УДК 004.056

© 2012 г. **П.В. Урбанович**, канд. техн. наук,
А.А. Шелупанов, д-р техн. наук,
Н.Т. Югов, д-р физ.-мат. наук
(Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)

ФОРМИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

В статье рассматриваются вопросы создания методики адаптивной системы защиты информации, основанной на создании полосового генератора шума. Приводится методика оценки требуемого уровня шума для снижения информативности излучаемого сигнала объектом информатизации.
Ключевые слова: информативный сигнал, радиосигнал, защита информации, объект информатизации.

Введение

В современных условиях глобальной компьютеризации все большее количество информации относят к категории конфиденциальной. В соответствии с действующей законодательной базой Российской Федерации к конфиденциальной информации отнесены: коммерческая, служебная тайна, персональные данные и др [1]. При ее обработке необходимо выполнять требования по обеспечению сохранности, целостности и доступности. В противном случае, при несанкционированном распространении конфиденциальной информации, владелец может понести как непосредственный, так и опосредованный ущерб [1]. Непосредственный ущерб может быть связан с причинением физического, материального, финансового или морального вреда непосредственно физическому или юридическому лицу. Он возникает за счет незаконного использования (в том числе распространения) или несанкционированной модификации конфиденциальной информации и проявляется в виде:

незапланированных и (или) непроизводительных финансовых или материальных затрат;

утери возможной прибыли, клиентской базы;

потери свободы действий вследствие шантажа и угроз, осуществляемых с использованием, например, персональных данных;

нарушения конституционных прав владельца информации вследствие вмешательства в его личную жизнь путем осуществления контактов с ним по различным поводам без его на то желания (например, рассылка персонифицированных рекламных предложений и т.п.).

Опосредованный ущерб, может быть связан с причинением вреда обществу и (или) государству вследствие нарушения нормальной деятельности государственных и коммерческих организаций различных форм собственности.

Защита информации является важнейшим аспектом для развития государства и общества. Без нее невозможно повысить эффективность управления, полномасштабно внедрить системы электронного документооборота, цифровой подписи и т.п.

Методы защиты информации по каналу ПЭМИ

При обработке конфиденциальных данных на компьютере или с помощью любого другого электронного средства возникают технические каналы утечки информации [1]. Одним из наиболее опасных каналов являются побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ). Физика этого явления заключается в том, что при протекании переменного электрического тока по проводнику вокруг него создается электромагнитное поле [2]. Вследствие этого каждый проводник информационного сигнала выступает в качестве антенной системы, и чем длиннее проводник, тем эффективнее данная система будет работать. Токи, протекающие по шлейфам и интерфейсным проводам компьютерных и других электронных и коммутационных систем, малы, но достаточны для того, чтобы перехватывать их информационные излучения на расстоянии до нескольких десятков метров.

Существуют два основных метода (пассивный и активный), которые или существенно затрудняют съем информации по каналу ПЭМИ, или делают такой съем невозможным [2].

Пассивный метод предполагает уменьшение уровня опасного сигнала или снижение информативности сигналов [2].

Существует три направления, которые относятся к пассивным методам защиты информации от утечки по каналу ПЭМИ:

экранирование;

снижение мощности излучений;

снижение информативности сигналов.

Экранирование является одним из самых эффективных методов защиты. Под экранированием понимается размещение элементов компьютерной системы, создающих электрические, магнитные и электромагнитные поля в заземленных, пространственно замкнутых конструкциях из токопроводящего материала. Экранировать можно отдельные элементы схем, блоки, устройства, кабельные линии и помещения в целом.

К методам снижения мощности излучений можно отнести изменение электрических схем, конструкции изделия, использование оптических каналов и специальных фильтров.

Изменение электрических схем с целью уменьшить уровень ПЭМИ достигается за счет использования элементов с меньшим излучением, сокращения крутизны фронтов сигналов, предотвращения возникновения паразитной генерации и нарушения регулярности повторения информации.

Для решения проблемы создания помех средствами активной защиты на

радиоэлектронные устройства и приборы автором предложена методика, заключающаяся в программируемом принципе формирования электромагнитной помехи, при котором производится избирательное снижение уровня излучения в тех полосах частот, в которых присутствуют полезные радиосигналы. Если на выходе генератора шума установить узкополосные высокодобротные полосно-заграждающие фильтры, которые будут настроены, например, на телевизионные или радиостанции, то гарантировано будет обеспечена их электромагнитная совместимость в любом месте их установки, без снижения общих показателей защищенности объекта информатизации.

Возможность учета электромагнитной обстановки в конкретном месте эксплуатации может быть достигнута за счет использования нескольких перестраиваемых по частоте фильтров. Для этого исследованы радиосигналы, частоты и энергетика которых таковы, что повышенный уровень электромагнитного поля вызывает существенные помехи для приемной аппаратуры и сбои в ее работе. Имея эти данные, стало возможным сформулировать технические характеристики (режимы) частотно-задающих цепей. Установлено, что достаточно шесть полосно-заграждающих фильтров, допускающих перестройку по частоте, чтобы получить универсальный генератор шума, не создающий электромагнитных помех полезным сигналам во всем диапазоне излучения.

Выбор аппроксимации активных фильтров, отвечающей требованиям простоты реализации и возможности подстройки, ее математическое моделирование и расчет параметров схем – в[3]. Найдены электрические схемы, позволяющие реализовать с необходимым качеством все шесть фильтров.

Практическая применимость предложенной методики проверялась с использованием опытных образцов, выполненных в виде приставки к уже существующему генератору шума. Их амплитудно-частотные характеристики имеют форму, близкую к ожидаемой. Видны четкие, хоть и не очень равномерные минимумы, появились небольшие искажения спектра излучения. В целом получен хороший результат. Результатом проведенного анализа является обобщенный перечень полос частот, сигналы которых чувствительны к повышенному уровню электромагнитного поля. Частотные характеристики этих сигналов и их назначение приведены в табл.1.

Таблица 1

Частоты/полосы частот	Назначение
125 кГц	Системы управления контроля доступа
30-41 МГц	Бесшнуровые телефонные аппараты
48-66 МГц	Телевидение и звуковое вещание
66-74 МГц	Звуковое вещание
76-100 МГц	Телевидение и звуковое вещание
100-108 МГц	Звуковое вещание
149,95-150,0625 МГц	Системы радиоканальной охранной сигнализации
174-230 МГц	Телевидение и звуковое вещание
433,075-434,79 МГц	Системы радиоканальной охранной сигнализации помещений – маломощные
470-862 МГц	Телевидение и звуковое вещание

Необходимо выявить только те частоты или полосы частот полезных сигналов, на которых создаются существенные помехи при включенном режиме генерации средств активной защиты. Под термином «существенные» понимались любые помехи, которые приводят к искажению полезного сигнала, вплоть до полного прекращения его приема или передачи.

Методика определения уровня шума

Цель настоящего исследования – установить зависимость между интенсивностью помех и уровнем полезного сигнала, а также определить пороговые значения отношения сигнал/шум, классифицирующие помехи на существенные и не существенные. Измерения характеристик проводились для различных групп сигналов в соответствии перечнем: телевизионное вещание, радиовещание, системы охранной сигнализации и т.д.

Самой распространенной группой, чувствительной к повышенному уровню электромагнитного поля, создаваемому генератором шума, является телевизионное и звуковое вещание.

Для определения порогового значения сигнал/шум проведен ряд экспериментов. Все они выполнялись по однотипной методике. На одном столе устанавливался телевизор со штыревой антенной, расположенной непосредственно на нем, а на другом – генератор шума «Гром-ЗИ-4», анализатор спектра «СК4-Белан» и электрическая антенна «Accord 5.0». Измерения проводились в децибелах относительно одного микровольта. Анализатор спектра и антенна прошли периодическую поверку и имеют действующие свидетельства о поверке и калибровке. Схема расположения оборудования показана на рис. 1.

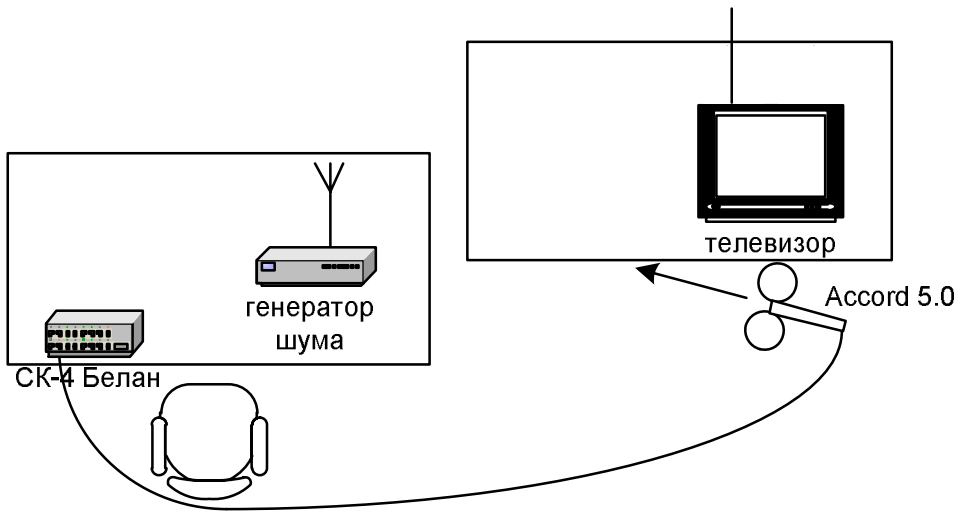


Рис. 1. Схема размещения оборудования при проведении измерений.

При включенном режиме генерации фиксировалась разница между уровнем полезного сигнала и маскирующим шумом и одновременно наблюдалось качественное изменение приема сигнала по таким признакам как появление шума и искажение изображение.

Для получения достоверных результатов измерения проводились с исполь-

зованием трех различных телевизоров на трех расстояниях между антеннами генератора шума и приемника.

Обобщив полученные данные, установили численную зависимость между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех для телевизионного (табл. 2) и звукового (табл. 3) вещания.

Таблица 2

Величина превышения уровня сигнала над уровнем шума, дБ	Степень вызываемых помех
3 и менее	Очень сильная рябь, отсутствие изображения
4, 5	Сильная рябь, черно-белое изображение
6, 7	Искажение изображения, пропадание цвета
8	Очень сильная рябь, пропадание цвета
9	Очень сильная рябь
10, 11	Сильная рябь
12, 13	Средняя рябь
14, 15	Мелкая рябь
16 и более	Без потери качества

Таблица 3

Величина превышения уровня сигнала над уровнем шума, дБ	Степень вызываемых помех
2 и менее	Отсутствие звука
3	Пропадание звука
4	Сильный шум
5, 6	Небольшой шум
7, 8, 9	Появление шумового фона
10 и более	Без потери качества

Следовательно, существенные помехи для видеоизображения телевизионного сигнала создаются при разнице между сигналом и шумом менее 16 дБ, а для звукового сопровождения – менее 10 дБ. Соответственно, пороговое значение отношения сигнал/шум для видеоизображения принято равным 16 дБ, а для звукового сопровождения – 10 дБ.

Измерение степени вызываемых помех на радиостанции FM-диапазона проводились по той же схеме, что и с телевизионными приемниками (рис.1), только вместо телевизора устанавливался радиоприемник.

Для получения достоверных результатов, измерения осуществлялись с использованием двух различных радиоприемников на трех расстояниях между антеннами генератора шума и приемника. Измерения на расстояниях два, три и четыре метра не позволили установить зависимости между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех, поэтому данные расстояния были увеличены до 4, 6 и 8 метров соответственно.

Проанализировав данные измерений, установили численную зависимость между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех для радиостанций FM-диапазона (табл. 4).

Таким образом, существенные помехи для вещания радиостанций FM-

диапазона создаются при разнице между сигналом и шумом менее 10 дБ, а пороговое значение отношения сигнал/шум установлено равным 10 дБ.

Таблица 4

Величина превышения уровня сигнала над уровнем шума, дБ	Степень вызываемых помех
4 и менее	Отсутствие звука
5, 6	Сильный шум, пропадание звука
7, 8, 9	Появление шумового фона
10 и более	Без потери качества

Следующим объектом исследования являлась частота 125 кГц, на которой работают системы управления контроля доступа с использованием Proximity-карт. Данная система основана на бесконтактном принципе считывании информации на расстоянии порядка нескольких сантиметров. Измерить характеристики информативных сигналов не представляется возможным в силу того, что геометрические размеры антенны не позволяют проводить измерения на расстоянии менее 0,5 м.

Однако эксперименты на ряде объектов показали, что генераторы шума не создают помех на системах контроля доступа с использованием Proximity-карт. На основании этого данная группа сигналов исключается из дальнейшего рассмотрения.

Изучалось влияние генератора шума на частоты, используемые для систем охранной сигнализации, на примере радиопередатчика «Аргон». Согласно паспорту на указанный передатчик рабочие частоты устанавливаются заводом-изготовителем в диапазоне от 146 МГц до 174 МГц, а выходная мощность регулируется от 0 до 5 Вт. Схема расположения оборудования показана на рис. 2.

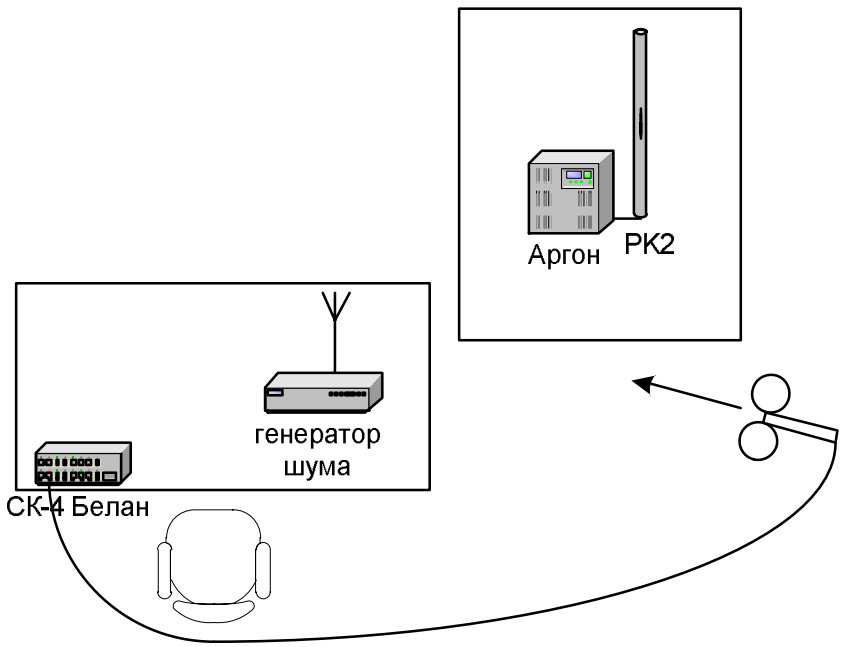


Рис. 2. Схема размещения оборудования при проведении измерений.

Генератор шума «Гром-ЗИ-4» и анализатор спектра «СК4-Белан» устанавливались на рабочем столе. Радиопередатчик «Аргон» с выносной антенной «РК2» смонтирован на стене, на высоте 2,3 м от пола. Измерительная антенна «Accord 5.0» располагалась на расстоянии 0,5 м от антенны радиопередатчика. Измерения проводились на различных расстояниях между генератором шума и системой охранной сигнализации в режиме «ТЕСТ», при котором производится непрерывное излучение полезного сигнала в течение 5 сек. Значение регулятора мощности передатчика устанавливалось на два значения: среднее (заводская установка) и максимальное. Рабочая частота выбиралась автоматически любой из четырех запрограммированных в данном приборе – 149,625 МГц, 149,975 МГц, 149,9875 МГц и 150 МГц.

Исследование радиочастот приборов охранной сигнализации показало, что генератор шума создает помехи и вызывает сбои в их работе. Численная зависимость между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех приведена в табл. 5.

Таблица 5

Величина превышения уровня сигнала над уровнем шума, дБ	Степень вызываемых помех
4 и менее	Сбой в работе
5, 6	Значительные помехи
7, 8	Незначительные помехи
9 и более	Помехи отсутствуют

Таким образом, существенные помехи в радиосистемах охранной сигнализации диапазона 149,95-150,0625 МГц создаются при разнице между сигналом и шумом менее 9 дБ, а пороговое значение отношения сигнал/шум установлено равным 9 дБ. Исследовалось влияние генератора шума на частоты от 30 МГц до 41 МГц, используемые для работы беспроводных телефонов. Схема расположения оборудования показана на рис. 3.

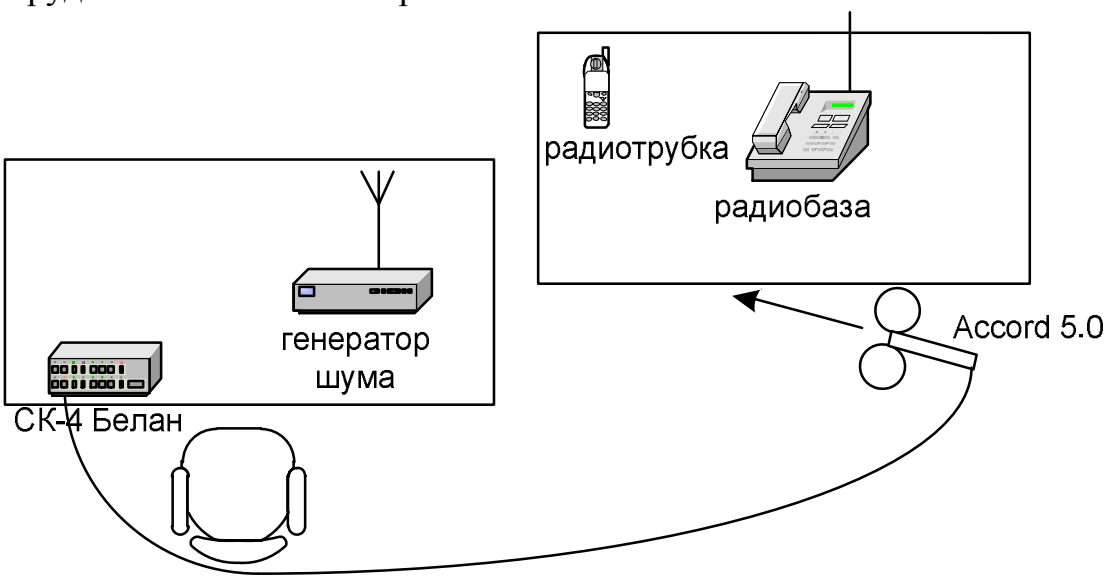


Рис. 3. Схема размещения оборудования при проведении измерений.

Генератор шума «Гром-ЗИ-4» и анализатор спектра «СК4-Белан» устанавливались на одном столе, а радиотелефон Panasonic KX-TC408BX с трубкой – на другом. Рабочий диапазон частот данного телефона – от 39,775 МГц до 40,0 МГц, максимальная мощность излучения – 10 мВт. Измерения проводились в режиме разговора по трубке с другим абонентом стационарной связи, трижды, на различных расстояниях между радиотелефоном и генератором шума.

Численная зависимость между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех для радиотелефона Panasonic KX-TC408BX приведена в табл. 6.

Таблица 6

Величина превышения уровня сигнала над уровнем шума, дБ	Степень вызываемых помех
6 и менее	Сбой в работе в виде отсутствия связи
7, 8	Сбой в работе в виде периодического пропадания связи
9, 10, 11	Помехи в виде шума при разговоре
12 и более	Помехи отсутствуют

Таким образом, бесшнуровым телефонным аппаратам, работающим на частотах 30 – 41 МГц, генераторами шума также создаются помехи. Пороговое значение отношения сигнал/шум для данной группы сигналов установлено равным 12 дБ.

Последней группой сигналов, на которую могут создаваться помехи, являются частоты 433,075-434,79 МГц, предназначенные для систем радиоканальной охранной сигнализации помещений. Исследование проводилось с использованием объектового прибора – передатчика «Альтоника Риф Стринг RS-200TP».

В соответствии с руководством по эксплуатации данный прибор имеет рабочую частоту 433,92 МГц и мощность излучения 10 мВт. Дальность связи с базовой станцией пульта центрального наблюдения составляет не более 2 км в городской застройке при использовании выносной антенны. Кроме того, качество связи сильно зависит от места установки, близости к металлическим конструкциям, железобетонным перекрытиям и даже от погодных условий. В соответствии с этим можно сделать вывод, что генераторы шума могут создавать помехи на подобные системы радиоканальной охранной сигнализации, а степень вызываемых помех можно оценить только для конкретного прибора, установленного в конкретном помещении. В общем случае помехи не будут создаваться только при снижении мощности излучения генератора до уровня естественного шума в месте установки радиопередатчика и по всей радиотрассе «Приемник-Передатчик».

В итоге, существенные помехи создаются на частотах вещания телевизионного сигнала (48-100 МГц, 174-230 МГц и 470-862 МГц), радиостанций FM-диапазона (100-108 МГц), бесшнуровых телефонных аппаратов (30-41 МГц) и систем радиоканальной охранной сигнализации (149,95-150,0625 МГц). Пороговые значения отношения сигнал/шум, ниже которых возникают существенные помехи, приведены в табл. 7.

Таблица 7

Группа сигналов	Пороговые значения отношения сигнал/шум для разных групп сигналов, дБ
Видеоизображение телевизионного вещания	16
Звуковое сопровождение телевизионного вещания	10
Радиостанции FM-диапазона	10
Бесшнуровые телефонные аппараты	12
Системы радиоканальной охранной сигнализации	9

Заключение

Лабораторные исследования частот, на которых создаются помехи при включенном генераторе шума, позволили установить численную зависимость между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех.

В результате для разных типов сигналов определены пороговые значения отношения сигнал/шум, классифицирующие помехи на существенные и не существенные.

Исследования радиосигналов в реальных условиях эксплуатации позволили определить частотный диапазон, в котором генераторы шума создают существенные помехи, количество входящих в него полос частот полезных сигналов и необходимые величины затухания маскирующего шума.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мещеряков Р.В., Шелупанов А.А.* Специальные вопросы информационной безопасности: – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СОРАН, 2003.
2. Техническая защита информации / А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков – М.: Горячая линия-Телеком, 2009.
3. *Урбанович П.В., Шелупанов А.А., Югов Н.Т.* Определение режимов для формирования полос частот средств активной защиты // Доклады ТУСУР. – 2010. – № 1 (21), Ч.1. – С.78-81.

E-mail:
Шелупанов Александр Александрович – saa@tusur.ru;
Урбанович Павел Владимирович – upaul@rambler.ru;
Югов Николай Тихонович – office@keva.tusur.ru.