

**Хорев Анатолий Анатольевич,  
доктор технических наук, профессор  
Московский государственный институт электронной техники  
(технический университет), г.Москва**

## **Средства скрытого видеонаблюдения и съёмки (по материалам иностранной печати)**

*В статье рассмотрены средства скрытого видеонаблюдения, построенные на основе миниатюрных видеокамер «pin-hole».*

Телевизионная камера состоит из нескольких функциональных узлов, определяющих её характеристики и, следовательно, возможность применения в тех или иных условиях.

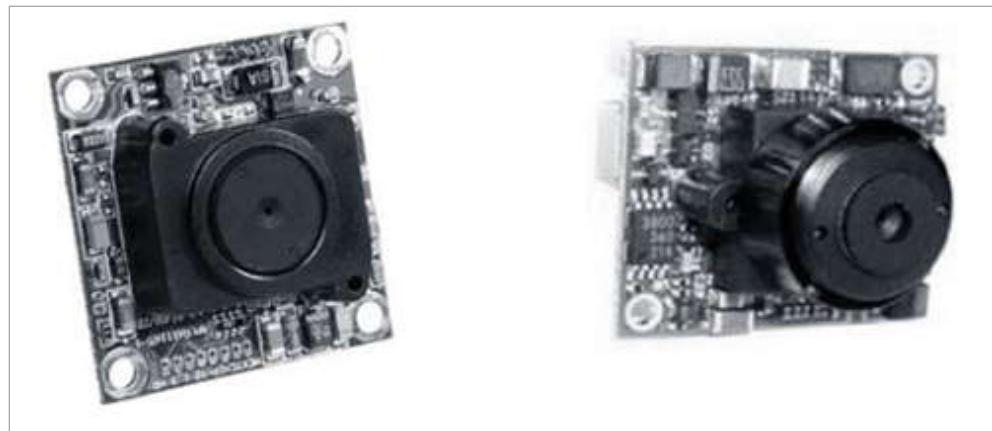
Типовая телевизионная камера содержит электронную плату с приёмником оптического излучения и блоком обработки видеосигнала на основе специализированного процессора, а также объектив.

Приёмники оптического излучения большинства современных телевизионных камер выполняются на приборах с зарядовой связью (ПЗС). К достоинствам телевизионных камер на основе матриц ПЗС можно отнести: экономичность в потреблении электроэнергии (потребляемый ток 90-200 мА при напряжении питания 12 В), малые размеры и вес, способность работать не только в видимом, но и ближнем инфракрасном диапазонах длин волн, способность получать цветные изображения с хорошим разрешением при низком уровне освещённости.

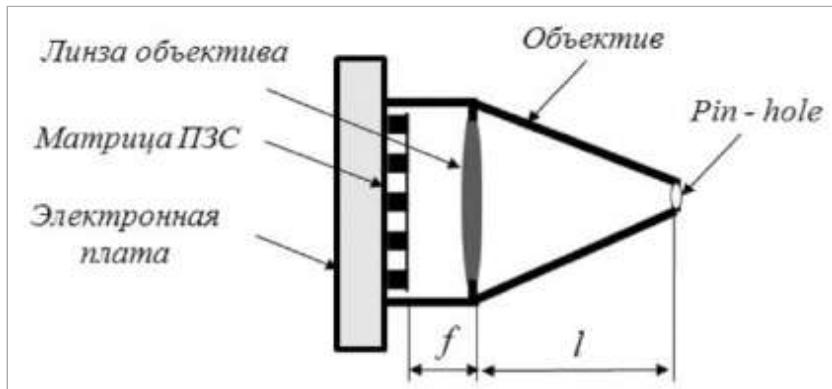
В малогабаритных камерах объектив и приёмник излучения, как правило, конструктивно объединяются в одно устройство (рис. 1) [19].

Для скрытой видеосъёмки широко используются миниатюрные видеокамеры, имеющие объектив с вынесенным зрачком «pin-hole» («игольное ушко»).

Термин «вынесенный входной зрачок», «pin-hole», применяют в тех случаях, когда плоскость диафрагмы объектива совпадает с входным зрачком, находящимся перед передней линзой объектива (в обычных объективах входной зрачок находится внутри объектива) [6]. Причём под выносом зрачка понимается расстояние от главной линзы объектива до его передней кромки.



*Рис. 1. Бескорпусные миниатюрные «pin-hole» видеокамеры,  
используемые в системах скрытого видеонаблюдения:  
а) SLC-150C (1/3"); б) DSP Sony CCD (1/4").*



**Рис. 2. Схема телевизионной камеры с объективом «pin-hole».**

Как правило, в малогабаритных системах скрытого видеонаблюдения используются однолинзовье объективы (рис. 2). Такие объективы имеют малый входной зрачок и обеспечивают съёмку через отверстие диаметром порядка 1 мм и менее. Обнаружить такое отверстие на тёмном фоне при аккуратной установке можно только при длительном, кропотливом исследовании поверхности.

В случае, когда у объектива вынесен входной зрачок, уменьшение отверстия входного зрачка или расположение его в плоскости каких-либо загораживающих предметов (сеток, щелей, и т. п.) не приводит к уменьшению угла поля зрения объектива, а лишь снижает его светосилу.

Возможность установки перед передней линзой маленьких отверстий, сеток или щелей обеспечивает маскировку камеры для проведения скрытого наблюдения.

Какую бы форму не имел объектив «pin-hole», диаметр его входного отверстия находится в определённой зависимости от расстояния между самим отверстием и приёмником оптического излучения (ПОИ). Британский физик Релей выразил зависимость оптимального диаметра отверстия «pin-hole»  $d$ , мм, от расстояния до плоскости проекции изображения  $l$ , мм, следующей формулой [3]

$$d \approx 0,04 * \sqrt{7} , (1)$$

У современных объективов «pin-hole», используемых в системах скрытого видеонаблюдения, вынос зрачка составляет от 0,5 до 5,0 мм [6].



**Рис. 3. Внешний вид миниатюрных матриц ПЗС, используемых в системах скрытого видеонаблюдения.**

Кроме выноса зрачка к основным характеристикам объектива «pin-hole» относятся фокусное расстояние и относительное отверстие [8].

Фокусное расстояние объектива «pin-hole»  $f$  - это расстояние от центра передней линзы объектива до фокальной плоскости, на которой размещается матрица ПЗС (рис. 2).

Объективы «pin-hole», как правило, имеют постоянное фокусное расстояние. Фокусное расстояние объектива определяет угол зрения камеры. В системах скрытого видеонаблюдения используются объективы с малым фокусным расстоянием (2,8-3,7 мм), обеспечивающим угол поля зрения камеры 60-90°.

Относительное отверстие объектива  $\theta$  зависит от фокусного расстояния  $f$  мм, и диаметра входного зрачка  $d_0$ , мм, и рассчитывается по формуле [8]

$$\theta = d_0/f, \quad (2)$$

Диаметр входного зрачка  $d_0$ , через который проходит световой поток, называется апертурной диафрагмой. Именно эта величина определяет дифракционный предел разрешения объектива. У объективов типа «pin-hole» диафрагма отсутствует, поэтому в соответствии с критерием Релея предельное угловое разрешение объектива типа «pin-hole»  $2\delta$ , рад, можно рассчитать по формуле [1]

$$2\delta \approx 1,22 \times 10^{-3} * (\lambda/d_0), \quad (3)$$

где  $\lambda$  - длина волны оптического излучения, мкм;  $d_0$  - диаметр входного зрачка объектива, мм.

Величина, обратно пропорциональная относительному отверстию объектива, называется диафрагменным числом  $F$ , или просто диафрагмой, то есть  $F = 1/\theta$ .

От относительного отверстия объектива в значительной степени зависит освещённость ПОИ. Величина, характеризующая степень ослабления объективом светового потока, называется светосилой объектива.

Геометрическая светосила  $J$  объектива пропорциональна площади действующего отверстия объектива [8]

$$J \sim (\pi/4) * \theta^2, \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что чем больше относительное отверстие, тем больше освещённость матрицы ПЗС. Таким образом, диафрагмирование уменьшает освещённость приёмника излучения.

Основными недостатками объективов «pin-hole» по сравнению с обычными являются значительно меньшая светосила и более низкая разрешающая способность. Кроме того, у объективов «pin-hole» обычно отсутствует автодиафрагма. Это затрудняет работу телекамеры при больших перепадах освещённости на объекте. Поэтому в современных камерах применяется электронный затвор, диапазон изменения которого достаточно широк.

Изображение фокусируется объективом камеры на матрицу ПЗС, которая состоит из множества светочувствительных элементов - пикселов. Внешний вид матриц ПЗС представлен на рис. 3 [17, 36].

**Таблица 1. Соотношение формата матрицы ПЗС и её размеров**

Формат матрицы, дюйм	Формат изображения	Ширина, мм	Высота, мм	Диагональ, мм	Площадь, мм <sup>2</sup>
1/4"	4:3	3,2	2,4	4,0	7,68
1/3"	4:3	4,8	3,6	6,0	17,28
1/2"	4:3	6,4	4,8	8,0	30,72
2/3"	4:3	8,8	6,6	11,0	58,08
1"	4:3	12,8	9,6	16,0	122,88
4/3"	4:3	18,0	13,5	22,5	243,00

Для получения цветного изображения используют светочувствительные элементы, каждый из которых состоит из четырёх пикселов. На каждый пиксель наносится световой фильтр, пропускающий свет соответствующего диапазона длин волн с известной цветовой схемой RGB (красный - зеленый - синий). Фильтры располагаются группами по четыре, так что на два зеленых приходится по одному синему и красному.

Каждый пиксель при попадании на него света за время экспозиции накапливает электрический заряд, пропорциональный интенсивности светового потока. Эти заряды считаются и преобразуются в видеосигналы.

К основным параметрам матрицы ПЗС относятся: формат, чувствительность и разрешение.

Матрицы ПЗС выпускаются прямоугольной формы с соотношением сторон 4:3. Размер матрицы ПЗС определяется её форматом. Формат - это диагональный размер видикона, формирующего изображение, эквивалентное изображению, формируемому матрицей ПЗС. Формат измеряется в дюймах и принимает значения 1/2", 1/3", 1/4" и т.п. (1 дюйм равен 2,54 см). Наиболее часто в камеры скрытого наблюдения устанавливают матрицы формата 1/3" и 1/4".

Соотношение формата матрицы ПЗС и её размеров показано в табл. 1 [12].

Формат матрицы определяет угол обзора телевизионной камеры  $2W$ , град,

## **2W≈57,3\*(L/f), (5)**

где L - диагональ матрицы, мм;  
f - фокусное расстояние объектива, мм.

С одинаковыми объективами телевизионная камера на основе матрицы формата 1/2" имеет больший угол обзора, чем камера с матрицей формата 1/3".

Для увеличения угла обзора телевизионная камера с матрицей малого формата должна иметь объектив с малым фокусным расстоянием. При этом качество телевизионного изображения будет определяться светосилой объектива, то есть количеством света, которое будет проходить через него и попадать на ПОИ. Чем выше светосила объектива, тем меньше нужно времени экспозиции для получения изображения необходимого качества.

Размеры чувствительного элемента (пикселя) современных миниатюрных матриц ПЗС составляют от 4,75 до 12 мкм [16].

Следующий важный параметр телевизионной камеры - её чувствительность. Этот параметр определяет качество работы камеры при низкой освещённости.

Наиболее часто под чувствительностью понимают минимальную освещённость объекта (scene illumination), при которой отношение сигнал/шум на выходе матрицы ПЗС при максимальном времени экспозиции равно некоторой пороговой величине (например, при отношении сигнал/шум, равному единице).

В этом случае чувствительность зависит не только от характеристик самой матрицы ПЗС, но и от коэффициента яркости объекта, и характеристик объектива (обычно указывают минимальную освещённость на объекте, измеренную при коэффициенте яркости объекта 0,75 и фиксированной диафрагме объектива).

В некоторых случаях под чувствительностью понимают минимальную освещённость непосредственно матрицы ПЗС (image illumination), при которой отношение сигнал/шум на её выходе при максимальном времени экспозиции равно пороговой величине.

В видимом и ближнем инфракрасном диапазонах электромагнитных волн спектральную освещённость матрицы ПЗС  $E_{\lambda}^*$ , лк/мкм, можно рассчитать по формуле [7]

$$E_{\lambda}^* \approx 0,25 * \theta^2 * \tau_{0,\lambda} * \tau_{\Phi,\lambda} * E_{\lambda} * r_{\lambda}, \quad (6)$$

где  $r_{\lambda}$  - спектральный коэффициент яркости объекта;  
 $E_{\lambda}$  - спектральная освещённость объекта, лк/мкм;  
 $\tau_{0,\lambda}$  - спектральный коэффициент пропускания объектива;  
 $\tau_{\Phi,\lambda}$  - спектральный коэффициент пропускания светофильтра.

Коэффициент пропускания света объективом зависит от количества элементов в его оптической схеме, от марки оптического стекла и от качества обработки поверхностей. Для практических расчётов значение коэффициента пропускания можно принять равным 0,85 для высококачественных объективов, 0,785 - для стандартных и 0,6 - для дешёвых объективов с оптическими элементами из пластмассы.

Чувствительность большинства современных монохромных телевизионных камер - порядка 0,01-1 лк (при F1,2). Для эффективной работы наиболее чувствительных камер вполне достаточно лунного света (табл. 2).

Произведение освещённости матрицы ПЗС ( $E^*$ ) на время её освещения ( $t$ ) называется «экспозицией» ( $H$ ). В Международной системе единиц (СИ) экспозицию выражают в лк<sup>\*</sup>с (люксах на секунды) [10].

Экспозиция должна быть такой величины, чтобы позволить светочувствительному элементу получить количество света, нужное для обеспечения требуемого отношения сигнал/шум на выходе матрицы ПЗС. Чем больше светочувствительность матрицы, тем меньшая требуется экспозиция.

С чувствительностью тесно связан параметр отношение «сигнал/шум» (signal to noise) или сокращенно - с/ш (s/n). Эта величина измеряется в децибелах:

$$\text{с/ш} = 20 \lg(U_c/\sigma_w), \quad (7)$$

где  $U_c$  - амплитуда сигнала;

$\sigma_{\text{ш}}$  - среднеквадратическое значение амплитуды шума.

Например, с/ш = 60 дБ, означает, что амплитуда сигнала в 1000 раз больше уровня шума. Для получения изображения хорошего качества необходимо обеспечить отношение сигнал/шум на выходе камеры около 46-50 дБ. При отношении сигнал/шум около 30 дБ на экране монитора видны помехи в виде беспорядочных точек («снег» или «рябь»), а при 20 дБ изображение практически невозможно распознать [2].

Нередко чувствительность камеры указывают для «приемлемого» уровня сигнала, под которым подразумевается такой уровень сигнала, при котором отношение сигнал/шум составляет 24 дБ. Это - эмпирически определённое предельное значение отношения сигнал/шум, при котором изображение ещё можно распознать.

Немаловажной характеристикой матриц ПЗС является их спектральная чувствительность. В большинстве случаев чувствительность чёрно-белых камер существенно (по сравнению с человеческим глазом) сдвинута в инфракрасный диапазон (рис. 4). Спектральная чувствительность цветных камер близка к спектральной чувствительности человеческого глаза (рис. 5).

В течение суток освещённость на контролируемом объекте, как правило, претерпевает существенные изменения. Для поддержания постоянной экспозиции при изменении уровня освещённости матрицы ПЗС используют встроенный в камеру автоматический электронный затвор (electronic shutter) или объектив с автоматической диафрагмой (autoiris).

У камер с объективом «pin-hole» автодиафрагма отсутствует, поэтому управление экспозицией осуществляется только электронным затвором, который предназначен для изменения времени накопления заряда элементов ПЗС-матрицы камеры в зависимости от её освещённости. По назначению он практически аналогичен автодиафрагме объектива. Скорость переключения затвора (время накопления) определяется процессором. В современных камерах используют затворы со скоростью срабатывания от 1/50 до 1/120000 с [24-30].

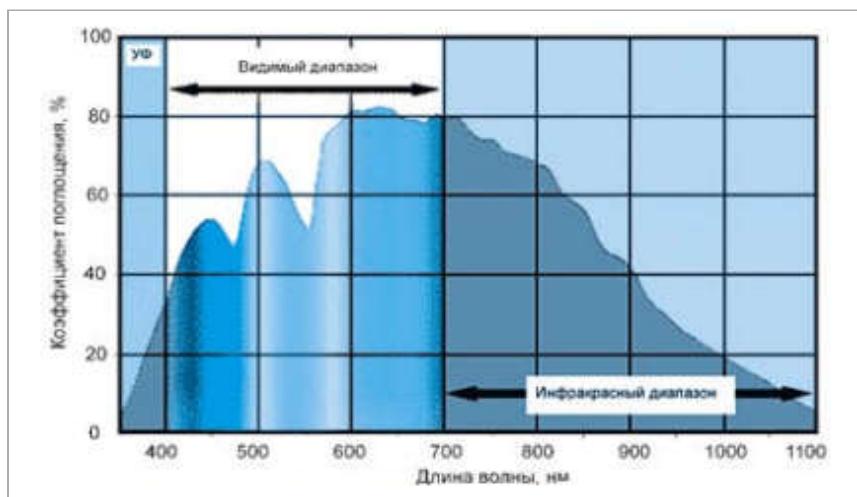


Рис. 4. Спектральная чувствительность чёрно-белой матрицы ПЗС.

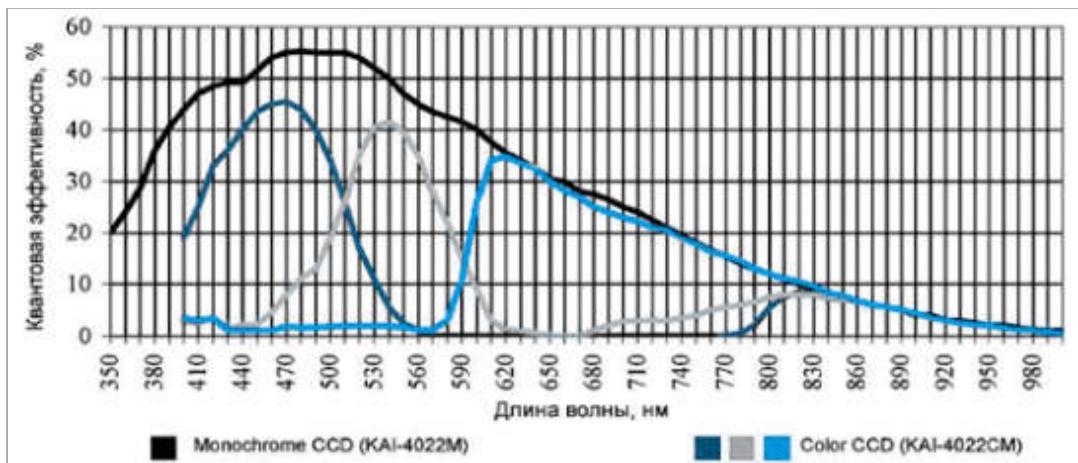


Рис. 5. Спектральная чувствительность цветной матрицы ПЗС.



**Рис. 6. Видеокамеры «pin-hole» в обычном исполнении.**

Важный параметр телевизионной камеры - разрешение. Этот параметр определяет возможности камеры по воспроизведению мелких деталей изображения: чем выше разрешение, тем меньшие по размеру объекты можно распознать на изображении. Разрешение измеряется в телевизионных линиях (ТВЛ) и зависит как от числа пикселов в матрице, так и от параметров блока обработки изображений телевизионной камеры.

Разрешение камер определяется экспериментально по специальной телевизионной тест-таблице, в которой изображены группы чёрных и белых линий, расстояние между которыми соответствует определённому разрешению. За разрешение камеры принимается разрешение той группы, в которой линии распознаются раздельно. Поэтому единица измерения разрешения и называется телевизионной линией.

Разрешение по вертикали у всех камер ограничено телевизионным стандартом - 625 строк телевизионной развёртки. Основное различие камер состоит в разрешении по горизонтали, и именно оно обычно указывается в технических характеристиках камеры.

На разрешение камеры, главным образом, влияет размер матрицы ПЗС и количество светочувствительных элементов. Принято считать, что надёжно передаётся количество линий, не превышающее  $\frac{3}{4}$  от числа ячеек. То есть, при размере матрицы 520 элементов разрешение будет составлять 390 ТВЛ.

От фокусного расстояния и диаметра входного зрачка объектива, а также от размера элемента ПЗС зависит вероятность опознания объекта [9].

Блок обработки видеосигнала современной цифровой камеры осуществляет преобразование выходного сигнала матрицы ПЗС в видеосигнал, усиливает его для последующего аналого-цифрового преобразования, осуществляет аналого-цифровое преобразование сигнала, цифровую обработку сигнала и его преобразование в стандартный телевизионный сигнал (стандарты PAL или NTSC).

Автоматическая регулировка усиления в электронной схеме камеры поддерживает требуемый уровень сигнала на выходе видеоусилителя (обычно эта величина составляет 46-50 дБ) при изменении на 15-20 дБ и более уровня сигнала на выходе ПЗС матрицы - входе видеоусилителя [2].

Применяемая в видеоусилителе гамма-коррекция видеосигнала позволяет производить точную настройку контрастности изображения, создаваемого цветной видеокамерой на видеомониторе.

Цифровая обработка видеосигнала (DSP) в видеокамерах позволяет значительно расширить динамический диапазон, осуществлять переключение режима «день-ночь», чёрно-белого и цветного режима и т.д.

Портативные телевизионные камеры выпускаются в обычном и миниатюрном исполнении (рис. 6 и 7 [27, 33]).

Камера TEL PH (рис. 6а) имеет разрешение 570 ТВЛ по горизонтали (Г) и 480 ТВЛ по вертикали (В). Чувствительность камеры 0,00002 лк (F1,4).

Коэффициент усиления 8-38 дБ обеспечивает отношение сигнал/шум 52 дБ [33].

Миниатюрная видеокамера «pin-hole» TEL ULTRAMINI, представленная на рис. 7б, в диаметре составляет 8 мм, имеет чувствительность 0,1 лк (F1,2) и обеспечивает разрешение 380 ТВЛ. Питание камеры осуществляется от внешнего источника питания напряжением 9-12 В [33].

В целях обеспечения скрытности наблюдения видеокамеры могут маскироваться под предметы повседневного обихода, например, книгу, папку-скоросшиватель, огнетушитель, настенные часы и т.д. Они могут быть

установлены в электрические розетки, радио- и электроаппаратуру, бытовую технику, в рамы картин, плинтусы, карнизы и т.д.

Часто миниатюрные видеокамеры устанавливаются в датчиках пожарной и охранной сигнализации.

Миниатюрные камеры можно скрытно установить практически в любом месте, даже в цветочном горшке.

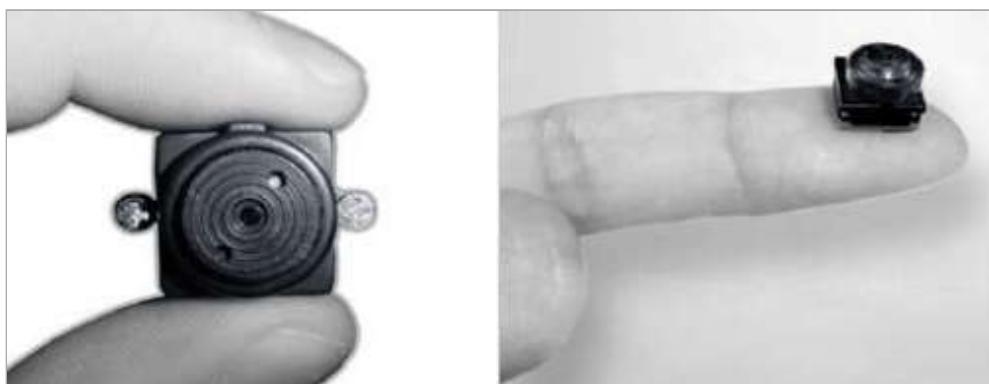
Носимые системы скрытого видеонаблюдения камуфлируются под дипломаты, барсетки, ручки, часы, пачки сигарет, пульты радиосигнализации и т.п. Они могут быть установлены непосредственно в одежду (например, галстук или зажим галстука, поясную пряжку, пуговицу и т.д.).

К основным недостаткам таких систем относятся жёсткие ограничения на габариты и массу аппаратуры и небольшая ёмкость аккумуляторов, ограничивающая время непрерывной записи [5].

Видеокамеры могут скрытно устанавливаться в ограждающих конструкциях (например, в стенах или потолке). При этом размеры и масса видеокамеры не имеют существенного значения, поэтому такие системы обладают лучшими характеристиками по сравнению с камерами, закамуфлированными под различные предметы интерьера. Основными недостатками таких систем являются сложность и трудоёмкость монтажа, невозможность изменения ориентации и поля обзора, проведения технического обслуживания или ремонта (например, замену объектива) и т.д. [5]

Установка камеры в бытовые радио- и электроприборы занимает значительно меньше времени, чем установка её в ограждающую конструкцию. Камеры устанавливаются, как правило, в приборы, местоположение которых в помещении остаётся постоянным, например, телевизор, музыкальный центр, СВЧ-печь и т.д. При установке камеры в радио- и электроприборы, постоянно питающиеся от сети 220 В, 50 Гц, время её работы практически не ограничено. При установке камеры в небольшие по размеру приборы, например, электрочасы, важную роль играют размеры камеры.

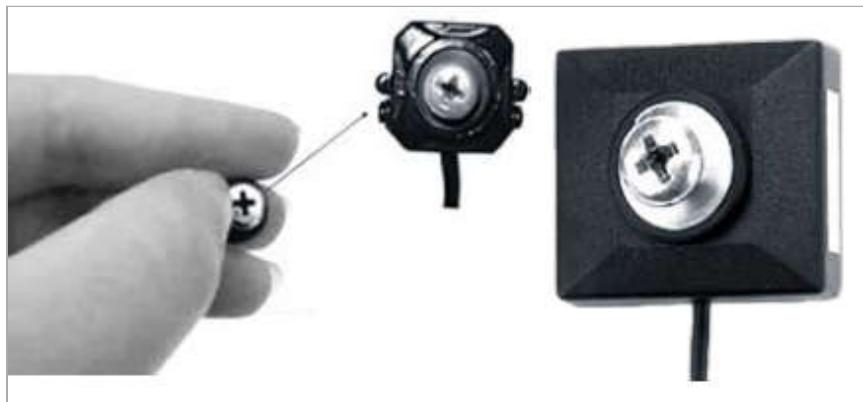
В небольшие по размерам предметы (например, сувениры) устанавливаются малогабаритные камеры с автономными источниками питания. Место их установки выбирается в зависимости от решаемой задачи видеосъёмки (например, предмет устанавливают так, чтобы в поле зрения камеры попадала клавиатура ПЭВМ или экран монитора).



**Рис. 7. Видеокамеры «pin-hole» в миниатюрном исполнении.**



**Рис. 8. Видеокамеры «pin-hole», встроенные в электрическую розетку (а) и пассивный инфракрасный датчик (б).**



**Рис. 9. Видеокамеры «pin-hole», встроенные в шурупы.**

**Таблица 3. Основные характеристики миниатюрных телевизионных камер**

	<b>TEL VITE</b>	<b>TEL INC</b>	<b>TEL PH</b>
Вид исполнения	Шуруп	Электрическая розетка	ИК- датчик
Тип объектива		Pin-hole	
Угол поля зрения, град	90	61	
Разрешение, ТВ-линий		380	570 (Г); 480 (В)
Чувствительность, люкс	0,2	0,1	0,00002
Питание, В	DC: 9	DC: 12	F1,4.
Примечание	Размеры 27x27x12 мм		Коэффициент усиления 8-38 дБ. Отношение сигнал/шум 52 дБ

Внешний вид некоторых камуфлированных видеокамер представлен на рис. 8 и 9, а их основные характеристики приведены в табл. 3 [23,27,31,32, 33].

Питание видеокамер и передатчиков может осуществляться либо от встроенных аккумуляторов, при этом время работы, как правило, не превышает несколько часов, либо от электросети 220 В, при этом время их работы практически не ограничено.



**Рис. 10. Портативная цифровая система видеозаписи на базе цифрового видеорекодера Butterfly.**



Рис. 11. Цифровой видеорекодер *Butterfly*.

Видеоизображения с телевизионных камер могут записываться на цифровые накопители или передаваться на приёмный пункт по проводной линии или по радиоканалу. Как правило, одновременно с видеоизображением передаётся и звук.

В качестве примера на рис. 10 представлена портативная цифровая система видеозаписи на базе цифрового видеорекодера *Butterfly*. Она включает цифровой видеорекодер *Butterfly*, миниатюрную цветную видеокамеру *Omni Vision RGB* размером 1/4" и выносной электретный микрофон *Knowles* серии FG [14].

Видеорекодер *Butterfly* выполнен в алюминиевом корпусе. Его размеры (без карты памяти) составляют 48x37x6,5 мм, а вес -12 г. Он легко помещается на ладони человека (рис.11) [14].



Рис. 12. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в настольные (а) и настенные (б) часы.



Рис. 13. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в калькулятор (а) и книгу (б).

Видеорекодер имеет встроенный литий-полимерный аккумулятор напряжением 3,7 В и ёмкостью 900 мА/ч, обеспечивающий видео- и аудиозапись в течение 2-3 часов.

Для записи используется выносная миниатюрная цветная видеокамера (1/4") с объективом типа «pin-hole» (фокусное расстояние 3,6 или 5 мм). Разрешение 640x480 пикселов. Камера имеет размеры 18x14,8x9,8 мм,

включая объектив и камуфляж, и весит 15 г. Длина выносного кабеля - 1,5 м. Питание камеры (DC 4В) осуществляется от видеорекодера [14].

Запись видео- и аудиоинформации осуществляется на съёмную карту памяти (Compact) видеорекодера объёмом до 4 ГБ. Скорость записи 25 или 30 кадров в секунду (переключаемая). Формат записи - AVI, MJPEG или WAV. В системе предусмотрены режимы записи по таймеру и датчику движения [14].

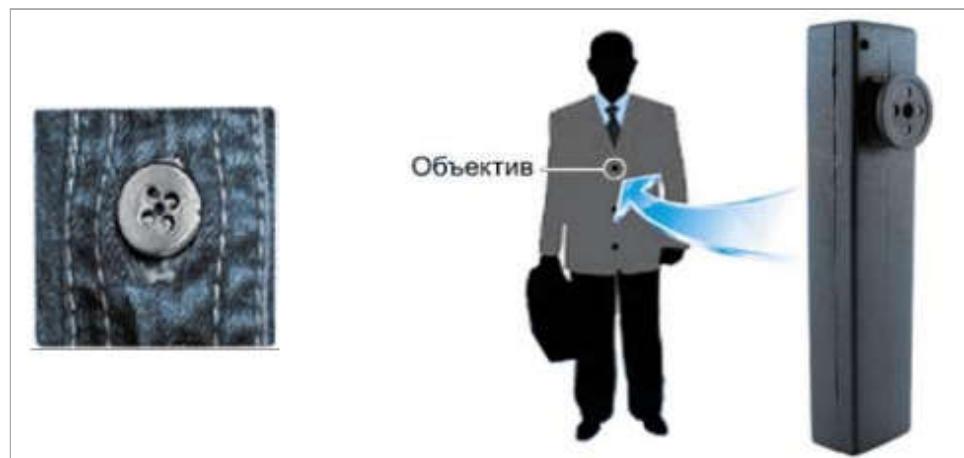
На базе цифровых видеорекодеров выпускаются камуфлированные системы скрытой видеозаписи. Некоторые из них представлены на рис. 12-22 [15-37].

Несмотря на небольшие размеры, эти системы обладают довольно хорошими характеристиками.

Например, система скрытой видеозаписи,строенная в авторучку, при размерах 13x140 мм обеспечивает непрерывную запись звука и видеоизображения с разрешением 736x576 в формате AVI в течение полутора часов. Скорость записи - 30 кадров в секунду. Камера оснащена матрицей ПЗС формата 1/4" и объективом «pin-hole» с диаметром зрачка 2,8 мм. Угол поля зрения камеры - 67°. Камера имеет от 2 до 8 ГБ внутренней памяти и возможность подключения дополнительно микро SD-карты объёмом до 8 ГБ. Существует возможность проводить фотосъёмку с разрешением снимков 1280x960 [24].



**Рис. 14. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в зажигалку.**



**Рис. 15. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в полу пиджака (объектив камеры закамуфлирован под пуговицу).**



**Рис. 16. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в пряжку ремня.**



**Рис. 17. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в ID - карту.**



**Рис. 18. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в брелок.**



**Рис. 19. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в галстук**



**Рис. 20. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в авторучку.**



**Рис. 21. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в авторучку.**



**Рис. 22. Система скрытой видеозаписи на базе цифрового видеорекодера, встроенная в наручные часы.**



**Рис. 23. Видеопередатчики:**

- а) TXV500MW (частота 1,2 - 2,4 ГГц; мощность - 500 мВт; питание 12В; размер 26x50x9 мм);  
б) TXV 100MW (10 каналов в диапазоне частот 1,0 - 2,7 ГГц; мощность - 100 мВт).**

Камера, встроенная в наручные часы, обеспечивает аудио- и видеозапись с частотой до 30 кадров в секунду и разрешением 640x480 в формате AVI. Изображение и звук хранятся в энергонезависимой внутренней памяти объемом 4 Гб. Время непрерывной записи - до 70 минут [13].

Для передачи видеоизображений на приёмный пункт используются специальные видеопередатчики.

С целью сокращения полосы частот передаваемого сигнала может применяться амплитудная модуляция несущей частоты передатчика видеосигналом с передачей только одной боковой полосы (однополосная модуляция).

Если требуется передавать не только видеоизображение, но и звук, то совместно с видеокамерой устанавливается микрофон, соединённый с видеопередатчиком. Для передачи звукового сопровождения, как правило, используется частотная модуляция.

Для передачи изображений в основном используется диапазон частот от 800 до 2500 МГц. Но могут использоваться и другие диапазоны частот, например, 270-330 МГц; 5725-5875 МГц; 10,5 ГГц [11, 25, 35].

При мощности излучения 10 мВт теоретически дальность передачи видеоизображения может составлять до 100 м. Однако в реальных условиях она значительно меньше. Для передачи изображений в условиях города на расстояние 100 м необходима мощность передатчика 50-300 мВт.

Видеопередатчики имеют небольшие размеры и вес. Например, видеопередатчик GS SMA PLL (рис. 24а) имеет размеры 45x35x9 мм и весит 30 г. Для передачи используются 4 фиксированных канала в частотных диапазонах 1200-1600 МГц (900-2600 МГц). Ширина спектра сигнала 6,5 (5,5) МГц. При передаче используется FM модуляция аудиосигнала.

Напряжение питания 12В. Мощность передатчика - переключаемая 50/200 мВт. При данной мощности предельная дальность передачи информации составляет до 1300 м на открытом пространстве, до 200 м - в городе [21].

Видеопередатчики могут конструктивно объединяться с телевизионными камерами (рис. 24б и 25).

Например, система передачи видеоизображений SIM-VLT-125 Miniature TX (рис. 25б) весит 50 г и включает передатчик размером 15(H)x25,4(W)x10,2 мм и миниатюрную 1/4" CCD камеру WT-660D размером (включая объектив) 30(H)x30(W)x16(D) мм. В камере используется стандартный объектив диаметром 015 мм: F 2,0/3,8 мм; угол зрения - 51°x41°. При размерах матрицы ПЗС 537x597 пикселов камера обеспечивает разрешение 35 ТВЛ. Мощность передатчика 100 мВт, частота передачи 1250 МГц [35].



**Рис. 24. Миниатюрные видеопередатчики.**



**Рис. 25. Миниатюрные видеокамеры, комплексированные с видеопередатчиками: а) SIM-VLT-241/IA; б) SIM-VLT-125.**

На рис. 24б представлена комплексированная с видеопередатчиком телевизионная камера, выполненная в сверхминиатюрном исполнении. Основные характеристики камеры представлены в табл. 4 [32].

При размерах 15x15x20 мм телевизионная система способна передавать звук и изображение с разрешением 380 ТВ-линий на расстояние от 50 до 100 м.

В целях обеспечения скрытности видеопередатчики могут маскироваться под различные предметы интерьера, бытовую технику и т.д. Они могут быть замаскированы даже в пачку сигарет или авторучку.

**Таблица 4. Основные характеристики сверхминиатюрного видеопередатчика**

Размеры, мм	15x15x20
Вид камеры	CCD 1/4"
Стандарт	PAL/CCIR NTSC/EIA
Размер матрицы ПЗС (пикс)	PAL 628x582; NTSC 510x492
Линейные размеры матрицы ПЗС, мм	PAL: 5,78x4,19; NTSC: 4,69x3,45
Разрешение, ТВЛ	380
Частота, Гц	PAL/CCIR: 50; NTSC/EIA: 60
Минимальное освещение, лк	3
Вид передаваемого сигнала	Изображение/звук
Мощность передатчика, мВт	50/300
Диапазон частот, ГГц	2,4
Дальность передачи, м	50/100
Питание, В	DC: 9



**Рис. 26. Миниатюрный видеопередатчик PKI5700, закамуфлированный под пачку сигарет.**



**Рис. 27. Миниатюрный видеопередатчик DVR-RF, закамуфлированный под авторучку.**

В системе PKI 5700, закамуфлированной в пачку сигарет (рис. 26), используется миниатюрная черно-белая (разрешение 420 ТВЛ; чувствительность 1 лк; объектив: фокусное расстояние 4,3 мм; F 2,8; угол зрения 78°) или цветная (разрешение 380 ТВЛ; чувствительность 1 лк; объектив: фокусное расстояние 4,6 мм; F2,8; угол зрения 45°) камеры.

Передатчик настраивается на один из 5 или 16 каналов в частотных диапазонах 2,3 ГГц, 2,4 ГГц или 5,8 ГГц (5,725-5,875 ГГц; 5,65-5,95 ГГц). Мощность передатчика 10, 25, 40 или 200 мВт. Время работы от 9 В батареи до 4 часов [11, 34].

На рис. 27 представлен видеопередатчик DVR-RF, закамуфлированный под авторучку. При использовании пяти элементов питания типа LR4440 он обеспечивает передачу звука и цветного видеоизображения на дальности до 100 м в течение 40 минут. Основные характеристики видеопередатчика и приёмника представлены в табл.5

**Таблица 5. Основные характеристики сверхминиатюрного видеопередатчика**

<b>Видеопередатчик</b>	
Вид камуфляжа	Авторучка
Частотный диапазон	2,4-2,4835 ГГц
Количество каналов	4
Дальность передачи информации	До 100 м в свободном пространстве
Питание	DC: 6-7,5 В (5 элементов LR44 ). Внешнее: 9 В (типа «Крона»)
Время работы от элементов питания	40 мин (5LR44); 6 ч («Крона»)
Вид сигнала	Цветное изображение/звук
Разрешение MTSC	250 000 пикселов
Объектив	Фокусное расстояние 5,6 мм. Угол поля зрения 69°. F 2,0
Размеры	145x20x14,5 мм
Вес	35 г
Примечание	Встроенный высокочувствительный микрофон
<b>Приёмник</b>	
Частотный диапазон	2,4-2,4835 ГГц
Количество каналов	4
Размеры	77x70x22 мм

Питание  
Видео вход/выход

Внешнее: DC: 7,5В  
1 В /75 Ом



Рис. 28. Видеопередатчики, встроенные в пожарный датчик (а) и пассивный инфракрасный датчик (б).



Рис. 29. Портативные телевизионные передатчики, закамуфлированные под мягкие игрушки.

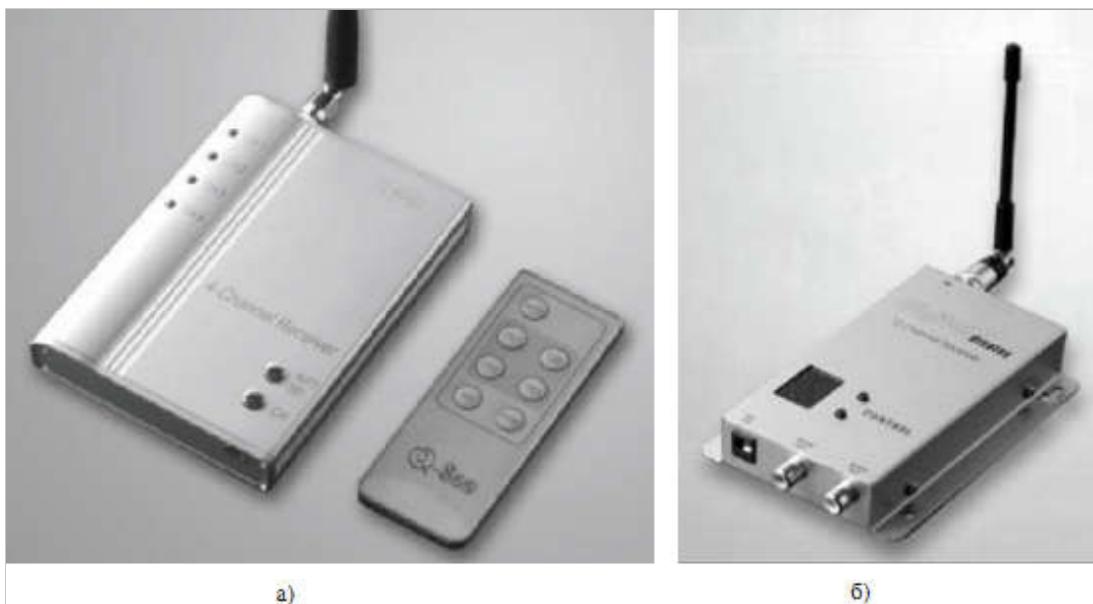


Рис. 30. Видеоприёмные устройства, работающие в диапазоне частот 2,4 ГГц:  
а) RXV4CH (4-х канальное); б) RXVDIG-12 (12-ти канальное).



**Рис. 31. Видеоприёмные устройства:**

**а)** видеоприёмное устройство с видеорекодером DVR-RF (диапазон частот 2,4 ГГц; 4 канала; чувствительность - 85 dBm; запись в цифровом виде изображения и звука; встроенная память - 512 Мб);

**б)** приёмный пункт системы видеонаблюдения RXV PRO.

На рис. 28 представлены видеопередатчики, встроенные в пожарный и пассивный инфракрасный датчики, а на рис. 29 - видеопередатчики, закамуфлированные под мягкие игрушки.

Для приёма телевизионных сигналов используются специальные телевизионные приёмники (рис. 32) [24-26]. Телевизионные приёмники имеют встроенные микропроцессоры, позволяющие автоматизировать ряд операций по поиску и приёму сигналов. Внешний вид некоторых из них приведён на рис. 30 и 31 [33].



**Рис. 32. Система скрытого видеонаблюдения с передачей информации по радиоканалу.**

**Таблица 6. Основные характеристики системы передачи видеоизображений SIM-Milan Lite**

<b>Система</b>	
Видеосигнал	Стандартный цветной или черно-белый
Видеоформат	PAL или NTSC/400 TVL
Частотный диапазон аудиосигнала	2x(0,2-6 кГц)
Частоты каналов	1050 МГц; 1140 МГц; 1220 МГц
Ширина спектра сигнала	8,7 МГц
Скорость передачи информации	17 Мбит/с
Передатчик	
Напряжение питания	DC: 3,3 - 5 В
Мощность передатчика	250 мВт
Размеры	130x40x8 мм
Вес	40 г
<b>Приёмник</b>	

Чувствительность	< 5 мкВ (при с/ш = 6 дБ)
Время записи	74 мин на 4 Gb SD карту памяти
Напряжение питания	DC:3,3-4,2 В
Размеры	206x28x14 мм

Видеопередатчики совместно с видеоприёмником составляют систему передачи видеоизображений (рис. 32).

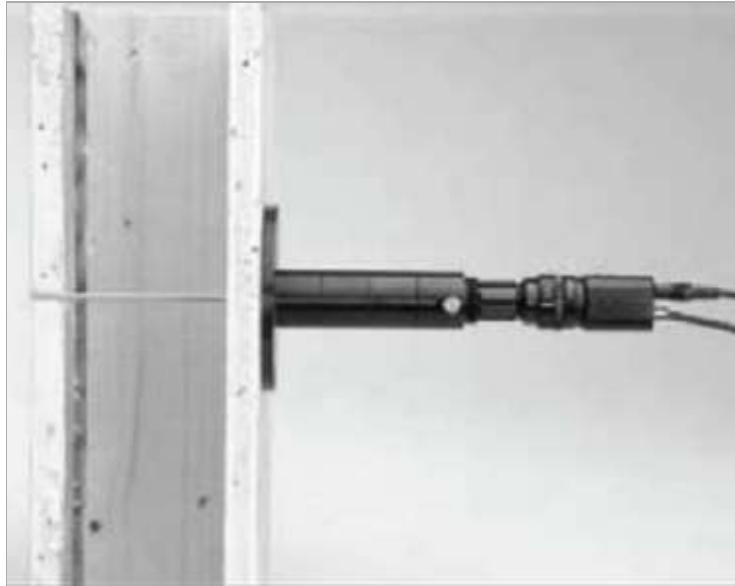
Характеристики типовой системы передачи телевизионных изображений приведены в табл. 6 [35].

Наблюдение принимаемых видеосигналов осуществляется или непосредственно на экранах встроенных в приёмники мониторов (рис. 31а), или на экранах цифровых накопителей, или на экранах комплексов приёма видеоизображений (рис. 31б).

В профессиональных комплексах скрытого видеонаблюдения приёмная аппаратура, включающая приёмное устройство, видеореко-дер, монитор, систему дистанционного управления и систему автономного электропитания, размещается в специальных кейсах (рис. 31б) и может быть быстро развернута практически в любом месте, включая автомашину.

**Таблица 7. Основные характеристики цифровых систем передачи видеоизображений**

	<b>SIM-Milan Pro TX</b>	<b>SIM-Blackbird TX 240 Crypto</b>	<b>SIM-Blackbird Pro TX 01</b>
Частотный диапазон, МГц	270 - 330; 760 - 830	2400	220 - 2500 5725 - 5875
Формат сигнала	MPEG - 2		
Аудиоканалы, шт	2		
Максимальная скорость передачи данных, Мбит/с	8	15	28
Шифрование данных	Есть		
Вид модуляции сигнала	COFDM		



**Рис. 33. Схема установки системы видеонабл  
MODEL 135460 в стенной перегородке.**

Приёмный пункт системы видеонаблюдения RXV PRO обеспечивает приём телевизионных и аудиосигналов в диапазоне частот от 900 до 2200 МГц. Ширина полосы видеосигнала составляет 6 МГц, а с аудиоканалом - 7,5 МГц. Полоса аудиосигнала от 50 до 15000 Гц [34].

Наряду с аналоговыми системами передачи телевизионных изображений для скрытого видеонаблюдения используются и цифровые системы, основные характеристики некоторых из них приведены в табл. 7 [35].

Тактика применения систем скрытого видеонаблюдения аналогична тактике применения акустических закладо и во многом зависит от возможности доступа в контролируемое помещение.

Если установка закладных устройств телевизионного типа в контролируемом помещении невозможна, но имеется неконтролируемый доступ в смежное помещение, для видеонаблюдения могут использоваться эндоскопы. Видеонаблюдение может осуществляться через различные отверстия ограждающих помещение конструкций (подвесные потолки, замочные скважины, вентиляционные шахты и т.п.), а также через специально просверленные для этой цели отверстия в стенах.

На рис. 33 приведена одна из таких систем [32]. Диаметр отверстия составляет от 2,5 до 4,75 мм. В системе используются 7" и 11" линзы. Угол поля обзора системы может изменяться от 15° до 55°. Возможно изменение линии визирования в пределах 15°.

## Литература

1. Дифракционный предел разрешения оптических инструментов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://physics.ru/courses/op25part2/content/chapter3/section/paragraph9/theory.html>.
2. Как выбирать видеокамеры ССТ^7 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tvgarant.ru/vk-cctv.html>.
3. Камера пинхол. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.creativestudio.ru/articles/pinhole.php>.
4. Основные характеристики видеокамер. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nevasb.ru/articles/article1>.
5. Скрытое видеонаблюдение. Мифы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://forum.brandcommerce.biz/viewtopic.php?t=12>.
6. Скрытые видеокамеры наблюдения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gelezo.com/security/bezopasnost.html>.
7. Физические основы и технические средства аэрометодов/ Под ред. А.И. Виноградовой. - Л.: Наука, 1967. - 379 с.
8. Фотографические камеры и их основные элементы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.photodrom.com/book/history/teorcam5.htm>.
9. Хорев А.А. Оценка возможностей средств оптико-электронной разведки // Специальная техника. - 2009. - № 3 - С. 55-60.
10. Экспозиция (в фотографии). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bse.sci-lib.com/article125753.html>.
11. Anti terror equipment: catalog. - Germany: PKI Electronic Intelligence, 2008. - 116p.
12. Charge-coupled device. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled\\_device](http://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device).
13. Covert video surveillance systems. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mjelectronics.com/wireless.html>
14. Digital video recorder Butterfly: user's manual. - Czech Republic.: LEC s.r.o., 2006.- 15p.
15. Hidden CCD camera. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.uocctv.com.tw/goods.php?catId=13>.
16. Image Sensor Solutions. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.kodak.com/global/en/business/ISS/Products/Fullframe/index.jhtml?pq-path=11937/11938/14425>.
17. Image sensors CCD and CMOS. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.magicphotos.net/photo-camera-tips/image-sensors-ccd-cmos.html>.
18. Necktie Spy Camera. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gadgettastic.com/2009/04/27/necktie-spy-camera>.
19. Pinhole Cameras. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.wireless-spycams.com/pinhole-cameras>.
20. Security Cameras. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.onsources.com/categories/Security-and-Alarm/Security-Cameras>.
21. Selavio Security Systems: prodotti. - Italia, Selavio SS, 2007[Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.selavio.com](http://www.selavio.com).
22. Spy camera clock 5M mini DVR. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.globeoffer.com/spy-cameras-c-208.html>.
23. Spy camera watches. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.globeoffer.com/spy-camera-watches-c-214.html>.
24. Spy cameras. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.ajoka.com/spy\\_camera.html](http://www.ajoka.com/spy_camera.html).
25. Spy cameras. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.globeoffer.com/spy-cameras-c-208.html>.
26. Spy cams & recorders. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.active-spy-shop.co.uk/spy-cams-recorders-20-c.asp>.
27. Spy equipment Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.brickhousesecurity.com/spy-gear.html>.

28. Spy gadgets - spy camera lighter DVR. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.pdm-net.com/2009/01/spy-gadgets-spy-camera-lighter-dvr>.
29. Spy pen recorder/DVR/Camera (LM-SPR623). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.lanmda.com/dvr-card/Spy-Pen-recorder-camera.htm>.
30. Spy watch camcorder with audio-build 2GB Memory (LM-W608). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.lanmda.com/spy-camera/watch-spy-cameras-LM-WSC829.html>.
31. Surveillance cameras. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unbeatablesale.com/suca.html>.
32. Surveillance products. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.wtpl.co.in/products.html>.
33. Trasmettitori Video eMicrocamere. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.selavio.com/prodotti/trasmettitori>.
34. Video & Nightvision Systems. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.pki-electronic.com/index.php?Video\\_Nightvision](http://www.pki-electronic.com/index.php?Video_Nightvision).
35. Video Equipment. - Germany: SIM Security & Electronic System GmbH, 2007. - 80 p.
36. Video sensor control of the digital minichamber of system of video observation. Номер изображения: 29030167. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.shutterstock.com/pic-29030167/stock-photo-video-sensor-control-of-the-digital-minichamber-of-system-of-video-observation.html>.
37. Watec LCL - миниатюрные видеокамеры. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.watec.ru/mini/watec\\_mini\\_cameras.shtml](http://www.watec.ru/mini/watec_mini_cameras.shtml).

*Статья опубликована на сайте: 29.07.2011*