

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
"Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники"**

Кафедра защиты информации

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ХАРАКТЕРИСТИК
И ПРИНЦИПА РАБОТЫ ВИДЕОКАМЕР**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к лабораторным занятиям по дисциплине:
"Защита объектов связи от несанкционированного доступа"**

**для студентов специальности:
1-98 01 02 "Защита информации в телекоммуникациях"**

Минск 2016

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Передающая видеокамера – устройство, предназначенное для преобразования оптического изображения, получаемого при помощи объектива на мишени вакуумной передающей трубки или на светочувствительной матрице в телевизионный видеосигнал или цифровой поток видеоданных. Видеосигнал может передаваться по радио, кабельным сетям или по сети интернет, а также записываться на аналоговом или цифровом носителе для последующего воспроизведения.

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 конструктивным особенностям камеры можно разделить на следующие типы.

1. Модульная видеокамера – бескорпусное устройство в виде однослойной печатной платы, наиболее распространен размер 32×32 мм, предназначена для установки в термокожухи, полусферы и т. п. (рисунок 1).



Рисунок 1 – Бескорпусная видеокамера BNV-558Ex

2. Минивидеокамера – видеокамеры в квадратных или цилиндрических корпусах, обычно применяемых как готовое изделие для установки внутри помещений (рисунок 2).



Рисунок 2 – Цветная мини-видеокамера в квадратном корпусе высокого разрешения и чувствительности JTQ-254DN-B1.8

3. Корпусная видеокамера – наиболее распространенный форм-фактор устройств, называемый также камера стандартного дизайна или Box camera (рисунок 3). Превалирующее количество устройств данного типа поставляется без объектива и кронштейна крепления, оставляя потребителю возможность наиболее гибкого конфигурирования конечного устройства, при использовании с термокожухом возможно использование устройства вне помещения.



Рисунок 3 – Современные корпусные видеокамеры

4. Купольная видеокамера, также известная как **Dome camera** – корпус представляет собой полусферу или шар, прикрепленный к основанию (рисунок 4). Может быть выполнена как из пластика, так и из металла



Рисунок 4 – Купольная видеокамера (Dome camera)

5. Управляемые (поворотные или скоростные видеокамеры) – комбинированное устройство, состоящее из камеры, трансфокатора (объектива переменного фокусного расстояния) и поворотного устройства. Наибольшее распространение получили так называемые интегрированные камеры, выполненные в виде купола. В общем случае структурная схема видеокамеры имеет вид, показанный на рисунке 5.

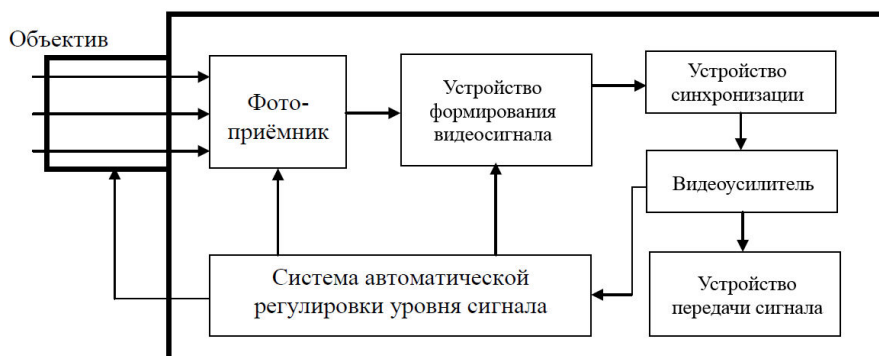


Рисунок 5 – Основные компоненты видеокамеры

Объектив состоит из линзовой системы, фокусирующей световой поток на ПЗС-матрице, и формирующей качественное изображение в зависимости от фокусного расстояния, глубины резкости, формата, типа крепления и т.п. Характеристики некоторых современных оптических систем приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики некоторых современных оптических систем

Тип объектива	Диаметр апертуры, мм	Светосила	Фокусное расстояние, мм	Угол поля зрения, град	Установочная резьба
iVi-1,0	14	F 1,8	3,6	110	M12
iVi-2,0	13	F 1,8	4,1	90	M12
iVi-3,0	3,4	F 1,8	6,6	50	M12
iVi-4,0	4,6	F 1,6	7,7	40	M12
iVi-7,0	1,2	F 2,8	3,5	110	–
iVi-10	6,5	F 2,8	19,5	16	–
HS3 166-X	3,7	F 1,6–64	–	–	CS/APД
HS4 166-X	4,2	F 1,6–64	–	–	CS/APД
HS614 HX	2,6	F 1,6–300	–	–	CS/APД

Объективы делятся на:

- монофокальные – объективы с постоянным фокусным расстоянием;
- вариофокальные (трансфокаторы) – объективы с переменным фокусным расстоянием, изменяемым вручную или дистанционно.

По способу управления диафрагмой объективы делятся на объективы с фиксированной диафрагмой, с управлением диафрагмой Direct Drive и с управлением диафрагмой Video Drive.

В ряде стран существуют два типа стандартных конструкций узлов крепления объективов: тип «С» и тип «CS». Тип «С» имеет резьбу 2,54×0,8 и расстояние до опорной плоскости ПЗС-матрицы 17,5 мм, тип «CS» имеет резьбу 2,54×0,8 и расстояние до опорной плоскости матрицы 12,5 мм. Объективы с узлом крепления типа «С» нельзя заменять типом «CS», так как матрица окажется не в фокусе объектива и изображение получится нечетким. В то же время объективы с «CS» можно использовать вместо объективов типа «С» при наличии специального адаптера (переходного кольца).

Фотоприемник предназначен для преобразования светового потока, отраженного объектом в электрические сигналы. В подавляющем большинстве современных видеокамер для этих целей используют так называемые ПЗС-матрицы.

ПЗС-матрица или CCD-матрица – специализированная аналоговая интегральная микросхема, состоящая из светочувствительных фотодиодов, вы-

полненная на основе кремния, использующая технологию ПЗС – приборов с зарядовой связью.

Устройство формирования сигнала, устройство синхронизации и видеоусилитель обеспечивают формирование полного видеосигнала заданной структуры и амплитуды.

Система автоматической регулировки уровня сигнала, управляя электронной диафрагмой объектива, временем накопления электронного заряда в ПЗС-матрице (временем срабатывания электронного затвора) и параметрами усиления, поддерживает выходной видеосигнал в заданных пределах при изменении условий освещенности.

Некоторые камеры дополнительно оснащены функцией компенсации заднего света (КЗС), которая устанавливает указанные параметры по некоторому фрагменту изображения (как правило, по центру). Она может оказаться незаменима при работе в условиях с большим перепадом освещенности или при съемке в условиях, когда в поле зрения аппарата вместе с объектом попадает яркий источник света. Например, если ведется наблюдение в затененном помещении за входящими с улицы посетителями, то в яркий солнечный день на экране видеоконтрольного устройства вместо четкого изображения входящего может оказаться только темный силуэт. Достоинство функции КЗС заключается в том, что она настраивает камеру именно по слабоосвещенному объекту в центре, обеспечивая его четкое изображение.

Устройство передачи сигнала – это радиопередатчик, аналогичный применяемым в радиозакладных устройствах, полупроводниковый лазер или электрический кабель в зависимости от способа применения системы видеонаблюдения.

Современные видеокамеры характеризуются большим числом различных параметров, однако, с точки зрения наблюдения, наибольший интерес представляют следующие:

- мгновенный угол поля зрения;
- разрешающая способность;
- чувствительность видеокамеры.

Мгновенный угол поля зрения полностью определяется конструкцией оптической системы. Его значения для различных типов объективов приведены в таблице 1.

Разрешающая способность включает в себя два понятия: разрешающую способность объектива и разрешающую способность фотоприемника.

Разрешающая способность объектива, Δl – это тот предел, к которому стремится любая система фиксации изображения. Она зависит от диаметра D входного зрачка объектива и расстояния R от телекамеры до объекта наблюдения и соответствует минимальному линейному разному двух точек на объ-

екте, при котором они воспринимаются еще раздельно. Значение Δl может быть определено из соотношения:

$$\Delta l = 1,22 \frac{\lambda}{D} R, \quad (1)$$

где Δl – среднее значение длины волны оптического излучения (для видимой области спектра 0,54 мкм, а для ИК-области – 0,9 мкм).

Разрешающая способность фотоприемника ниже разрешающей способности объектива, поэтому ее величина и определяет разрешение системы в целом. Она зависит от числа чувствительных элементов ПЗС-матрицы (пикселей), из выходных сигналов которых складывается изображение. Их число обычно лежит в пределах от 270 000 до 440 000. Чем больше число пикселей в матрице, тем больше дискретных точек образует изображение, тем выше его четкость и качество. Однако на практике часто пользуются не понятием «число чувствительных элементов матрицы», а апеллируют к однозначно связанной с ней характеристике – максимальному количеству переходов от черного к белому и обратно. Она называется числом телевизионных линий и указывается, как правило, только по горизонтали.

Некоторые фирмы в технических характеристиках на свои видеокамеры дополнительно указывают размер матрицы оптического приемника. В большинстве представляемых камерах используются датчики изображения (матрицы) с размером: 1 дюйм; 2/3 дюйма; 1/2 дюйма; 1/3 дюйма; 1/4 дюйма. Последние, как правило, применяются только в сверхминиатюрных камерах, используемых для скрытого наблюдения.

По чувствительности к уровню освещенности видеокамеры делятся на пять классов:

- I – камеры, которые могут работать только при нормальном дневном освещении (при уровне освещенности $E \approx 50$ лк).

- II – камеры, способные работать при низкой освещенности вплоть до наступления сумерек ($E \approx 4$ лк).

- III – камеры, предназначенные для работы при лунном свете, соответствующем уровню освещенности от четверти луны в безоблачную ночь ($E \approx 0,1 \dots 0,4$ лк).

- IV – камеры, способные работать при уровне освещенности, создаваемой безлунным звездным небом в безоблачную ночь ($E \approx 0,0007 \dots 0,002$ лк).

- V – камеры, предназначенные для работы с дополнительными источниками ИК-излучения в условиях полного отсутствия видимого излучения.

Следует еще раз обратить внимание на то, что видеокамеры, предназначенные для работы в условиях низкого уровня освещенности, отличаются от приборов ночного видения более сложным представлением сигнала. Это

связано с необходимостью передачи его на расстояние, в то время как приборы ночного видения позволяют только фиксировать информацию, например, глазом или фотоаппаратом.

Светочувствительность или минимальная освещенность – это наименьшее количество света, необходимое камере для создания изображения приемлемого качества. Минимальная освещенность указывается в люксах (лк) – единицах измерения освещенности. Считается, что чем сильнее освещено место съемки, тем лучше получается изображение, однако света не должно быть много. Если света недостаточно, изображение будет нечетким или темным. Количество света, необходимое для создания изображения хорошего качества, зависит от камеры и от того, насколько она чувствительна к свету. Свойства света, которые анализирует люксметр, прибор для измерения освещенности, отличаются от свойств света, которые анализирует камера. Если люксметр измеряет количество падающего видимого света или света, который освещает данный объект (падающий свет), то камера фиксирует количества света, который отражается от объекта в зоне наблюдения (отраженный свет). Таким образом, показания люксметра для двух человек, находящихся в одном месте и одетых: один – в белое, другой – в черное, будут идентичными. А камера в данной ситуации захватит разное количество света, отчасти потому что человек, одетый в черное, будет отражать меньше света, чем человек, одетый в белое.

Выбирая класс видеокамеры, необходимо знать, что чувствительность E ее приемника должна отвечать условию:

$$E \leq E_0 \cdot R \cdot K, \quad (2)$$

где E_0 – общий уровень освещенности в зоне нахождения объекта наблюдения [лк]; R – коэффициент отражения объекта наблюдения; K – коэффициент пропускания объектива камеры. Значения параметров R и K приведены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Величина K зависит от значений таких параметров, как светосила и относительное отверстие объектива. Светосила объектива – степень ослабления объективом попадающего в него светового потока. Относительное отверстие объектива – отношение диаметра действующего отверстия объектива к его фокусному расстоянию. Оно показывает, во сколько раз диаметр круглого отверстия объектива меньше фокусного расстояния. Относительные отверстия объективов стандартизованы.

Вокруг объективов всегда написано значение светосилы, а также фокусное расстояние. Например, 1:2,0–2,8/5,1–12,8. В данном случае светосила объектива при минимальном увеличении составляет $F:2,0$, а при максималь-

ном – $F:2,8$ (чем больше увеличение, тем более темным получается изображение). Вторая группа указанных чисел – это величина фокусного расстояния для минимального и максимального увеличений. Поделив второе число на первое, можно определить коэффициент оптического увеличения (в данном случае – $12,8/5,1 = 2,5$, т.е оптическое увеличение объектива – $2,5\times$).

Таблица 2 – Значения параметра R

Отражающая поверхность	Коэффициент отражения, R
Кожа человека	0,15...0,25
Ткань серого цвета	0,2...0,6
Ткань желто-коричневого цвета	0,3...0,4
Ткань ярко-голубого цвета	0,35...0,6
Ткань ярко-зеленого цвета	0,5...0,75
Ткань желтого цвета	0,6...0,75
Ткань цвета слоновой кости	0,75...0,8
Ткань грязно-белого цвета	0,75...0,85
Ткань белого цвета	0,8...0,9

Таблица 3 – Значения параметра K

Светосила объектива	Относительное отверстие объектива	Коэффициент пропускания
$F:0,8$	1:0,8	0,31
$F:0,95$	1:0,95	0,2
$F:1,2$	1:1,2	0,14
$F:1,4$	1:1,4	0,1
$F:2,0$	1:2,0	0,05
$F:2,8$	1:2,8	0,025
$F:4,0$	1:4,0	0,0125
$F:5,6$	1:5,6	0,00625
$F:8,0$	1:8,0	0,003125

Зависимость уровня освещенности E_o от времени суток и состояния атмосферы представлена на рисунке 6.

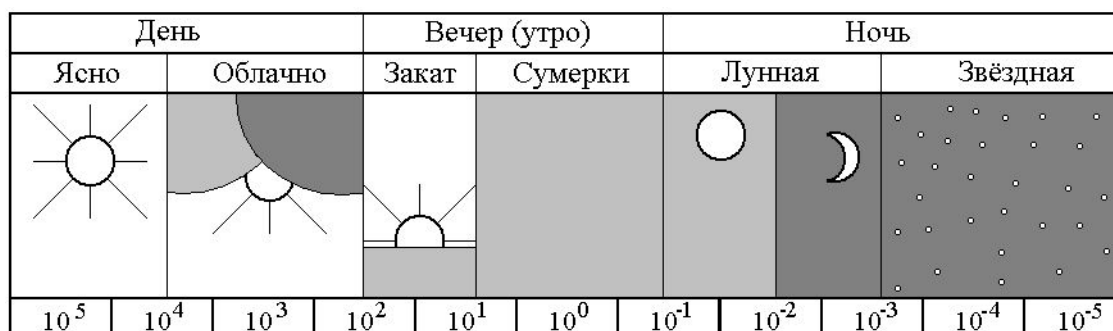


Рисунок 6 – Типовая зависимость уровня освещенности [лк] от времени суток и состояния атмосферы E_o

2 ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

1. Построить и проанализировать зависимость минимальной освещенности видеокамеры от величины относительного отверстия ее объектива.

Для расчета освещенности воспользоваться Интернет-ресурсом http://www.security-bridge.com/shkola_bezопасности/raschety_online/.

2. Определить класс и параметры видеокамер, пригодных для того, чтобы в условиях сумерек наблюдать за людьми, одетыми в одежду из ткани желтого цвета. Ответ подтвердить соответствующими расчетами. Написать характеристику одной из таких камер в формате светосила/величина фокусного расстояния.

3. Построить зависимость фокусного расстояния видеокамеры от значения ее угла обзора по вертикали. Формат видеокамеры – 2/3 дюйма. Проанализировать и обосновать полученную зависимость.

4. Построить зависимость фокусного расстояния видеокамеры от величины ее формата (угол обзора по горизонтали – 110°). Проанализировать и обосновать полученную зависимость.

Для расчета параметров, необходимых для построения зависимостей по пп.3, 4, воспользоваться Интернет-ресурсом http://www.security-bridge.com/shkola_bezопасности/raschety_online/.

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Результаты выполнения лабораторного задания.
4. Вывод по работе.
5. Ответы на контрольные вопросы.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы видеокамер выделяются? Дать краткую характеристику этих типов.
2. С использованием каких признаков классифицируются объективы видеокамеры?
3. Что такое разрешающая способность?
4. Какие элементы включает в себя видеокамера?
5. Что такое светочувствительность?
6. Каковы критерии выбора класса видеокамеры?
7. Построить и проанализировать зависимость уровня освещенности видеокамеры от времени суток.