, преступник или доброжелательный человек, который просто решил обнять друга. На данный момент система работает с точностью 94 % в определении «насильственных» поз, но чем больше людей появляется в кадре, тем ниже этот показатель – точность снизилась до 79 % при одновременном анализе действий 10 человек.

Темпы технического прогресса не оставляют места для сомнений – к 2025 году точность приблизится к 100 % на любом количестве людей в толпе. Возможности по распознаванию противоправных действий снизят количество специального персонала (полиции, охранников), тем самым значительно нивелируя человеческий фактор применительно к контролю сложных общественных ситуаций.

Алгоритмы также помогают совершенствовать работу даже устаревшего «железа». Команда ученых представила алгоритм «вычислительной перископии», который позволяет любой IP-камере в прямом смысле «заглянуть за угол». В основе алгоритма лежит анализ теней объекта, отброшенных на любую поверхность.

Для получения изображения объекта, находящегося за углом, алгоритму требуется изображение поверхности, на которую падает тень от объекта. На данный момент для «вычисления» изображения «из-за угла», потребуются лишь обычный компьютер, который сделает все необходимые расчеты не более чем за 48 секунд. Компьютеры более высокой мощности справятся с этой задачей ещё быстрее.

#### *Доступ для различных устройств*

VSaaS открывает доступ к изображениям с камер и информационным уведомлениям с компьютеров и с мобильных устройств, но самое главное – объединяет разные виды оборудования. Вы можете подключить к облаку IP-камеры, старые аналоговые камеры, тепловые камеры, всевозможные датчики. Камеры при этом располагаются стационарно, на борту кораблей, в грузовиках, даже на дронах.

В то время как многие производители пытаются сделать свои камеры «более умными», VSaaS-решения позволяют «модернизировать» любые существующие камеры, для которых требуется только подключение к Интернету. Именно поэтому мы эффективно помогаем модернизировать любой объект для наблюдения. Владелец бизнеса не тратит огромные деньги на создании системы с нуля. Старые аналоговые камеры работают в связке с самым совершенным на сегодняшний день оборудованием – 4К-камерами.

Производители камер только недавно начали продавать устройства с поддержкой 4К. Не в последнюю очередь потому, что хранить видео такого разрешения трудно. К счастью, в облачном сервисе ограничение ставится на глубину архива по времени, а не в терабайтах.

С появлением 4К-видеонаблюдения можно экономить на самом оборудовании – одна камера высокой четкости способна заменить несколько обычных камер. UHD также

открывает больше возможностей для зума, технологий распознавания лиц и номерных знаков. 4K-качество и другие форматы обработки видео, такие как H.265, по-видимому, будут следующим шагом в отрасли.

Выше мы упоминали алгоритм, который помогает камере буквально видеть, что происходит за углом. Ученые из Шотландии решили эту задачу на уровне «железа». Система представляет собой набор из двух приборов – «фотонной пушки», которой ученые обстреливали пол и стену, расположенные на противоположной стороне от угла, и специальной светочувствительной матрицы на базе лавинных фотодиодов, распознающих даже одиночные фотоны и преобразующие свет в электрический сигнал за счет фотоэффекта.

Фотоны из луча пушки, отражаясь от поверхности стены и пола, сталкиваются и отражаются от поверхности всех предметов, которые находятся за стеной. Часть из них попадает в детектор, отразившись еще раз от стены, что позволяет, опираясь на время движения луча, определять положение, форму и вид того, что прячется за углом.

Это решение еще на шаг приближает нас к будущему, в котором камеры станут настоящим всевидящими.

#### *Масштабируемость*

Добавление большего количества камер увеличивает количество собираемых видеоданных, но приводит к уменьшению полезной информации. Другими словами, подавляющее большинство записанных видеоданных никогда не просматривается. Это не из-за отсутствия интересного контента – скорее, из-за постепенного снижения концентрации внимания человека.

В будущем люди перестанут постоянно смотреть в монитор. Облачные системы начнут полностью контролировать сами себя. Люди будут получать только информацию, которая действительно имеет для них значение. С точки зрения обслуживания система с 10 тыс. камер перестанет отличаться от системы из 10 распределенных камер.

Уже сейчас облачные сервисы видеонаблюдения позволяют строить распределенные системы с любым количеством подключенных объектов и оборудования, при этом все трансляции с удаленных объектов представлены в едином личном кабинете. Пользователь может через облако распределять права доступа к сотням камерам одновременно, менять настройки, обращаться к архиву и подключать модули видеоаналитики.

Пожалуй, единственным моментом, который сложно поддается оптимизации, остается монтаж систем, но и здесь есть место для прогресса. Благодаря достижениям в области беспроводной передачи данных, камерам сегодня не нужны физические сетевые подключения. Тем не менее, камеры по-прежнему нуждаются в питании.

Существующие решения с автономными источниками питания (например, солнечные батареи) для действительно беспроводных систем широко не применяются, и у них все еще есть свои ограничения – стоимость, размер и, в конечном счете, зависимость от самого Солнца.

Сегодня создается технология питания через Wi-Fi и другие беспроводные решения – в будущем появятся полностью беспроводные камеры. И не будем забывать про роботов – команды автономных устройств могут действовать как единое целое. Эти группы со множеством камер могут использоваться для наблюдения и сбора информации, а также на опасных работах, где присутствие человека нежелательно.

Роботами могут быть беспилотники, автономные наземные машины или даже гуманоидные устройства, идущие сквозь толпу. Если у вас есть роботы, которые взаимодействуют между собой, вы можете ставить перед ними любую задачу: наблюдение, мониторинг безопасности, информирование о ситуации.

#### *NVR*

При использовании IP-камер запись настраивается на SD-карту или сервер. Но на карту много не запишешь. Ею могут завладеть злоумышленники и информация, которая принадлежит вам, будет безвозвратно утеряна. Запись на сервер имеет свои минусы: сбой, ошибки, сторонние процессы, перегружающие систему и т.д.

Чтобы избежать этих проблем и решить задачу управления, настройки и записи IP-камер, придумали устройство NVR.

NVR – цифровой видеорегиистратор, предназначенный для работы с IP-камерами по витой паре (компьютерным кабелем).

#### Преимущества NVR

- Простой процесс монтажа. Как уже было отмечено, видеорегиистраторы подключаются к сети. Устройство может быть расположено в любом месте, если оно будет расположено в той же сети, к которой подключены и IP-камеры видеонаблюдения.
- Простое подключение к кабелю. Все, что необходимо для подключения к IP-видеорегиистратору NVR – это маршрутизатор и PoE коммутатор.
- Высокое разрешение. Подобные регистраторы работают с цифровыми камерами видеонаблюдения, что будет обеспечивать прекрасное качество съемки.
- Дальность подключения. Цифровая камера видеонаблюдения может находиться на большом расстоянии от IP-видеокамеры, если подключается через интернет. Также вы сможете следить за всем происходящим на объекте в режиме онлайн.

#### Недостатки NVR

- Сигнал неустойчивый. Данный регистратор напрямую зависит от стабильности работы интернета, поэтому видеонаблюдение может прекратиться, если будет потерян сигнал, либо будет испорчено качество записи. На эффективность работы могут влиять сторонние электронные устройства. Может блокироваться сигнал через различные преграды, например, толстые стены.
- Сложности с совместимостью. Не все цифровые камеры видеонаблюдения могут работать с любыми NVR. Важно, чтобы устройство поддерживало одинаковые форматы, иначе они не смогут синхронизироваться.

#### Преимущества VSaaS

- Достоинства облачного хранилища воплощают недостатки NVR. Во-первых, для работы с облачным хранилищем пользователю не нужно приобретать оборудование для записи видео или специальное ПО. Все что необходимо – достаточное количество камер, сетевой коммутатор и стабильное подключение к интернету. Это позволяет существенно снизить затраты на внедрение видеонаблюдения.
- Во-вторых, с VSaaS безопасность информации и надежность системы становятся меньшими проблемами для клиента, так как обслуживание ПО берет на себя провайдер VSaaS-услуги. «Поскольку установка сервера на месте и настройка системы не требуются, пользователям не нужно беспокоиться о поломках оборудования, обновлениях и переадресации портов», – считает Дхананджай Бирвадкар, директор по внутренней безопасности и умному городу в MitKat Advisory Services. Помимо этого, VSaaS использует сквозное шифрование и хранит несколько зашифрованных копий, поэтому является кибербезопасным решением для хранения данных.
- В-третьих, VSaaS является гибким решением, которое позволяет масштабировать видеосистему в зависимости от текущих задач видеонаблюдения. Например, с помощью облачного решения легко усилить контроль определенной зоны, добавив новые камеры и подключив их к хранилищу.

#### Недостатки VSaaS

- Данные решения также имеют и недостатки. Первое вытекает из их сути – необходимость надежного интернет-соединения без перебоев и отключений. Если камера не имеет возможности записи на карту памяти, подключение к интернету должно быть стабильным и постоянным. Это влечет за собой существенный минус – затраты на обеспечение резервного хранения видеоданных и связанная с этим повышенная стоимость первоначальной установки.
- Второй минус – высокая требуемая пропускная способность сети, при этом ежемесячные затраты при большом количестве камер могут быть огромными. В связи с

ограничением полосы пропускания может потребоваться снизить качество изображения и скорость записи.

- Третьим минусом следует назвать нестабильность функционала и качества обслуживания от поставщика к поставщику, поскольку технология VSaaS является более новой на рынке, по сравнению с давно используемой архитектурой NVR, и не имеет единых стандартов.

#### *Гибридное решение*

Что выбирать, решать только пользователям. Однако сегодня есть альтернатива обоим вариантам, которую рассматривает все больше пользователей, – гибридное решение, сочетающее в себе как элементы NVR, так и элементы облачной архитектуры. Гибридное решение, к примеру, позволяет использовать NVR для круглосуточной записи, с резервным копированием и дополнительной, или наоборот, основной записью событий в облако. Это гарантирует, что ключевые записи не будут потеряны в случае выхода из строя сетевого видеорегистратора.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРНИЦКОГО

## Пример презентационного материала для проведения занятия

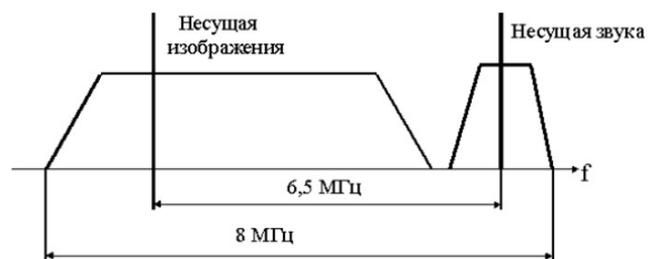


Система видеонаблюдения (с англ.: CCTV - Closed Circuit TeleVision)- это технология наблюдения, с использованием разнообразных технических средств, предназначенная для слежения за определенной территорией, лицами. Типичная система видеонаблюдения состоит из видеокамер, устройства отображения информации, устройства видеозаписи информации (видеорегистратора, спецвидеомагнитофона) и источника питания. Также в состав системы могут входить устройства подсветки, поворотные устройства.



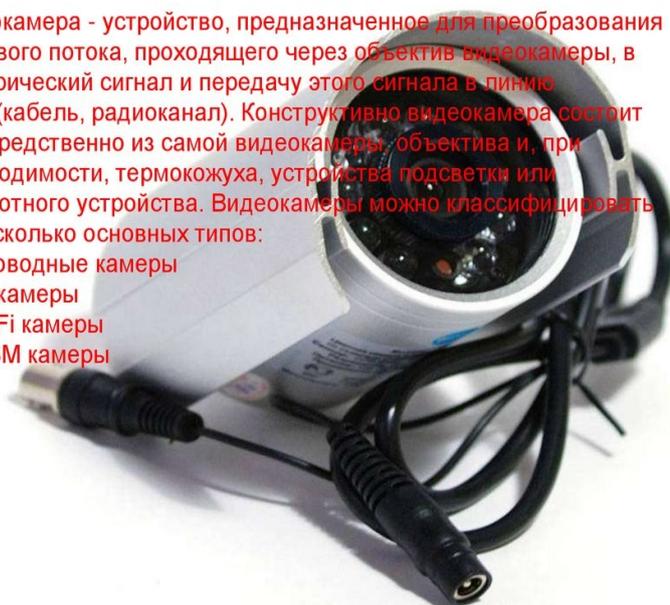
## Спектр видеосигнала и аудиосигнала

- Текст слайда



Видеокамера - устройство, предназначенное для преобразования светового потока, проходящего через объектив видеокамеры, в электрический сигнал и передачу этого сигнала в линию связи(кабель, радиоканал). Конструктивно видеокамера состоит непосредственно из самой видеокамеры, объектива и, при необходимости, термокожуха, устройства подсветки или поворотного устройства. Видеокамеры можно классифицировать на несколько основных типов:

- проводные камеры
- IP камеры
- WiFi камеры
- GSM камеры



### Проводные камеры

Проводные камеры являются функционально простейшими в этой линейке устройств и используют для передачи видеосигнала через обычный кабель.



### IP камеры

IP камеры используются для передачи данных через проводные цифровые сети. Они содержат встроенный web-сервер и предназначены для передачи данных через локальные компьютерные сети, а также сеть Интернет.



## WiFi камеры

**WiFi** камера представляет из себя **IP** камеру конструктивно совмещенную с **WiFi** приемопередатчиком ("точкой доступа"). Предназначены для использования в радиоканальных компьютерных сетях, а также в тех случаях, когда прокладка кабеля затруднительна. Используются для построения беспроводных систем.



## GSM камеры

**GSM** камера является видеокamerой совмещенной с **GSM** передатчиком, то есть для передачи видеосигнала использует сети сотовой связи. Удобна для мобильного наблюдения, просмотра объектов через сотовый телефон.



Модульная



Купольная



Мини



Корпусная



Уличная



Управляемая

### 3 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

*Какие виды камер систем видеонаблюдения существуют.*

*Перечислите типы применяемых камер систем видеонаблюдения.*

*Назовите общие характеристики систем видеонаблюдения.*

*Оптика телевизионных систем.*

*Линзы как оптические элементы.*

*Частотно-контрастная характеристика и функция передачи модуляции. F и T числа.*

*Понятие глубины резкости.*

*Что такое фильтры нейтральной плотности.*

*Форматы изображений и объективов в системах видеонаблюдения.*

*Устройства обработки видеосигналов и видеозаписи.*

*Средства передачи видеосигнала.*

*Датчики в системах видеонаблюдения.*

*Датчики в СКУД системах.*

*Этапы проектирования систем видеонаблюдения различного назначения.*

*Основные понятия видеоаналитики.*

*Какие существуют виды видеоаналитики.*

*Перечислите сферы использования видеоаналитики.*

*Видеоаналитика на выделенном сервере.*

*Видеоаналитика на сетевом видеорекордере NVR.*

*Видеоаналитика устанавливаемая на камеру.*

*Аналитика встроенная в камеру.*

*Устройство со встроенной видеоаналитикой.*

*Видеоаналитика встроенная в видеорегистратор.*

*Видеоаналитика объединенная с программным обеспечением для видеонаблюдения.*

*Облачная видеоаналитика.*

*Серверная видеоаналитика.*

*Сервисная аналитика.*

*Видеоаналитика в видеокамерах.*

*Детекция движения в кадре.*

*Пересечение виртуальных линий.*

*Детекция вторжения в зону.*

*Детектор пропавших или оставленных предметов.*

*Распознавание автомобильных номеров.*

*Тепловая карта.*

*Детекция лиц.*

*Трансляция и запись частей изображения с камеры.*

*Подсчет людей.*

*Детекция дыма и огня.*

*Автотрекинг (Автосопровождение).*

*Антитуман.*

*Коридорный режим работы.*  
*Зоны Маскирования.*  
*Работа системы распознавания лиц.*  
*Технологии распознавания лиц.*  
*2D-распознавание*  
*3D-распознавание*  
*Распознавание по текстуре кожи лица*  
*Распознавание по тепловизионному изображению лица.*  
*ПО для распознавания лиц в системах видеонаблюдения.*  
*Качество программного обеспечения.*  
*Разработчики алгоритмов распознавания лиц.*  
*Разработчики программного обеспечения.*  
*Сервера для ПО для целей распознавания лиц.*  
*Поиск по фото похожих лиц в видеоархиве.*  
*Базы данных распознанных лиц.*  
*Оборудование для распознавания лиц в системах видеоаналитики.*  
*Сервера для ПО для целей распознавания лиц.*  
*IP-камеры для распознавания лиц.*  
*Производители оборудования с интегрированными алгоритмами распознавания лиц.*  
*Камеры видеонаблюдения со встроенным распознаванием лиц.*  
*Мультибиометрические терминалы для систем учета рабочего времени со встроенным распознаванием лиц.*  
*Оборудование для систем контроля доступа со встроенным распознаванием лиц (Устройство мультифакторной биометрической идентификации).*  
*Очки с системой распознавания лиц.*  
*Области применения систем распознавания лиц.*  
*Системы контроля доступа (СКУД).*  
*Распознавание лиц в транспорте.*  
*Учет рабочего времени.*  
*Распознавание лиц в толпе.*  
*Определение возраста.*  
*Определение пола.*  
*Подсчет уникальных посетителей.*  
*Авторизация.*  
*Платежные системы.*  
*Системы управления предприятием.*  
*Видеоаналитика в проприетарном ПО.*  
*Видеоаналитика с глубоким обучением, основанном на нейронных сетях.*  
*Понятие машинного обучения.*  
*Правильный выбор видеоаналитики.*  
*Критерии критичности: ложных срабатываний, пропуска детектируемого события, интеграции с другими системами безопасности.*  
*Мониторинг результатов работы видеоаналитики.*  
*Использование видеоаналитики как сочетания технологий и людей.*

*Мониторинг активности персонала.*

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ

#### 4 ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

**Лабораторная работа №1** Исследование эксплуатационно-технических характеристик IP-видеокамер.

**Лабораторная работа №2** Подключение и настройка IP видеокамер.

**Лабораторная работа №3** Подключение и настройка Wi-Fi видеокамер.

**Лабораторная работа №4** Обнаружение и проверка IP видеокамер в ЛВС с помощью анализатора.

**Лабораторная работа №5** Обнаружение и проверка Wi-Fi видеокамер в ЛВС с помощью Wi-Fi анализатора.

**Лабораторная работа №6** Удаленное подключение и управление видеокамерами (LLDP и CDP).

**Лабораторная работа №7** Расчет стоимости проекта с DVR.

**Лабораторная работа №8** Расчет стоимости проекта с NVR.

**Лабораторная работа №9** Расчет стоимости проекта с VSaaS.

**Лабораторная работа №10** Расчет сети видеонаблюдения для коттеджа с использованием современных технологий.

**Лабораторная работа №11** Определение зон динамического охвата камерами системы видеонаблюдения.

**Лабораторная работа №12** Мониторинг нагрузки сети видеонаблюдения при использовании СКС.

**Лабораторная работа №13** Установка и настройка сетевой системы видеонаблюдения с удаленным управлением бесплатным ПО.

#### 5 ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Практическая работа №1** Проектирование системы традиционного видеонаблюдения на аналоговых камерах.

**Практическая работа №2** Создание проекта сети видеонаблюдения на IVR.

**Практическая работа №3** Проектирование системы видеонаблюдения на DVR.

**Практическая работа №4** Создание проекта сети видеоаналитики на сетевом видеорекодере NVR.

**Практическая работа №5** Создание проекта сети видеоаналитики основанном на технологии VSaaS.

**Практическая работа №6** Документирование и паспортизация кабельной схемы сети видеонаблюдения.

# 5 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ (примеры)

1.4 Кто придумал первую в мире систему видеонаблюдения?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Эдвин Саттлер
- Вальтер Боук
- Камилла Смет
- Белл Эппсон

2.4 По типу выходного сигнала видеонаблюдеры подразделяются на?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Аналоговые и цифровые
- Цифровые
- Аналоговые

3.4 Отметьте вариант, с видеодетектором  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Камера заднего вида в автомобиле
- Видеонаблюдатель высокой четкости
- Служник
- Радар

4.4 Какая часть лица является наиболее важной при распознавании личности?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Нос
- Брови
- Губы
- Глаза

5.4 Какая страна наиболее успешна в распознавании лиц?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Китай
- Россия
- США
- Япония

6.4 Укажите устройство обработки сигнала  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Синхронизатор
- Видеокватор
- Видеоконтрактор
- Все ответы верны
- Карта видеосагата

7.4 Как называется технология с помощью которой можно проанализировать по лицу?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Sigma
- Microsoft
- SelfEye
- Такой технологии не существует

8.4 Это статистическая мера вероятности того, что два лица на изображении принадлежат одному и тому же человеку, при входе в сервис?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Порог схожести
- Оценка схожести
- Оценка идентичности
- Оценка аналитика

9.4 Что происходит с глубиной резкости (ГРИП) при увеличении фокусного расстояния?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- ГРИП уменьшается
- ГРИП пропадает
- ГРИП увеличивается
- ГРИП не изменяется

10.4 Объективы с переменным фокусным расстоянием, измененным вручную или дистанционно называются?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Гидрофокальные
- Монофокальные
- Варифокальные
- Дисторфокальные

11.4 Характеристика, демонстрирующая "плотность" лица на различную величину плоскости в линии/пл - это ...?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Частотно-контрастная характеристика
- Воль-антенная характеристика
- Параметр плоскости лица
- Амплитудно-частотная характеристика

12.4 Как по умолчанию происходит насиливание людей?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Динамическая маска применяется ко всему кадру
- Маска динамичности накладывается только на лица
- Маска накладывается вручную на записанный видео

13.4 От чего зависит стоимость камер видеонаблюдения?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Качество
- Дополнительный функционал (тепловой датчик, датчик движения и др.)
- Актуальность
- Все варианты верны

14.4 Выберите виды детекций в видеонаблюдении  
Баллов: 1  
Выберите по крайней мере один ответ:

- Движения
- Проверка инфракрасной защиты
- Пересечения линий
- Очердад
- Проверка в ультрафиолетовом свете

15.4 Первая компания, которая внедрила распознавание лица для оплаты в магазине?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- LG
- Samsung
- Target
- Walmart

16.4 Wide Dynamic Range это:  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Термин, используемый в индустрии камер наблюдения для обозначения изображений с высоким динамическим диапазоном
- Нет правильного ответа
- Технологии работы с изображениями и видео, диапазон яркости которых превышает возможности стандартных технологий

17.4 Как называется технология верификации от APPLE?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Face ID
- Face To Face
- Apple Face
- Нет правильного ответа
- Check ID

18.4 Какая минимальная частота кадров всего подходит для IP-камер?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Не более 30 кадров/сек
- Не менее 30 кадров/сек
- Нет правильного ответа
- Не более 60 кадров/сек
- Не менее 60 кадров/сек

19.4 Объективы с постоянным фокусным расстоянием называются?  
Баллов: 1  
Выберите один ответ.

- Гидрофокальные
- Варифокальные
- Дварифокальные
- Парварифокальные
- Монофокальные

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
ГГУ имени Ф. Скорины

\_\_\_\_\_ И.В. Семченко

\_\_\_\_\_  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_ / уч.

Модуль «Интеллектуальная обработка данных»:

**ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И ВИДЕОАНАЛИТИКИ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине

для специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций

Профилизация: Виртуализация сетевых сред

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта ОСВО 1-45 80 01-2019 и учебных планов по специальности высшего образования второй ступени (магистратура) 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций регистрационный № I 45-2-01/Д-19 от 09.04.2019 г. и № I 45-2-01/З-19 от 09.04.2019 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.Н. Кулинченко, старший преподаватель кафедры АСОИ

***РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:***

Кафедрой автоматизированных систем обработки информации  
(протокол № 11 от 14.04.2020);

Научно-методическим советом Учреждения образования «Гомельский  
государственный университет имени Франциска Скорины».  
(протокол № 6 от 20.05.2020);

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций является дисциплиной компонента учреждения высшего образования и изучается магистрантами второго года обучения модуля «Интеллектуальная обработка данных».

Актуальность изучения данной дисциплины продиктована практической необходимостью использования современных протоколов и интерфейсов дистанционного управления системами видеонаблюдения и видеоаналитики при использовании современного оборудования в виде гибридных IP-камер, локальных и облачных хранилищ видеоданных, а также программного обеспечения, позволяющего проводить оперативный анализ видеоданных с эффективным поиском необходимых объектов в видеорядах с использованием технологий нейронных сетей и искусственного интеллекта.

Необходимость дисциплины «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» обусловлена требованиями образовательного стандарта и учебного плана по специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

**знать:**

- основные принципы построения и функционирования систем видеоаналитики;
- базовые технологии построения систем видеоаналитики с использованием интеграции их в компьютерные сети;
- протоколы физического, канального, сетевого и транспортного уровней модели OSI;
- протоколы удаленного доступа к управлению сетевыми устройствами.
- функционирование систем видеонаблюдения и видеоаналитики совместно с системами пожарной и охранной сигнализации, системами контроля управления доступом в виде интегрированных высокоэффективных комплексов обеспечения безопасности объектов, персонала и посетителей.

**уметь:**

- получать доступ к сетевому устройству с открытым и авторизованным доступом;
- проводить базовую настройку сетевых устройств с использованием протоколов доступа к видеооборудованию;
- использовать универсальные и специализированные устройства диагностики и тестирования сети;
- организовывать централизованный и удаленный сбор видеоинформации на основных сетевых устройствах;
- измерять и анализировать медиатрафик в сетях, определять основные характеристики каналов связи;
- досконально разбираться в стандартах и технологиях, на которых основаны высокопроизводительные кабельные системы.

– демонстрируют свои знания в реальных рабочих условиях, используя технологии построения современных систем видеоаналитики для оперативного поиска и обнаружения необходимых объектов.

**должен владеть:**

– утилитами и командами работы с сетью для управления видеокамерами и другими устройствами сетевой видеосистемы;

– кабельными тестерами и рефлектометрами временной области;

– анализаторами протоколов сети;

– инновационными методами формирования, обработки, передачи, хранения и воспроизведения информации, разрабатывать алгоритмы и профессионально настраивать прикладное и специализированное программное обеспечение систем видеонаблюдения и видеоаналитики и сетей инфокоммуникаций.

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» формируются следующие компетенции:

СК-2 Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области систем и сетей инфокоммуникаций.

СК-3 Владение технологиями проектирования, обслуживания и сопровождения, а также паспортизации компьютерных систем.

СК-7 Владеть методами формирования, обработки, передачи, хранения и воспроизведения информации, уметь применять их для разработки систем инфокоммуникаций.

### МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основными методами (технологии) обучения являются:

– словесные, наглядные, практические (по источнику изложения учебного материала);

– репродуктивные, объяснительно-иллюстрированные, поисковые, исследовательские, проблемные и др. (по характеру учебно-познавательной деятельности);

– индуктивные и дедуктивные (по логике изложения и восприятия учебного материала).

### ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

– проработка конспекта лекций и учебной литературы;

- самостоятельная подготовка к лабораторным и практическим работам;
- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя;
- самостоятельное решение во внеурочное время контрольных задач, получаемых на лекциях.

## ДИАГНОСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ МАГИСТРАНТА

Учебным планом специальности в качестве формы итогового контроля по дисциплине «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» предусмотрен экзамен.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине используется: выполнение лабораторных работ с их защитой.

Дисциплина учреждения высшего образования «Технологии видеонаблюдения и видеоаналитики» изучается магистрантами 2 года обучения (1 семестр) дневной формы обучения для специальности: 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций.

Общее количество часов – 306 (9 зачетных единиц).

Дневная форма обучения: аудиторное количество часов – 96; из них: лекционных занятий – 32 (в том числе уср - 16), практических занятий – 32 (в том числе уср - 22), лабораторных работ – 32.

Форма отчётности – экзамен в 3 семестре.

Заочная форма обучения: аудиторное количество часов – 24; из них: лекционных занятий – 8, практических занятий – 8, лабораторных работ – 8.

Форма отчётности – экзамен в 3 семестре.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Раздел 1 Ведение в системы видеонаблюдения и видеоаналитики**

Тема 1. Назначение курса. Введение в методы видеонаблюдения и видеоаналитики. Постановка проблематики внедрения и использования систем видеонаблюдения и видеоаналитики в локальных и глобальных сетях. Задачи сетевого администрирования систем видеонаблюдения и видеоаналитики. Типовые ошибки сетевого планирования систем видеонаблюдения.

### **Раздел 2 Аппаратное обеспечение систем видеонаблюдения**

Тема 1. Камеры систем видеонаблюдения. Технологии, применяемые в видеонаблюдении, состав системы видеонаблюдения. Видеокамера как устройство, преобразующее световой поток в стандартный видеосигнал. Объективы и оптика видеокамер. Классификация и основные характеристики видеокамер: разрешение, чувствительность, формат ПЗС-матрицы, фокусное расстояние.

Тема 2. Типы применяемых камер систем видеонаблюдения. Аналоговые, цифровые и сетевые (IP– Internet Protocol) камеры, область их применения. Web-камеры, камеры с интерфейсом USB и FireWire. Автомобильные видеокамеры (видеорегастраторы). Камеры ночного видения и тепловизоры. Сравнительная характеристика видеокамер отечественных (страны СНГ) и зарубежных производителей. Выбор видеокамер для систем видеонаблюдения, их монтаж на объектах.

Тема 3 Общие характеристики систем видеонаблюдения. Классификация технических средств систем видеонаблюдения, их основные характеристики и области применения. Телевизионные системы мира. Телевидение высокой четкости. Видеосигнал и его спектр. Разрешение.

Тема 4 Оптика телевизионных систем. Линзы как оптические элементы. Частотно-контрастная характеристика и функция передачи модуляции. F и T числа. Глубина резкости. Фильтры нейтральной плотности. Форматы изображений и объективов в системах видеонаблюдения.

Тема 5 Устройства обработки видеосигналов и видеозаписи. Видеоквадраторы, Видеоmultipлексоры. Видеодетекторы движения. Устройства записи видеосигнала DVR, IVR и NVR.

Тема 6 Средства передачи видеосигнала. Коаксиальные кабели. Передача видеосигнала по витой паре. Волоконно-оптические кабели.

Тема 7 Датчики в системах видеонаблюдения. Пирозлектрические датчики движения. Потенциометрические датчики. Емкостные датчики. Тензодатчики. Датчики температуры. Акустические датчики. Фотоэлектрические датчики.

Тема 8 Датчики в СКУД системах.

Датчики открывания двери. Датчик прохода. Датчики проезда автомобиля. Датчик присутствия. Сетевые решения защиты периметра в СКУД системах на основе различных датчиков.

Тема 9 Проектирование систем видеонаблюдения различного назначения. Разработка технического задания. Нормативные документы по проектированию систем видеонаблюдения. Этапы проектирования.

### **Раздел 3 Системы видеоаналитики**

Тема 1. Основные понятия видеоаналитики. История развития видеоаналитики. Стандарты. Функциональные возможности (улучшение изображений, детектирование движения, распознавание бесцельного поведения, закрытая зона, детектирование проникновения, интеграция функций). Виды видеоаналитики.

Тема 2. Сферы использования видеоаналитики. Системы Умного Города (подсчёт людей и транспорта, анализ видеонаблюдения ограниченной зоны и периметра, распознавание лиц). Индустриальное применение (производство, энергетика, логистика, банки, розничная торговля)

Тема 3. Типы платформ видеоаналитики. Видеоаналитика на выделенном сервере. Видеоаналитика на сетевом видеорекордере NVR. Видеоаналитика устанавливаемая на камеру. Аналитика встроенная в камеру. Устройство со встроенной видеоаналитикой. Видеоаналитика встроенная в видеорегистратор. Видеоаналитика объединенная с программным обеспечением для видеонаблюдения. Облачная видеоаналитика. Серверная видеоаналитика. Сервисная аналитика.

Тема 4 Видеоаналитика в видеокамерах. Детекция движения в кадре. Пересечение виртуальных линий. Детекция вторжения в зону. Детектор пропавших или оставленных предметов. Распознавание автомобильных номеров. Тепловая карта. Детекция лиц. Трансляция и запись частей изображения с камеры. Подсчет людей. Детекция дыма и огня. Автотрекинг (Автосопровождение). Антитуман. Коридорный режим работы. Зоны Маскирования.

#### **Раздел 4 Видеоаналитика в детекции лиц**

Тема 1 Работа системы распознавания лиц. Технологии распознавания лиц. 2D-распознавание, 3D-распознавание, распознавание по текстуре кожи лица, распознавание по тепловизионному изображению лица.

Тема 2 ПО для распознавания лиц в системах видеонаблюдения. Качество программного обеспечения. Разработчики алгоритмов распознавания лиц. Разработчики программного обеспечения. Сервера для ПО для целей распознавания лиц. Поиск по фото похожих лиц в видеоархиве. Базы данных распознанных лиц.

Тема 3 Оборудование для распознавания лиц в системах видеоаналитики. Сервера для ПО для целей распознавания лиц. IP-камеры для распознавания лиц. Производители оборудования с интегрированными алгоритмами распознавания лиц. Камеры видеонаблюдения со встроенным распознаванием лиц. Мультибиометрические терминалы для систем учета рабочего времени со встроенным распознаванием лиц. Оборудование для систем контроля доступа со встроенным распознаванием лиц (Устройство мультифакторной биометрической идентификации). Очки с системой распознавания лиц.

Тема 4 Области применения систем распознавания лиц. Системы контроля доступа (СКУД). Распознавание лиц в транспорте. Учет рабочего времени. Распознавание лиц в толпе. Определение возраста. Определение пола. Подсчет уникальных посетителей. Авторизация. Платежные системы. Системы управления предприятием.

Тема 5 Отрасли требующие внедрение систем распознавания лиц. Ритейл (розничная торговля). Банковский сектор. Правоохранительные органы. Распознавание лиц в мегаполисах. Службы паспортного контроля в аэропортах. Особо охраняемые объекты с пропускным режимом. Индустрия гостеприимства

(предприятия общественного питания, сферы развлечений рестораны, казино, торгово-развлекательные центры и отели).

Тема 6 Фиксация и обработка персональных данных и кибербезопасность. Закон «О персональных данных», кодекс об административных правонарушениях, форма согласия на обработку персональных данных, саботаж систем распознавания лиц (макияж, раскраска болельщика, специальные очки со светодиодами, 3D очки, модификация фотографий). Проблемы кибербезопасности систем видеоаналитики (DDOS атаки с помощью IP-камер, устаревший интерфейс связи контроллера со считывателями Wiegand). Альтернативный протокол связи OSDP.

Тема 7 Видеоаналитика в проприетарном ПО. Межкамерный трекинг. Идентификация автотранспорта (Essential Video Analytics). Случайный выбор человека для проверки (Axis Random Selector). Технология маскирования людей. Детектор пустых полок. Детектор скопления людей. Детектор строительных касок. Обнаружение парного прохода.

## **Раздел 5 Внедрение видеоаналитики и применение систем с искусственным интеллектом**

Тема 1 Видеоаналитика с глубоким обучением, основанном на нейронных сетях. Понятие машинного обучения. Системы с глубоким обучением. Роль обучения. Программное обеспечение для видеонаблюдения с глубоким обучением. Глубокое обучение, используемое для отдельных типов видеоаналитики.

Тема 2 Правильный выбор видеоаналитики. Влияние на выбор системы видеоаналитики возможностей установленного оборудования. Влияние на выбор системы видеоаналитики возможностей установленного программного обеспечения. Влияние расположения камер на работу видеоаналитики. Критерии критичности: ложных срабатываний, пропуска детектируемого события, интеграции с другими системами безопасности.

Тема 3 Мониторинг результатов работы видеоаналитики. Использование видеоаналитики как сочетания технологий и людей. Мониторинг активности персонала. Видеонаблюдение и базовая работа с архивом. Определение очереди (уведомление о возникновении очереди, предоставление отчётов). Интеллектуальный поиск в видеоархиве.

Тема 4 Определение качественных характеристик системы видеоаналитики. Рейтинг NIST, MegaFace, Labeled Faces in the Wild в системах распознавания лиц. Использование уже внедренной системы видеоаналитики для определения качественных характеристик системы видеоаналитики. Тестовое внедрение системы видеоаналитики.

Тема 5 VSaaS как технологии видеонаблюдения будущего. Видеонаблюдение как сервис (Video Surveillance as a Service). Мировой рынок Video Surveillance as a Service. Перспективы VsaaS от операторов связи. Интеграция, персонализация, безопасность и надежность. Выбор NVR или VsaaS.

Тема 6 Расчет стоимости внедрения системы видеоаналитики. Стоимость камер видеонаблюдения. Стоимость серверного оборудования. Затраты на модификацию существующей системы видеонаблюдения. Стоимость интеграции эксплуатируемой системы видеоаналитики с другими системами безопасности или системами управления предприятием. Постоянные

эксплуатационные расходы, связанные с мониторингом и обслуживанием системы видеоаналитики.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (дневная форма обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Кол-во часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И ВИДЕОАНАЛИТИКИ</b>						2	
1.1	Тема 1. Назначение курса. Введение в методы видеонаблюдения и видеоаналитики. Постановка проблематики внедрения и использования систем видеонаблюдения и видеоаналитики в локальных и глобальных сетях. Задачи сетевого администрирования систем видеонаблюдения и видеоаналитики. Типовые ошибки сетевого планирования систем видеонаблюдения.						2	
2.	<b>РАЗДЕЛ 2 АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ</b>	6	2		14		10	
2.1.	Тема 1. Камеры систем видеонаблюдения. Технологии, применяемые в видеонаблюдении, состав системы видеонаблюдения. Видеокамера как устройство, преобразующее световой поток в стандартный видеосигнал. Объективы и оптика видеокамер. Классификация и основные характеристики видеокамер: разрешение, чувствительность, фокусное расстояние, формат ПЗС-матрицы и КМОП.	2						
2.2	Тема 2. Типы применяемых камер систем видеонаблюдения. Аналоговые, цифровые и сетевые (IP– Internet Protocol) камеры, область их применения. Web-камеры, камеры с интерфейсом USB и FireWire. Автомобильные видеокамеры (видеорегистраторы). Камеры ночного видения и тепловизоры. Сравнительная характеристика видеокамер отечественных (страны СНГ) и зарубежных производителей. Выбор видеокамер для систем видеонаблюдения, их монтаж на объектах.	2			4			
2.3	Тема 3. Общие характеристики систем видеонаблюдения. Классификация технических средств систем видеонаблюдения, их основные характеристики и области применения. Телевизионные системы мира. Телевидение высокой четкости. Видеосигнал и его спектр. Разрешение.						2	
2.4	Тема 4. Оптика телевизионных систем. Линзы как оптические элементы. Частотно-контрастная характеристика и функция передачи модуляции. F и T числа. Глубина резкости. Фильтры нейтральной плотности. Форматы изображений и объективов в системах видеонаблюдения.						2	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.5	Тема 5. Устройства обработки видеосигналов и видеозаписи. Видеоквадраторы. Видеомультимплексоры. Видеодетекторы движения. Устройства записи видеосигнала DVR и IVR.	2			4			
2.6	Тема 6 Средства передачи видеосигнала. Коаксиальные кабели. Передача видеосигнала по витой паре. Волоконно-оптические кабели.						2	
2.7	Тема 7 Датчики в системах видеонаблюдения. Пироэлектрические датчики движения. Потенциометрические датчики. Емкостные датчики. Тензодатчики. Датчики температуры. Акустические датчики. Фотоэлектрические датчики.						2	
2.8	Тема 8 Датчики в СКУД системах. Датчики открывания двери. Датчик прохода. Датчики проезда автомобиля. Датчик присутствия. Сетевые решения защиты периметра в СКУД системах на основе различных датчиков.						2	
2.9	Тема 9 Проектирование систем видеонаблюдения различного назначения. Разработка технического задания. Нормативные документы по проектированию систем видеонаблюдения. Этапы проектирования.		2		6			
<b>РАЗДЕЛ 3 СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ</b>		<b>2</b>			<b>4</b>		<b>6</b>	
3.1	Тема 1. Основные понятия видеоаналитики. История развития видеоаналитики. Стандарты. Функциональные возможности (улучшение изображений, детектирование движения, распознавание бесцельного поведения, закрытая зона, детектирование проникновения, интеграция функций). Виды видеоаналитики.						4	
3.2	Тема 2. Сферы использования видеоаналитики. Системы Умного Города (подсчёт людей и транспорта, анализ видеонаблюдения ограниченной зоны и периметра, распознавание лиц). Индустриальное применение (производство, энергетика, логистика, банки, розничная торговля)				4			
3.3	Тема 3. Типы платформ видеоаналитики. Видеоаналитика на выделенном сервере. Видеоаналитика на сетевом видеорекордере NVR. Видеоаналитика устанавливаемая на камеру. Аналитика встроенная в камеру. Устройство со встроенной видеоаналитикой. Видеоаналитика встроенная в видеорегистратор. Видеоаналитика объединенная с программным обеспечением для видеонаблюдения. Облачная видеоаналитика. Серверная видеоаналитика. Сервисная аналитика.						2	
3.4	Тема 4 Видеоаналитика в видеокамерах. Детекция движения в кадре. Пересечение виртуальных линий. Детекция вторжения в зону. Детектор пропавших или оставленных предметов. Распознавание автомобильных номеров. Тепловая карта. Детекция лиц. Трансляция и запись частей изображения с камеры. Подсчет людей. Детекция дыма и огня. Автотрекинг (Автосопровождение). Антитуман. Коридорный режим работы. Зоны Маскирования.	2						
4.	<b>РАЗДЕЛ 4 ВИДЕОАНАЛИТИКА В ДЕТЕКЦИИ ЛИЦ</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>8</b>		<b>12</b>	
4.1	Тема 1 Работа системы распознавания лиц. Технологии распознавания лиц. 2D-распознавание, 3D-распознавание, распознавание по текстуре кожи лица, распознавание по тепловизионному изображению лица.						4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.2	Тема 2 ПО для распознавания лиц в системах видеонаблюдения. Качество программного обеспечения. Разработчики алгоритмов распознавания лиц. Разработчики программного обеспечения. Сервера для ПО для целей распознавания лиц. Поиск по фото похожих лиц в видеоархиве. Базы данных распознанных лиц.		2		4			
4.3	Тема 3 Оборудование для распознавания лиц в системах видеоаналитики. Сервера для ПО для целей распознавания лиц. IP-камеры для распознавания лиц. Производители оборудования с интегрированными алгоритмами распознавания лиц. Камеры видеонаблюдения со встроенным распознаванием лиц. Мультибиометрические терминалы для систем учета рабочего времени со встроенным распознаванием лиц. Оборудование для систем контроля доступа со встроенным распознаванием лиц (Устройство мультифакторной биометрической идентификации). Очки с системой распознавания лиц.	2						
4.4	Тема 4 Области применения систем распознавания лиц. Системы контроля доступа (СКУД). Распознавание лиц в транспорте. Учет рабочего времени. Распознавание лиц в толпе. Определение возраста. Определение пола. Подсчет уникальных посетителей. Авторизация. Платежные системы. Системы управления предприятием.						4	
4.5	Тема 5 Отрасли требующие внедрение систем распознавания лиц. Ритейл (розничная торговля). Банковский сектор. Правоохранительные органы. Распознавание лиц в мегаполисах. Службы паспортного контроля в аэропортах. Особо охраняемые объекты с пропускным режимом. Индустрия гостеприимства (предприятия общественного питания, сферы развлечений рестораны, казино, торгово-развлекательные центры и отели).						4	
4.6	Тема 6 Фиксация и обработка персональных данных и кибербезопасность. Закон «О персональных данных», кодекс об административных правонарушениях, форма согласия на обработку персональных данных, саботаж систем распознавания лиц (макияж, раскраска болельщика, специальные очки со светодиодами, 3D очки, модификация фотографий). Проблемы кибербезопасности систем видеоаналитики (DDOS атаки с помощью IP-камер, устаревший интерфейс связи контроллера со считывателями Wiegand). Альтернативный протокол связи OSDP.				4			
4.7	Тема 7 Видеоаналитика в проприетарном ПО. Межкамерный трекинг. Идентификация автотранспорта (Essential Video Analytics). Случайный выбор человека для проверки (Axis Random Selector). Технология маскирования людей. Детектор пустых полок. Детектор скопления людей. Детектор строительных касок. Обнаружение парного прохода.		2					
5.	<b>РАЗДЕЛ 5 ВНЕДРЕНИЕ ВИДЕОАНАЛИТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>8</b>	
5.1	Тема 1 Видеоаналитика с глубоким обучением, основанном на нейронных сетях. Понятие машинного обучения. Системы с глубоким обучением. Роль обучения. Программное обеспечение для видеонаблюдения с глубоким обучением. Глубокое обучение, используемое для отдельных типов видеоаналитики.	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.2	Тема 2 Правильный выбор видеоаналитики. Влияние на выбор системы видеоаналитики возможностей установленного оборудования. Влияние на выбор системы видеоаналитики возможностей установленного программного обеспечения. Влияние расположения камер на работу видеоаналитики. Критерии критичности: ложных срабатываний, пропуска детектируемого события, интеграции с другими системами безопасности.		2					
5.3	Тема 3 Мониторинг результатов работы видеоаналитики. Использование видеоаналитики как сочетания технологий и людей. Мониторинг активности персонала. Видеонаблюдение и базовая работа с архивом. Определение очереди (уведомление о возникновении очереди, предоставление отчетов). Интеллектуальный поиск в видеоархиве.						4	
5.4	Тема 4 Определение качественных характеристик системы видеоаналитики. Рейтинг NIST, MegaFace, Labeled Faces in the Wild в системах распознавания лиц. Использование уже внедренной системы видеоаналитики для определения качественных характеристик системы видеоаналитики. Тестовое внедрение системы видеоаналитики.						4	
5.5	Тема 5 VSaaS как технологии видеонаблюдения будущего. Видеонаблюдение как сервис (Video Surveillance as a Service). Мировой рынок Video Surveillance as a Service. Перспективы VsaaS от операторов связи. Интеграция, персонализация, безопасность и надежность. Выбор NVR или VsaaS.	2						
5.6	Тема 6 Расчет стоимости внедрения системы видеоаналитики. Стоимость камер видеонаблюдения. Стоимость серверного оборудования. Затраты на модификацию существующей системы видеонаблюдения. Стоимость интеграции эксплуатируемой системы видеоаналитики с другими системами безопасности или системами управления предприятием. Постоянные эксплуатационные расходы, связанные с мониторингом и обслуживанием системы видеоаналитики.	2	2		6			
	<b>Всего по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>10</b>		<b>32</b>		<b>38</b>	<b>экзамен</b>

Старший преподаватель кафедры АСОИ

В.Н. Кулинченко

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (заочная форма обучения, заочная интегрированная форма обучения на основе среднего специального образования, дистанционная форма обучения)**

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Кол-во часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И ВИДЕОАНАЛИТИКИ</b>							
1.1	Тема 1. Назначение курса. Введение в методы видеонаблюдения и видеоаналитики. Постановка проблематики внедрения и использования систем видеонаблюдения и видеоаналитики в локальных и глобальных сетях. Задачи сетевого администрирования систем видеонаблюдения и видеоаналитики. Типовые ошибки сетевого планирования систем видеонаблюдения.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.	<b>РАЗДЕЛ 2 АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ</b>		2		4			
2.1.	Тема 1. Камеры систем видеонаблюдения. Технологии, применяемые в видеонаблюдении, состав системы видеонаблюдения. Видеокамера как устройство, преобразующее световой поток в стандартный видеосигнал. Объективы и оптика видеокамер. Классификация и основные характеристики видеокамер: разрешение, чувствительность, фокусное расстояние, формат ПЗС-матрицы и КМОП.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.2	Тема 2. Типы применяемых камер систем видеонаблюдения. Аналоговые, цифровые и сетевые (IP– Internet Protocol) камеры, область их применения. Web-камеры, камеры с интерфейсом USB и FireWire. Автомобильные видеокамеры (видеорегистраторы). Камеры ночного видения и тепловизоры. Сравнительная характеристика видеокамер отечественных (страны СНГ) и зарубежных производителей. Выбор видеокамер для систем видеонаблюдения, их монтаж на объектах.				2			отчет по лабораторной работе
2.3	Тема 3. Общие характеристики систем видеонаблюдения. Классификация технических средств систем видеонаблюдения, их основные характеристики и области применения. Телевизионные системы мира. Телевидение высокой четкости. Видеосигнал и его спектр. Разрешение.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.4	Тема 4. Оптика телевизионных систем. Линзы как оптические элементы. Частотно-контрастная характеристика и функция передачи модуляции. F и T числа. Глубина резкости. Фильтры нейтральной плотности. Форматы изображений и объективов в	<b>Самостоятельное изучение</b>						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	системах видеонаблюдения.							
2.5	Тема 5. Устройства обработки видеосигналов и видеозаписи. Видеоквадраторы. Видеомультимплексоры. Видеодетекторы движения. Устройства записи видеосигнала DVR и IVR.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.6	Тема 6 Средства передачи видеосигнала. Коаксиальные кабели. Передача видеосигнала по витой паре. Волоконно-оптические кабели.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.7	Тема 7 Датчики в системах видеонаблюдения. Пироэлектрические датчики движения. Потенциометрические датчики. Емкостные датчики. Тензодатчики. Датчики температуры. Акустические датчики. Фотоэлектрические датчики.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.8	Тема 8 Датчики в СКУД системах. Датчики открывания двери. Датчик прохода. Датчики проезда автомобиля. Датчик присутствия. Сетевые решения защиты периметра в СКУД системах на основе различных датчиков.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
2.9	Тема 9 Проектирование систем видеонаблюдения различного назначения. Разработка технического задания. Нормативные документы по проектированию систем видеонаблюдения. Этапы проектирования.		2		2			отчет по практической работе
	<b>РАЗДЕЛ 3 СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ</b>	<b>2</b>						
3.1	Тема 1. Основные понятия видеоаналитики. История развития видеоаналитики. Стандарты. Функциональные возможности (улучшение изображений, детектирование движения, распознавание бесцельного поведения, закрытая зона, детектирование проникновения, интеграция функций). Виды видеоаналитики.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
3.2	Тема 2. Сферы использования видеоаналитики. Системы Умного Города (подсчёт людей и транспорта, анализ видеонаблюдения ограниченной зоны и периметра, распознавание лиц). Индустриальное применение (производство, энергетика, логистика, банки, розничная торговля)	<b>Самостоятельное изучение</b>						
3.3	Тема 3. Типы платформ видеоаналитики. Видеоаналитика на выделенном сервере. Видеоаналитика на сетевом видеорекордере NVR. Видеоаналитика устанавливаемая на камеру. Аналитика встроенная в камеру. Устройство со встроенной видеоаналитикой. Видеоаналитика встроенная в видеорегистратор. Видеоаналитика объединенная с программным обеспечением для видеонаблюдения. Облачная видеоаналитика. Серверная видеоаналитика. Сервисная аналитика.				2			отчет по лабораторной работе
3.4	Тема 4 Видеоаналитика в видеокамерах. Детекция движения в кадре. Пересечение виртуальных линий. Детекция вторжения в зону. Детектор пропавших или оставленных предметов. Распознавание автомобильных номеров. Тепловая карта. Детекция лиц. Трансляция и запись частей изображения с камеры. Подсчет людей. Детекция дыма и огня. Автотрекинг (Автосопровождение). Антитуман. Коридорный режим работы. Зоны Маскирования.	2						тест
4.	<b>РАЗДЕЛ 4 ВИДЕОАНАЛИТИКА В ДЕТЕКЦИИ ЛИЦ</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					
4.1	Тема 1 Работа системы распознавания лиц. Технологии распознавания лиц. 2D-распознавание, 3D-распознавание, распознавание по текстуре кожи лица, распознавание по тепловизионному изображению лица.	<b>Самостоятельное изучение</b>						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.2	Тема 2 ПО для распознавания лиц в системах видеонаблюдения. Качество программного обеспечения. Разработчики алгоритмов распознавания лиц. Разработчики программного обеспечения. Сервера для ПО для целей распознавания лиц. Поиск по фото похожих лиц в видеоархиве. Базы данных распознанных лиц.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
4.3	Тема 3 Оборудование для распознавания лиц в системах видеоаналитики. Сервера для ПО для целей распознавания лиц. IP-камеры для распознавания лиц. Производители оборудования с интегрированными алгоритмами распознавания лиц. Камеры видеонаблюдения со встроенным распознаванием лиц. Мультибиометрические терминалы для систем учета рабочего времени со встроенным распознаванием лиц. Оборудование для систем контроля доступа со встроенным распознаванием лиц (Устройство мультифакторной биометрической идентификации). Очки с системой распознавания лиц.	2						тест
4.4	Тема 4 Области применения систем распознавания лиц. Системы контроля доступа (СКУД). Распознавание лиц в транспорте. Учет рабочего времени. Распознавание лиц в толпе. Определение возраста. Определение пола. Подсчет уникальных посетителей. Авторизация. Платежные системы. Системы управления предприятием.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
4.5	Тема 5 Отрасли требующие внедрение систем распознавания лиц. Ритейл (розничная торговля). Банковский сектор. Правоохранительные органы. Распознавание лиц в мегаполисах. Службы паспортного контроля в аэропортах. Особо охраняемые объекты с пропускным режимом. Индустрия гостеприимства (предприятия общественного питания, сферы развлечений рестораны, казино, торгово-развлекательные центры и отели).	<b>Самостоятельное изучение</b>						
4.6	Тема 6 Фиксация и обработка персональных данных и кибербезопасность. Закон «О персональных данных», кодекс об административных правонарушениях, форма согласия на обработку персональных данных, саботаж систем распознавания лиц (макияж, раскраска болельщика, специальные очки со светодиодами, 3D очки, модификация фотографий). Проблемы кибербезопасности систем видеоаналитики (DDOS атаки с помощью IP-камер, устаревший интерфейс связи контроллера со считывателями Wiegand). Альтернативный протокол связи OSDP.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
4.7	Тема 7 Видеоаналитика в проприетарном ПО. Межкамерный трекинг. Идентификация автотранспорта (Essential Video Analytics). Случайный выбор человека для проверки (Axis Random Selector). Технология маскирования людей. Детектор пустых полок. Детектор скопления людей. Детектор строительных касок. Обнаружение парного прохода.		2					отчет по практической работе
5.	<b>РАЗДЕЛ 5 ВНЕДРЕНИЕ ВИДЕОАНАЛИТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ</b>	4	4		2			
5.1	Тема 1 Видеоаналитика с глубоким обучением, основанном на нейронных сетях. Понятие машинного обучения. Системы с глубоким обучением. Роль обучения. Программное обеспечение для видеонаблюдения с глубоким обучением. Глубокое обучение, используемое для отдельных типов видеоаналитики.	2						тест

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.2	Тема 2 Правильный выбор видеоаналитики. Влияние на выбор системы видеоаналитики возможностей установленного оборудования. Влияние на выбор системы видеоаналитики возможностей установленного программного обеспечения. Влияние расположения камер на работу видеоаналитики. Критерии критичности: ложных срабатываний, пропуска детектируемого события, интеграции с другими системами безопасности.		2					
5.3	Тема 3 Мониторинг результатов работы видеоаналитики. Использование видеоаналитики как сочетания технологий и людей. Мониторинг активности персонала. Видеонаблюдение и базовая работа с архивом. Определение очереди (уведомление о возникновении очереди, предоставление отчетов). Интеллектуальный поиск в видеоархиве.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
5.4	Тема 4 Определение качественных характеристик системы видеоаналитики. Рейтинг NIST, MegaFace, Labeled Faces in the Wild в системах распознавания лиц. Использование уже внедренной системы видеоаналитики для определения качественных характеристик системы видеоаналитики. Тестовое внедрение системы видеоаналитики.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
5.5	Тема 5 VSaaS как технологии видеонаблюдения будущего. Видеонаблюдение как сервис (Video Surveillance as a Service). Мировой рынок Video Surveillance as a Service. Перспективы VsaaS от операторов связи. Интеграция, персонализация, безопасность и надежность. Выбор NVR или VsaaS.	<b>Самостоятельное изучение</b>						
5.6	Тема 6 Расчет стоимости внедрения системы видеоаналитики. Стоимость камер видеонаблюдения. Стоимость серверного оборудования. Затраты на модификацию существующей системы видеонаблюдения. Стоимость интеграции эксплуатируемой системы видеоаналитики с другими системами безопасности или системами управления предприятием. Постоянные эксплуатационные расходы, связанные с мониторингом и обслуживанием системы видеоаналитики.	2	2		2			Тест, отчет по практической и лабораторной работе
	<b>Всего по дисциплине</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>8</b>			<b>экзамен</b>

Старший преподаватель кафедры АСОИ

В.Н. Кулинченко

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Проектирование системы традиционного видеонаблюдения на аналоговых камерах.
2. Создание проекта сети видеонаблюдения на IVR.
3. Проектирование системы видеонаблюдения на DVR.
4. Создание проекта сети видеоаналитики на сетевом видеорекордере NVR.
5. Создание проекта сети видеоаналитики на технологии VSaaS.
6. Документирование и паспортизация кабельной схемы сети видеонаблюдения.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Исследование эксплуатационно-технических характеристик IP-видеокамер.
2. Подключение и настройка IP видеокамер.
3. Подключение и настройка Wi-Fi видеокамер.
4. Обнаружение и проверка IP видеокамер в ЛВС с помощью анализатора.
5. Обнаружение и проверка Wi-Fi видеокамер в ЛВС с помощью Wi-Fi анализатора.
6. Удаленное подключение и управление видеокамерами (LLDP и CDP).
7. Расчет стоимости проекта с DVR.
8. Расчет стоимости проекта с NVR.
9. Расчет стоимости проекта с VSaaS.
10. Расчет сети видеонаблюдения для коттеджа с использованием современных технологий.
11. Определение зон динамического охвата камерами системы видеонаблюдения.
12. Мониторинг нагрузки сети видеонаблюдения при использовании СКС.
13. Установка и настройка сетевой системы видеонаблюдения.

### ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

- 1 Отчеты по лабораторным работам.
- 2 Тестирование.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

1. Класс современных персональных ЭВМ.
2. Материалы электронных курсов ITE и CCNA Cisco Networking Academy.
3. Программное средство моделирования сетевых сред Cisco Packet Tracer.
4. Сетевой стенд, средства виртуализации сетевых узлов.
5. Бесплатный программный анализатор протоколов.
6. Анализаторы покрытия inSSIDer Home, Wi-Fi analyzer, Acrylic Wi-Fi Heatmaps
7. Обжимка и обрезка для витой пары.
8. Кабельный тестер-анализатор Fluke Network Series II.
9. Wi-Fi тестер Fluke Air Check.
10. Коммутаторы, маршрутизаторы и другие сетевые устройства
11. ПО Matlab;
12. ПО LabView;
13. Файлы ПО и описаний базового комплекта лабораторных работ;
14. Файлы и описания быстрого освоения методов интеграций камер в собственные проекты на базе Matlab и LabView.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ УСП

Для самостоятельного изучения выделяются следующие темы:

- Оптика телевизионных систем.
- Средства передачи видеосигнала.
- Датчики в системах видеонаблюдения.
- Датчики в СКУД системах.
- Основные понятия видеоаналитики.
- Работа системы распознавания лиц.
- Области применения систем распознавания лиц.
- Отрасли, требующие внедрение систем распознавания лиц.
- Мониторинг результатов работы видеоаналитики.
- Определение качественных характеристик системы видеоаналитики.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ

- 1 Цифровое телевидение в видеотелекоммуникационных системах: моногр. / А.Г. Ильин и др. – Томск: Томский гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 465 с.
- 2 Дементьев, А.Н. Электронные системы безопасности личности и имущества: учебное пособие для специализации «Сервис электронных систем безопасности» специальности 100101 «Сервис». Ч. 2: Охранное телевидение. – Томск: В-Спектр, 2007. – 171 с.
- 3 Гедзберг, Ю.М. Охранное телевидение - М.: Горячая линия - Телеком, 2005. – 312 с.
- 4 Волхонский, В.В. Телевизионные системы наблюдения: учеб. пособие / В.В. Волхонский. – СПб.: Экополис и культура, 2005. – 167 с.
- 5 Гвоздек, М. Справочник по технике для видеонаблюдения. Планирование, проектирование, монтаж / М. Гвоздек. – Техносфера, 2010. – 552 с.
- 6 Тявловский, К.Л. Системы телевизионного наблюдения. Основы проектирования: метод. пособие / К.Л. Тявловский, Т.Л. Владимировна, Р.И. Воробей. – Минск: БНТУ, 2010. – 85 с.
- 7 Ярышев С.Н., Сычева Е.А., Горбачев А.А. Видеосистемы безопасности. Методические указания по выполнению лабораторных работ Учебно-методическое пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 71 с.
- 8 Холодкова, О. А. Общие сведения и правила выполнения архитектурно-строительных чертежей : учеб.-метод. пособие для студентов строительных специальностей / О. А. Холодкова, И. М. Шуберт, О. Н. Касаткина. – Минск : БНТУ, 2015. – 57 с.
- 9 Червоноокая, С. М. Архитектурно-строительные чертежи. Общие сведения. Правила выполнения : учеб. пособие / С. М. Червоноокая, О. В. Токарева. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2018. – 64 с.
- 10 Кругль, Г. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV, 2-е издание: / Г. Кругль: пер. с англ. – М. : Секьюрити Фокус, 2011. – 640 с.
- 11 РД 28/3.005–2001. Телевизионные системы видеонаблюдения. Правила производства и приемки работ. – Введ. 2001–10–01. Минск : ПЦ МВД РБ. – 31 с.
- 12 Перевошиков, В. А. Определение коэффициента интенсивности движения камер системы видеонаблюдения для увеличения точности расчета глубины архива / В. А. Перевошиков // Actualscience. – 2016. – Т. 2. – №3. – С. 59–60.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

- 13 ТКП 45-4.0-273–2012. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. – Введ. 2013–06–01. – М. : Изд-во стандартов, 2013. – 27 с.
- 14 ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.– Введ. 1992-07-01.– М. : Изд-во стандартов, 1991. – 81 с.
- 15 ГОСТ Р 51558–2008. Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2009. – 16 с.
- 16 Руководящий документ / Технические средства и системы охраны. Телевизионные системы видеонаблюдения (системы охранные телевизионные). Правила производства и приемки работ. – РД 28/3. 005 – 2001. – Минск: МВД Республики Беларусь, 2001.
- 17 ГОСТ 21.501–2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации. – Введ. 2013–05–01. –М. : Изд-во стандартов, 2011. – 41 с.
- 18 СТБ 2255–2012. Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта РУП. – Введ. 2012–03–12. – М. : Изд-во стандартов, 2012.– 41 с.

19 ГОСТ 2.301–68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – Введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1968. – 4 с.

20 Основные правила оформления чертежей. Геометрические построения : учеб.-метод. пособие по дисциплине «Инженерная графика» / сост. Н. И. Масакова [и др.]. – Тольятти : ТГУ, 2009. – 58 с.

21 ГОСТ 2.304–81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные. – Введ. 1982–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 22 с. 8 ГОСТ 2.303–68. Линии. Единая система конструкторской документации. – Введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1968. – 8 с.

22 ГОСТ 2.104–2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – Введ. 2006–06–22. – М. : Изд-во стандартов, 2006. – 17 с.

23 ГОСТ 21.101–97. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 1998–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 71 с.

24 Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов связи : РД 25.953–90. – Введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 28 с.

25 РД 28/3.009–2001. Технические средства и системы охраны. Обозначения условные графические элементов систем. – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 16 с.

26 ТКП 45-2.02-317–2018. Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. – Введ. 2018–09–01. – М. : Изд-во стандартов, 2018. – 80 с.

27 ТКП 627–2018 Охрана объектов. Требования по применению технических средств систем охраны. – Введ. 2019–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2018. – 18 с.

28 РД 28/3.008–2001. Технические средства и системы охраны. Порядок разработки технического задания на проектирование. – Введ. 2001–10–04. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 21 с.

29 ТКП 340–2011. Установки пожаротушения автоматические. Системы пожарной сигнализации. Порядок разработки задания на проектирование. – Введ. 2012–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 17с.

30 ТКП 45-2.02-315–2018. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. – Введ. 2018–09–01. – М. : Изд-во стандартов, 2018. – 51 с.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

31 Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 12.03.2020.

32 Интернет университет информационных технологий [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru>. – Дата доступа: 12.03.2020.

33 Система контроля и управления доступом // Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/СКУД>.

34 Информационно-справочный портал технической информации Хабрахабр [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://habr.com>. – Дата доступа: 12.05.2020.

35 Технические средства охраны: Учебное пособие / Дементьев А. Н., Дементьева Г. В. - 2012. 119 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2352>, дата обращения: 25.01.2020.

36 Латышев, А.Ю. Исследование видеодетектора движения и ТВ-камеры для охранной системы видеонаблюдения: Руководство к лабораторной работе. – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 17 с. [Электронный ресурс]. - <http://tu.tusur.ru/category?id=13>

37 Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Проектирование систем видеонаблюдения»: Методические указания / Дементьева Г. В., Дементьев А. Н. - 2014. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6219>, дата обращения: 25.01.2020.

38 Техническое руководство по сетевому видео [Электронный ресурс]. – 2016. –  
Режим доступа : [https://aktivsb.ru/statii/axis\\_tekhnicheskoe\\_rukovodstvo/](https://aktivsb.ru/statii/axis_tekhnicheskoe_rukovodstvo/).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ