

УДК 621.397.7:004.056.57

**ФОРМИРОВАНИЕ МАСКИРУЮЩЕЙ ПОМЕХИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВИДЕОСИГНАЛА ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ***д-р техн. наук, проф. В.К. ЖЕЛЕЗНЯК, А.В. БАРКОВ**(Полоцкий государственный университет)*

*Предложен способ формирования маскирующей помехи для защиты видеосигнала от утечки по техническим каналам. Видеосигнал обладает рядом характерных особенностей, которые надо учитывать при решении задачи защиты от утечки по техническим каналам. Целью является защита сигналов видеoinформации от утечки по техническим каналам. Задача решается созданием активной маскирующей помехи, которая подается в канал утечки. Предложенный способ маскирования учитывает такие особенности видеосигнала, как его синхронность, обусловленная наличием синхроимпульсов, статические и динамические видеокадры. Показана возможность синхронного накопления видеoinформации при наличии данных синхронизации. Проведено накопление статического изображения, которое значительно улучшает отношение сигнал/шум. Обоснована необходимость создания синхронной помехи для маскирования статических видеокадров. Предложен способ формирования маскирующих видеокадров.*

**Введение.** Возможность передачи видеoinформации является характерной чертой современных систем и сетей связи. Передача изображений в цифровой форме позволяет существенно повысить качество и объем видеoinформации, получаемой пользователями проводных и беспроводных сетей. Спектр приложений передачи видео чрезвычайно широк. Это не только ставшие востребованными в последнее время системы охранного телевидения, видеонаблюдения, дистанционного мониторинга, видеоконференций, но и многочисленные системы, обеспечивающие предоставление развлекательных сетевых сервисов.

Маскирование видеoinформации требует учета специфики ее структуры. Маскирование видеоданных характеризуется тем, что видеосигнал обладает особенностями: видеоданные синхронны, широкая полоса частот, зависимость сложности обнаружения и выделения от свойств самого видеоизображения. Видеоизображение на экране монитора может быть статическим (неподвижным) и динамическим (подвижным). Статическое изображение при наличии данных о синхронизации может быть накоплено, что улучшает отношение сигнал/шум.

Одним из методов защиты видеoinформации является маскирование видеосигналов активными, т.е. преднамеренными шумами. Очевидно, что маскирующие шумы должны обладать определенными свойствами, учитывающими особенности маскируемой информации.

Цель данной работы – формирование маскирующей помехи видеосигнала. Задача – разработать и предложить способ формирования маскирующей помехи с учетом особенностей видеoinформации.

Поставленная задача решается формированием активной маскирующей помехи. Активными помехами называются радиосигналы, создаваемые специальными радиопередатчиками и предназначенные для ухудшения или исключения нормальной работы радиоэлектронных средств противника. Активные маскирующие помехи создают на входе приемника подавляемого радиоэлектронного средства фон, который затрудняет обнаружение полезных сигналов, их распознавание и определение параметров. Как правило, маскирующие помехи линейно суммируются с сигналом на входе приемника и поэтому называются аддитивными. В задаче защиты видеoinформации помехи подаются в канал утечки и суммируются с видеосигналом.

Предложен способ формирования маскирующей помехи, состоящей из маскирующих видеокадров для статической видеoinформации, которая учитывает особенности синхронности.

**Синхронное накопление сигнала.** Ряд сигналов (например, видео, цифровой) являются синхронными. При наличии информации о периоде сигнала есть возможность его синхронного накопления и улучшения отношения сигнал/шум [1, с. 70 – 78].

Накопление заключается в суммировании выборочных значений (импульсов) наблюдаемого колебания, которое в общем случае представляет смесь сигнала и шума [2, с. 157]. При обработке (синхронном накоплении) статических видеокадров их амплитуды складываются синхронно по линейному закону, т.е. при накоплении  $N$  кадров амплитуда видеосигнала увеличивается в  $n$  раз. При несинхронном накоплении шумов, не сформированных в шумовой видеокадр, их амплитуда складывается по среднеквадратичному закону, т.е. при аналогичном времени, соответствующем накоплению  $n$  видеокадров, амплитуда шумового маскирующего сигнала увеличится в  $\sqrt{n}$  раз.

Время накопления видеокadra ( $T$ , с), находящегося в статике (неподвижное изображение), равно количеству накопленных кадров, то есть:

$$T = nt_{\text{кадр}}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество накопленных кадров;  $t_{\text{кадр}}$  – длительность одного кадра видеосигнала, с.

Выигрыш, определяемый отношением сигнала накопленных синхронных статических кадров к сигналу накопленных несинхронных шумов  $n/\sqrt{n} = \sqrt{n}$ . К примеру, если за 1 секунду накапливается 25 кадров, выигрыш отношения сигнал/шум равен 5.

Покажем синхронное накопление на примере зашумленного изображения. Производим накопление зашумленных изображений и нормируем итоговое изображение.

В показанном примере сигнал помехи представляет собой динамически изменяющийся белый шум, который был различен для каждого из 50 изображений. Рисунок 2 представляет один из таких кадров.



Рис. 1. Исходное изображение



Рис. 2. Зашумленное изображение

После накопления 50 кадров (рис. 3) статического изображения с динамическим шумом получаем более четкое изображение. Стоит отметить, что 50 кадров при частоте видеосъемки 25 кадров в секунду – это всего лишь 2 секунды видеосигнала – позволяют улучшить отношение сигнал/шум и выделить элементы исходного изображения. Рисунок 4 иллюстрирует синхронно накопленные 300 изображений в динамическом шуме.



Рис. 3. Изображение после 50 синхронных накоплений



Рис. 4. Изображение после 300 синхронных накоплений

Аналогично статическая картина наблюдается на экранах компьютеров. Только придание статических свойств видеосигнала маскирующей помехе исключает выделение сигнала видеокadra из шумов.

**Формирование статической маскирующей помехи.** Качественное маскирование видеосигналов активными помехами требует создания широкополосных шумовых сигналов, используемых, например, в качестве генераторов маскирующих помех, адаптируемых к свойствам маскируемых сигналов. Маски-

рующие активные помехи должны с максимальной эффективностью затруднять обнаружение сигналов при минимальных энергетических ресурсах [3, с. 14 – 18], чтобы не нарушать требования по электромагнитной совместимости. Видеосигналы являются синхронными. Это позволяет их накапливать. Маскирующие их шумы таким свойством не обладают [4, с. 55 – 58].

Известен ряд генераторов шума, из которых, например, «Гном-3» – генератор шума, стационарный для защиты помещений и объектов электронно-вычислительной техники от утечки конфиденциальной информации за счет побочных электромагнитных излучений компьютеров и другой оргтехники [5]. Приведенный генератор и аналогичные ему не учитывают синхронность данных и не дают возможность формирования синхронных с маскируемым сигналом статических маскирующих помех для достижения положительного технического эффекта.

Возникла задача сформировать требования к маскирующим шумам, которые, так же как и видеосигнал, должны обладать свойством синхронности.

Схема возможной реализации предложенного способа представлена на рисунке 5.

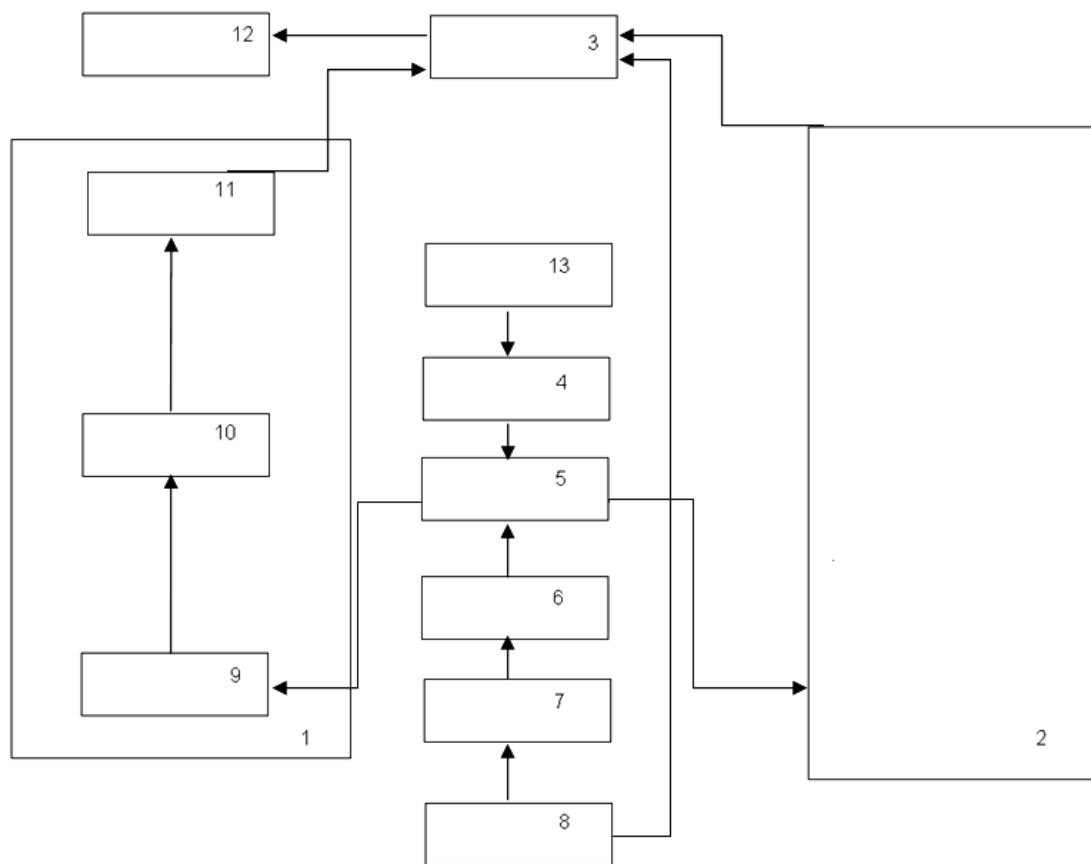


Рис. 5. Схема реализации формирования маскирующей помехи видеосигнала

Формирователь маскирующей помехи включает два идентичных формирователя накопленного шумового видеокadra 1 и 2, синхронный переключатель 3, формирователь хаотической импульсной последовательности (ХИП) 4, формирователь шумового RGB видеокadra 5, генератор синхросмеси 6, генератор синхронизации 7, внешний синхрогенератор 8.

Каждый формирователь накопленного шумового видеокadra 1 и 2 включает: синхронный накопитель шумовых RGB видеокadres 9, запоминающее устройство накопленных шумовых видеокadres 10, воспроизводящее устройство накопленного шумового видеокadra 11. Входы формирователей накопленного шумового видеокadra 1 и 2 связаны с выходами формирователя шумового RGB видеокadra 5, а их выходы через синхронный переключатель 3 связаны с каналами утечки полезного сигнала 12. Генератор синхросмеси 6 и генератор синхронизации 7 получают сигнал синхронизации от внешнего синхронизатора 8. Синхронизатор 8 связан с управляющим входом синхронного переключателя 3, что обеспечивает синхронность подачи видеокadres от обоих формирователей по очереди. Запоминающие устройства накопленных шумовых видеокadres 10 служат для накопления сигнала, который подается на воспроизводящие устройства шумовых видеокadres 11. Формирователь хаотической импульсной последовательно-

сти 4 получает сигнал аппаратного генератора шумового сигнала 13, который по своим характеристикам должен обеспечивать качество шума в соответствии с нормативными требованиями.

Опишем работу формирователя маскирующей помехи видеосигнала.

Сигнал хаотической импульсной последовательности от формирователя хаотической импульсной последовательности 4 поступает на вход формирователя шумового RGB видеокadra 5.

Формирователь ХИП включает ограничитель уровня (компаратор), установленный на заданный уровень срабатывания. При переходе снизу-вверх шумового сигнала и превышении его заданного порогового уровня компаратор на выходе выдает прямоугольный импульс, длительность которого равна времени превышения заданного уровня шумовым сигналом. Аналогичный компаратор срабатывает при переходе заданного отрицательного уровня сверху-вниз. Средняя длительность импульсов ХИП регулируется величиной установленного уровня компаратора.

Преимущество импульсов ХИП заключается в следующем: расширяется полоса маскирующего сигнала, так как сформированные импульсы ХИП заполняют полосу минимум в три раза шире аналогового шумового сигнала.

От генератора синхросмеси 6 поступает сигнал синхросмеси, в результате чего на выходах формирователя шумового RGB видеокadra присутствует полный виде шумовой сигнал, который поступает на входы формирователей накопленного шумового видеокadra 1 и 2. Шумовой RGB видеокادر обладает теми же параметрами синхронизации, что и маскируемый сигнал.

Работа генератора синхросмеси 6 синхронизируется генератором синхронизации 7, генерирующим кадровую частоту видеосигнала  $f_k$ , Гц, и частоту управления переключением синхронного переключателя 3  $f_n$ , Гц:

$$f_n = \frac{f_k}{n}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество кадров.

Генератор синхронизации 7 может работать в автономном режиме либо в режиме внешнего запуска от внешнего синхронизатора 8. Внешним синхронизатором может быть сигнал от генератора кадровой частоты маскируемого видеоустройства. Генератор синхронизации одновременно выдает сигнал частоты  $\frac{f_k}{n}$  на

управляемый вход синхронного переключателя 3. Подаваемый от формирователя шумового RGB видеокadra сигнал подается на синхронный накопитель шумовых RGB видеокadres. Накопленные шумовые видеосигналы в синхронном накопителе шумовых RGB видеокadres 9 нормируются по амплитуде, фиксируются запоминающим устройством накопленных шумовых видеокadres и воспроизводятся устройством 11. Сигнал устройства 11 представляет собой маскирующую помеху. Синхронный переключатель 3 поочередно выбирает один из двух каналов, в котором сформирована помеха, воспроизведение устройством 11 сигнала помехи в канале утечки обеспечивает маскирование.

Цель синхронного накопления и запоминания – создать статический, неподвижный на экране виде шумовой кадр, предназначенный для маскирования сигнального статического (неподвижного на экране) видеосигнального кадра. При маскировании статического видеокadra динамическим (подвижным) хаотическим виде шумовым кадром не обеспечивается надежное маскирование.

При перехвате излучения статического видеокadra его накапливают. Синхронное накопление обеспечивает линейное увеличение амплитуды виде шумового сигнала, то есть

$$U_{\text{ши}} = n \cdot U_{\text{ки}}, \quad (3)$$

где  $U_{\text{ши}}$  – амплитуда сигнала накопленных виде шумовых  $n$  кадров, В;  $U_{\text{ки}}$  – амплитуда сигнала одного виде шумового кадра, В.

При накоплении подвижных хаотических виде шумовых кадров увеличение амплитуды виде шумового кадра  $U_{\text{ши}} = \sqrt{n} \cdot U_{\text{ки}}$ .

Таким образом, при накоплении  $n$  кадров маскирование ухудшается в  $\eta$  раз:

$$\eta = \frac{\sqrt{n} U_{\text{кидин}}}{n U_{\text{кистат}}} = \frac{U_{\text{кидин}}}{\sqrt{n} U_{\text{кистат}}} = \eta \frac{U_{\text{кидин}}}{U_{\text{кистат}}}, \quad (4)$$

где  $\eta = \frac{1}{\sqrt{n}}$ .

Формирование маскирующей помехи видеосигнала для затруднения обработки зашумленных видеокadres, сигналов звукового сопровождения и цифровых последовательностей формируем из шумовых сигналов хаотической импульсной последовательности. Это обеспечивает маскирование статиче-

ских видеокадров, расширяет полосу маскирующей помехи. При обработке (синхронном накоплении) статических видеокадров их амплитуды складываются синхронно по линейному закону, т.е. при накоплении  $N$  кадров амплитуда видеосигнала увеличивается в  $n$  раз. При несинхронном накоплении шумов, не сформированных в шумовой видеокадр, их амплитуда складывается по среднеквадратичному закону, т.е. при аналогичном времени, соответствующем накоплению  $n$  видеокадров, амплитуда шумового маскирующего сигнала увеличится в  $\sqrt{n}$  раз.

Для обеспечения адаптивности маскирующего кадра свойствам видеокадра необходимо маскирующей помехе придать свойства синхронности, аналогичной видеосигналу: во-первых, генерацией сигналов синхросмеси (строчных, кадровых импульсов); во-вторых, синхросмесь шумового сигнала формируют синхронно с синхросмесью видеосигнала. Это реализуют генерацией импульсов синхронизации сигналов синхросмеси. В предложенном формирователе маскирующей помехи видеосигнала свойства маскирующей помехи и свойства сигнала становятся адаптивными.

**Заключение.** Формирование маскирующей помехи видеосигнала обеспечивает защиту видеoinформации от утечки по техническим каналам. Сформированная активная помеха подается в канал утечки информации и складывается с маскируемым видеосигналом.

Предложен способ формирования маскирующего RGB видеокадра, которые накапливаются и подаются в канал утечки.

Формирование маскирующей помехи видеосигнала предложенным способом учитывает особенности видеосигнала и обеспечивает лучшее качество маскирования с учетом этих особенностей:

1) формирование шумового RGB видеокадра является синхронным с маскируемым сигналом, что обеспечивается синхронизацией от внешнего синхронизатора или работой генератора синхронизации в автономном режиме по заданным параметрам;

2) накопление и воспроизведение шумового сигнала в канале утечки производится в статическом режиме, то есть шумовой видеосигнал, так же как и маскируемый, накапливаются в равной мере, что позволяет затруднить выделение видеосигнала путем синхронного накопления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харкевич, А.А. Борьба с помехами / А.А. Харкевич. – 2-е изд., испр. – М.: Наука; Гл. ред. физмат. лит., 1965. – 275 с.
2. Денисенко, А.Н. Статистическая теория радиотехнических систем / А.Н. Денисенко. – М.: АРИ, 2007. – 200 с.
3. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации / А.Г. Зюко [и др.]; под ред. А.Г. Зюко. – М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.
4. Железняк, В.К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учеб пособие / В.К. Железняк. – СПб.: ГУАП, 2006. – 155 с.
5. «Гном-3» – генератор шума, стационарный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.infosecur.ru/shop/guard\\_info/pemin/gnom3](http://www.infosecur.ru/shop/guard_info/pemin/gnom3).

Поступила 16.07.2012

#### FORMATION OF DISGUISED INTERFERENCE PROTECTION FROM VIDEO LEAKS THROUGH TECHNICAL CHANNELS

V. ZHELEZNYAK, A. BARKOV

*We propose a method of forming a masking noise to protect the signal from leaking through technical channels. Video has a number of unique features to consider when solving the problem of leakage protection through technical channels. The aim is to protect the video signal leakage through technical channels. The problem is solved creating active masking noise that fed on the leak. The proposed method takes into account the masking features such as its timing signal due to the presence clock, static and dynamic video frames. The possibility of simultaneous storage of video in the presence of data synchronization is shown. Accumulation of static images, which significantly improves the signal to noise ratio is conducted. The necessity of creating a synchronous static noise to mask the video frames is shown. We propose a method of forming a masking motion.*