

УСТРОЙСТВА РАДИОМАСКИРОВКИ. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОННОГО ШПИОНАЖА

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется защите информации, обрабатываемой с помощью вычислительной техники. Одним из возможных каналов утечки информации являются побочные электромагнитные излучения работающих средств ЭВТ [1]. Устройства электронно-вычислительной техники, обеспечивающие ввод, вывод и долговременное запоминание информации, создают при функционировании побочные электромагнитные поля и перекрестные наводки, которые могут быть приняты чувствительной приемной аппаратурой на значительном расстоянии, и информация может быть восстановлена потенциальным противником. Этот канал является наиболее опасным, так как не связан с несанкционированным доступом в здания вычислительных центров посторонних лиц и может использоваться неопределенно долгое время. Диапазон побочных излучений простирается от десятков килогерц до 2000 МГц и определяется частотой тактового генератора компьютера.

Помимо высокочастотных информативных излучений работающие средства вычислительной техники создают и низкочастотные магнитные и электрические поля, интенсивность которых быстро убывает с расстоянием. Тем не менее они способны вызвать значительные по величине наводки в близко расположенных проводных цепях, например в охранной сигнализации, телефонных линиях, силовой сети, металлических трубах и т. д. Уровень этих наводок значителен на частотах от десятков килогерц до десятков и сотен мегагерц. Чтобы перехватить информацию, которую несут в себе наведенные колебания, приемную аппаратуру подключают непосредственно к коммуникациям за пределами охраняемой территории.

Контролируемая зона большинства объектов информатизации, особенно в городских условиях, невелика, и поэтому доработка средств вычислительной техники с целью минимизации уровней побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) не позволяет полностью исключить утечку информации по этим каналам.

Способы защиты и маскировки информации

Наряду с организационными, программными, криптографическими способами защиты информации в настоящее время для исключения ее утечки по каналу ПЭМИН используют:

- доработку устройств вычислительной техники с целью минимизации излучений и наводок, что позволяет существенно уменьшить уровень информационных излучений, но, к сожалению, устранить их полностью не удастся. К тому же стоимость выполнения этих работ, как правило, соизмерима со стоимостью защищаемой вычислительной системы;
- электромагнитное экранирование является действенным способом защиты информации от ее утечки по техническим каналам, но оно требует значительных капитальных вложений и регулярного контроля эффективности экранирования. Кроме того, полное экранирование может повлиять на здоровье обслуживающего персонала, а реализовать подобную защиту в офисах коммерческих фирм вообще не представляется возможным;
- активную радиотехническую маскировку побочных электромагнитных излучений, заключающуюся в формировании вблизи от устройств вычислительной техники широкополосного шумового сигнала с уровнем, превышающим уровень информационных излучений в заданное число раз (как того требуют нормативные документы ФСТЭК России) во всем частотном диапазоне. Также, согласно этому методу, необходимо генерировать наводки, маскирующие паразитные колебания в системах инженерных коммуникаций.



В настоящее время для исключения утечки информации по каналам ПЭМИН в основном применяются системы (устройства) активной защиты информации.

Способ и устройство активной радиотехнической маскировки информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники, были впервые предложены в 1981 г. [2].

Суть разработанного способа маскировки информации заключается в формировании сверхширокополосных шумовых колебаний и их излучении в непосредственной близости от работающих средств вычислительной техники. Частотный диапазон маскирующего шумового электромагнитного поля и спектральный уровень превышают частотный диапазон и уровень побочных электромагнитных излучений.

Первыми устройствами, реализующими разработанный способ активной радиотехнической маскировки информативных излучений и наводок, были изделия «Шатер-2» и «Шатер-4». Основная сложность при разработке малогабаритных устройств радиомаскировки заключалась в создании сверхширокополосных генераторов шума. В указанных устройствах радиомаскировки генератор шума реализован на одном активном элементе (транзисторе) путем включения в многопетлевую цепь внешней обратной связи автогенератора специального нелинейного транзисторного элемента, положение рабочей точки которого определялось амплитудой циркулирующего в системе сигнала. Многопетлевая цепь обратной связи обеспечивала генерацию набора неэквидистантных собственных частот системы, нелинейно взаимодействующих в активном элементе с преимущественным усилением малых возмущений, что приводило к неустойчивости и хаотизации колебаний. В такой системе, как показано в [2, 3], генерация шумовых колебаний определяется не внутренними шумами активных и пассивных элементов схемы генератора, а сложной нелинейной динамикой колебательной системы.

Эффективного излучения сверхширокополосного шумового сигнала можно добиться, только развязав генератор и антенну с помощью выходного усилительного каскада. При этом важно, чтобы реакция генератора на нагрузку в виде усилительного каскада не приводила к ухудшению параметров генерируемого сигнала.

В устройствах радиомаскировки «Шатер» излучающая антенна представляла собой активный магнитный диполь, по которому протекает полный ток усилителя. Частотная зависимость коэффициента усиления усилителя подчеркивала низкочастотную составляющую сформированного генератором сигнала, и в результате излучаемый в этом частотном диапазоне сигнал имеет повышенную интенсивность.

С целью улучшения статистических и эксплуатационных характеристик устройств радиомаскировки в 2000 г. были разработаны новые сверхширокополосные генераторы шума на основе системы двух связанных генераторов с различными параметрами колебательных систем [4] (Рис. 1).

Первый из них — генератор с запаздывающей обратной связью и инерционным автосмещением — является «ведущим». Он задает расстановку собственных частот системы и содержит нелинейный усилитель 2, колебательную систему с распределенными параметрами 3, цепь запаздывающей обратной связи 4 и инерционную цепь автосмещения 5. Вторым генератором — «ведомым» — может работать в режиме внешнего запуска от первого генератора через элемент связи 9, содержит также нелинейный усилитель 6, колебательную систему 7 и регулирующую цепь обратной связи 8, с помощью которой возможно изменение положения собственных частот этого генератора относительно собственных частот первого генератора. Связь между генераторами 1 и 2 осуществляется с помощью элемента связи 9.



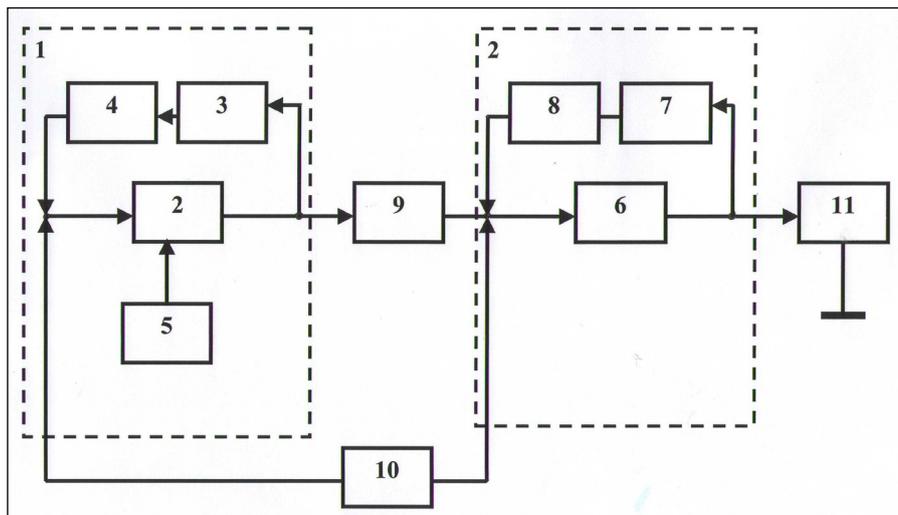


Рис. 1. Функциональная схема генератора шума

Совместная работа двух связанных генераторов характеризуется сложной динамикой колебательных процессов. В случае некротности соотношений парциальных частот каждого генератора, когда синхронный режим невозможен или является неустойчивым, имеет место режим биений, сопровождающийся автомодуляционными явлениями с последующим переходом к хаосу через последовательность бифуркаций удвоения периода предшествующих колебаний.

Эффективным средством повышения устойчивости хаотических колебаний является внешнее шумовое воздействие. Как известно, внешний шумовой сигнал нормализует колебательный процесс в динамической системе, уменьшает неравномерность спектральной плотности мощности шумового сигнала и снижает чувствительность генератора к изменению параметров [4]. В рассматриваемом устройстве на входы генераторов 1 и 2 подается низкочастотное шумовое воздействие с генератора 10.

С помощью инерционного автосмещения в первом генераторе шума производится дополнительное нелинейное преобразование сигнала [2, 5]. Условием реализации инерционного автосмещения является вполне определенное соотношение постоянных времен заряда и разряда реактивного элемента этой цепи, τ заряда $<$ τ разряда [1, 2]. В этом случае управляющее напряжение, вырабатываемое цепью автосмещения, будет определяться амплитудой предшествующих колебаний, т. е. положение рабочей точки и коэффициент усиления нелинейного элемента генератора с ЗОС будут изменяться от обхода к обходу сигнала по цепи запаздывающей обратной связи. Так как в результате лавинного размножения комбинационных составляющих в каждом генераторе устанавливаются хаотические колебания, то цепь автосмещения также вырабатывает хаотическое низкочастотное управляющее напряжение, которое поступает на вход генератора и меняет по случайному закону положение рабочей точки нелинейного усилителя, что приводит к дополнительной модуляции результирующего сигнала, а спектр колебаний расширяется. Сформированные системой связанных генераторов шумовые колебания излучаются в пространство антенной 11.

Проведенные экспериментальные исследования генераторов шума на основе системы двух связанных генераторов с различными параметрами колебательных систем показали, что спектральные и статистические характеристики таких генераторов (распределение мгновенных значений сигнала, асимметрия, эксцесс и коэффициент качества) близки к характеристикам нормального «белого» шума и могут быть использованы при разработке активных средств защиты информации [6]. Изменением параметров колебательных систем парциальных генераторов (цепи запаздывающей обратной связи) можно сформировать необходимую спектральную характеристику, т. е. с увеличенной или уменьшенной спектральной плотностью напряженности маскирующего поля в заданном частотном диапазоне.



Техническая реализация устройств радиомаскировки

По результатам проведенных исследований были разработаны сверхширокополосные устройства радиомаскировки информативных побочных электромагнитных излучений и наводок средств вычислительной техники «ГШ-1000М», «ГШ-1000У», «ГШ-2500» с рабочим диапазоном 0,01–1000 МГц, 0,01–1800 МГц и 0,01–2000 МГц соответственно при интегральной выходной мощности не менее 0,3 Вт, неравномерности спектральной характеристики ~3 дБ/октаву и нормализованном коэффициенте качества шумового сигнала не менее 0,94. Схемное построение устройств радиомаскировки (Рис. 2) идентичное, изменялись только параметры колебательных систем парциальных генераторов и параметры цепи запаздывающей обратной связи.

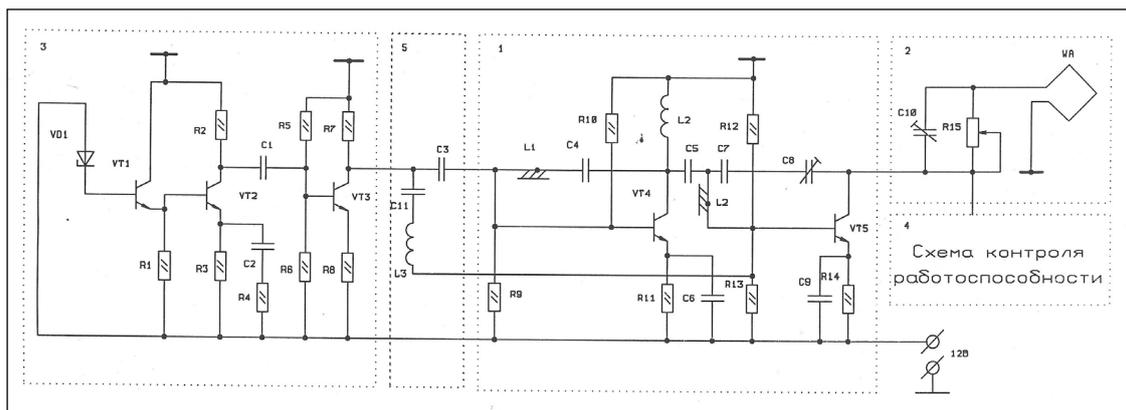


Рис. 2. Упрощенная электрическая схема генератора шума

Антенная система устройств радиомаскировки «ГШ-1000М», «ГШ-1000У», «ГШ-2500» выполнена в виде жесткого одновиткового магнитного диполя и включена в коллекторную цепь транзистора второго генератора таким образом, что через антенну проходит его полный коллекторный ток. С помощью встроенного резистора можно регулировать ток через антенну, а следовательно, интегральный уровень сформированного шумового электромагнитного поля. В устройстве радиомаскировки «ГШ-2500» имеются две дополнительные штыревые антенны, подключенные к коллекторам первого и второго генераторов шума, что позволило расширить частотный диапазон этого устройства до 2000 МГц.

Учитывая отсутствие на рынке встраиваемых в персональный компьютер активных средств маскировки ПЭМИН в ФГУП СКБ ИРЭ РАН были разработаны устройства радиомаскировки «ГШ-К-1000М» с рабочим диапазоном 0,01–1000 МГц и устройства радиомаскировки с расширенным частотным диапазоном «ГШ-К-1800», формирующие маскирующее шумовое электромагнитное поле в диапазоне частот от 0,1 до 1800 МГц. Схемное построение этих устройств аналогично рассмотренным выше устройствам радиомаскировки, отличия заключаются только в топологии элементов запаздывающей обратной связи и отсутствии в «ГШ-К-1800» дополнительного внешнего шумового воздействия на парциальные генераторы системы.

Основные характеристики перечисленных устройств радиомаскировки приведены в таблице и для наглядности на рис. 3–5. На рис. 3 приведена спектральная плотность ЭМПШ «ГШ-К-1800» на расстоянии 1 метр от излучателя, на рис. 4 — спектральная плотность напряжения шума, наведенного «ГШ-К-1800» в цепи фазы сети электропитания стендовой ПЭВМ, на рис. 5 — напряженность ЭМПШ «ГШ-К-1800» на расстоянии 10 метров от излучателя и требования ГКРЧ.

Для остальных рассматриваемых устройств радиомаскировки спектральные характеристики аналогичны приведенным на рис. 3–5.



Параметр	ГШ-1000М	ГШ-К-1000М	ГШ-1000У*	ГШ-2500	ГШ-К-1800
Рабочий диапазон частот (МГц)	0,01ч1000	0,1ч1000	0,01ч1800 (0,01ч1000)	0,01ч2000	0,1ч1800
Нормализованный коэффициент качества ЭМПШ	> 0,9	> 0,89	> 0,87 > 0,9	> 0,88	> 0,9
Коэффициент межспектральных связей	< 1,05	< 1,04	< 1,05 < 1,04	< 1,09	< 1,05
Регулировка уровня выходного сигнала	0, - 5, - 10 дБ				
Электропитание	≈ 220В ± 10 %	12В ± 5 %	≈ 220В ± 10 %	≈ 220В ± 10 %	12В ± 5 %
Сертификат соответствия ФСТЭК	№ 337	№ 338	№ 1118	№ 1003	№ 1672
Сертификат соответствия СанПиН	№ Н00523	№ Н00522	№ Н00524	№ Н00399	№ Н00525
Решение ГКРЧ о выделении полосы	№ 8171-ОР		Отсутствуют требования		
Патенты	№ 2170493				

* Устройство радиомаскировки «ГШ-1000У» дополнительно имеет 4 независимых генератора шума, которые могут использоваться для маскировки информативных наводок в проводных цепях и инженерных коммуникациях.

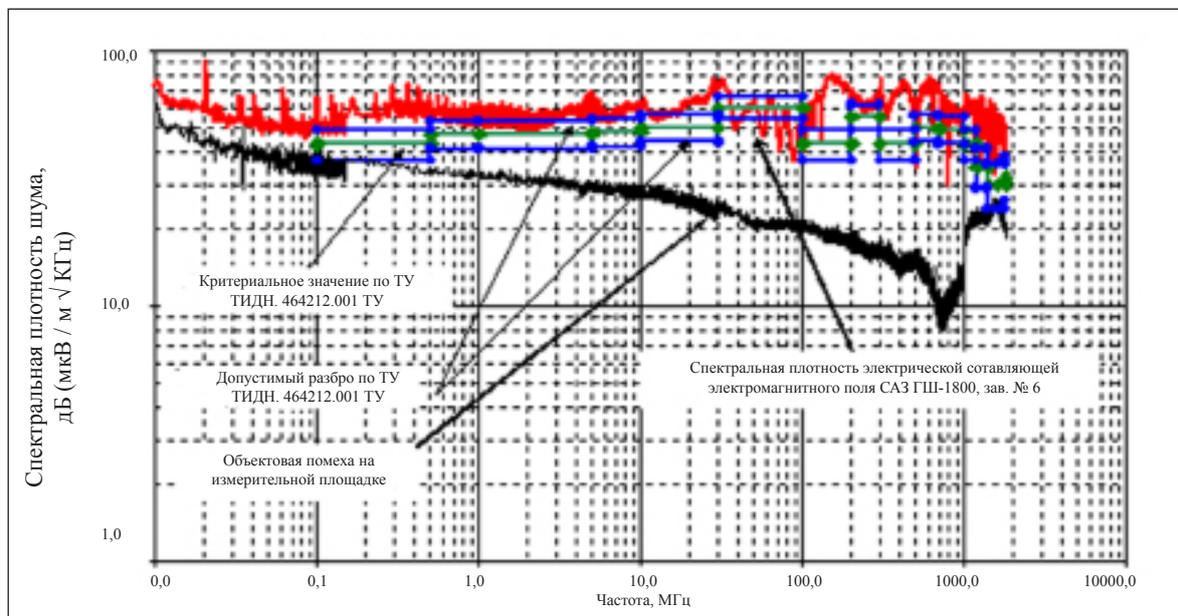


Рис. 3. Спектральная плотность ЭМПШ «ГШ-К-1800» на расстоянии 1 метр от излучателя



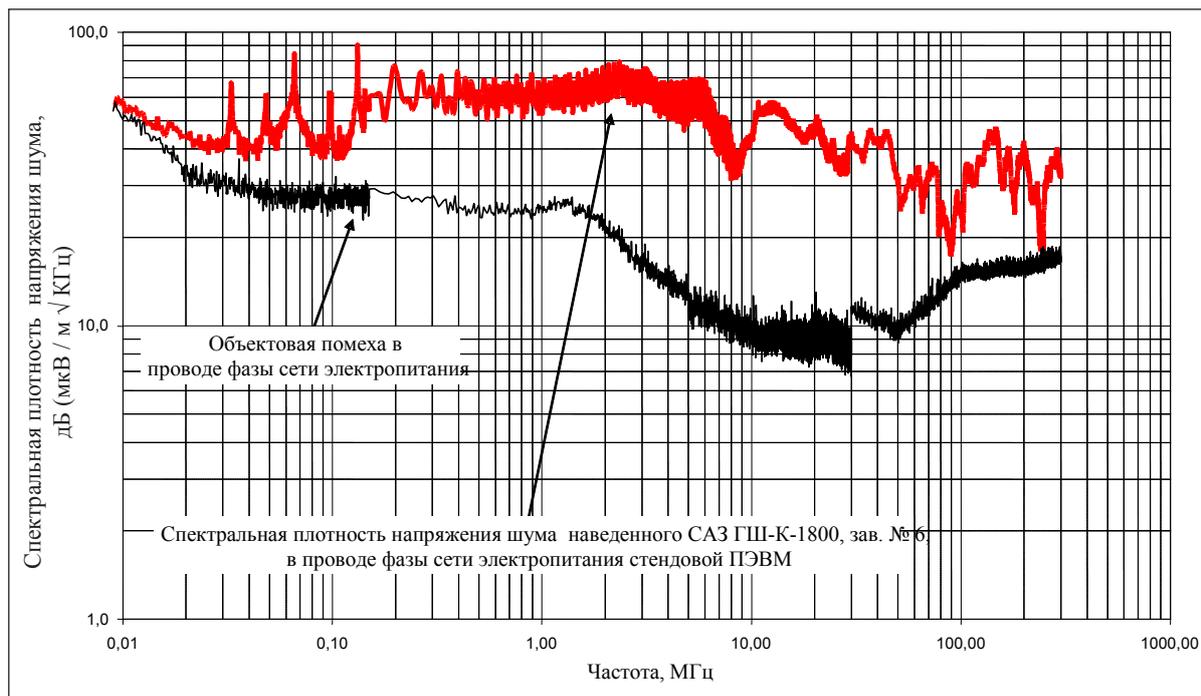


Рис. 4. Спектральная плотность напряжения шума, наведенного «ГШ-К-1800» в цепи фазы сети электропитания стендовой ПЭВМ

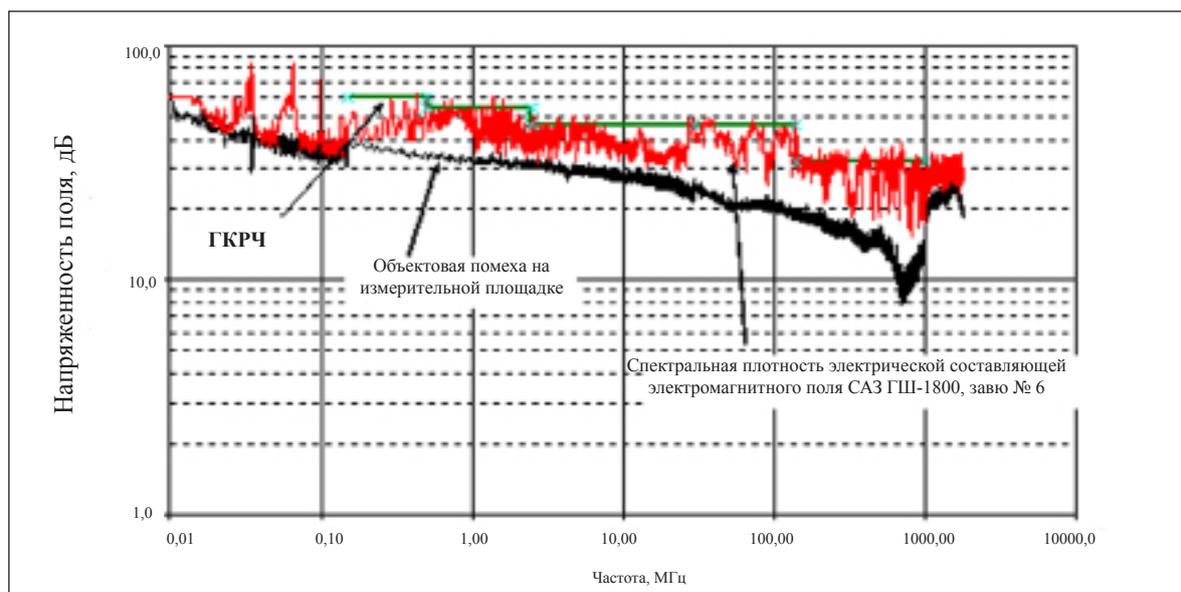


Рис. 5. Напряженность ЭМПШ «ГШ-К-1800» на расстоянии 10 метров от излучателя и требования ГКРЧ

Устройства радиомаскировки «ГШ-1000М», «ГШ-1000У», «ГШ-2500» конструктивно выполнены в пластмассовом корпусе, в котором размещена плата генератора. Антенная система выполнена в виде магнитного диполя (рамка) и представляет собой металлический проводник, помещенный в пластиковую изолирующую оболочку, и закреплена на боковых стенках корпуса. Электропитание осуществляется напряжением 12В от сетевого адаптера 220В, 50 Гц.

При установке устройств радиомаскировки на объекте информатизации предусмотрен поворот плоскости излучающей антенны вокруг оси, проходящей через боковые стенки корпуса. При этом плоскость антенны можно поворачивать на $\pm 90^\circ$ и фиксировать в этих пределах под любым углом.



Устройства радиомаскировки «ГШ-К-1000М» и «ГШ-К-1800» выполнены на печатной плате, которая устанавливается в свободный слот шины PCI или ISA материнской платы персонального компьютера. Антенная система также выполнена в виде магнитного диполя (рамки) и представляет собой гибкий изолированный проводник длиной 1,95 м, закрепленный на металлической планке. Электропитание этих устройств осуществляется напряжением 12В от блока питания компьютера.

Заключение

Рассмотренные в работе и серийно изготавливаемые устройства активной радиомаскировки ПЭМИН средств вычислительной техники при их установке на объектах информатизации исключают утечку информации по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок от принтеров, плоттеров, устройств ввода-вывода, мониторов и т. д., размещенных в помещении площадью до 50 кв. м. В случае большей площади необходимо устанавливать по периметру объекта несколько устройств на расстоянии не более 20 м между ними.

Все серийно изготавливаемые устройства радиомаскировки ПЭМИН сертифицированы ФСТЭК России по требованиям безопасности информации и применяются на объектах информатизации до первой категории включительно.

Интенсивность излучаемого маскирующего сигнала не превышает допустимых норм на промышленные радиопомехи, удовлетворяет требованиям санитарных правил и нормативов для обслуживающего персонала, не влияет на работу вычислительной техники даже при размещении устройств радиомаскировки в непосредственной от нее близости.

По сравнению с аналогичными по назначению изделиями рассматриваемые устройства радиомаскировки обладают повышенным коэффициентом качества маскирующего сигнала, круговой поляризацией излучения, имеют меньшие вес и габариты, удобны в эксплуатации.

Автор выражает искреннюю благодарность Саку В. В. за помощь в проведении экспериментальных исследований устройств радиомаскировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Вим ван Эйк*. Электромагнитное излучение видеодисплейных модулей: риск перехвата информации // Защита информации. Конфидент. 2001. № 1, № 2.
2. *Дмитриев А. С., Залогин Н. Н., Иванов В. П. и др.* Способ маскировки радиоизлучений средств вычислительной техники и устройство для его реализации. Авторское свидетельство № 1773220, приоритет от 21.09.1981 г.
3. *Кальянов Э. В., Иванов В. П., Лебедев М. Н.* Экспериментальное исследование транзисторного генератора с ЗОС // Радиотехника и электроника. 1982. Т. 27. № 5.
4. *Безруков В. А., Иванов В. П., Калашиков В. С., Лебедев М. Н.* Патент на изобретение № 2170493 «Устройство радиомаскировки». Бюлл. изобретений № 19, 10.07.2001 г.
5. *Дмитриев А. С., Иванов В. П., Лебедев М. Н.* Модель транзисторного генератора с хаотической динамикой // Радиотехника и электроника. 1988. Т. 23. № 5. С. 1085–1088.
6. *Лебедев М. Н., Иванов В. П.* Генераторы с хаотической динамикой // Приборы и техника эксперимента. М.: Наука, 2002. № 2. С. 94–99.

