

**С.В. Рыженко**

Россия, г. Королёв, Частное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебный центр ЦБИ»

## **К ВОПРОСУ О ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

В статье рассмотрена структура современных интерфейсов средств вычислительной техники и анализ действующей нормативно-методической базы для создания тестовых режимов её работы при измерении побочных электромагнитных излучений во время проведения специальных исследований объектов информатизации. Указаны основные направления совершенствования правил и подходов к созданию тестовых режимов работы средств вычислительной техники.

Ключевые слова: средство вычислительной техники; тестовый режим работы; частота; сигнал; импульс; интерфейс.

Согласно действующей концепции контроля защищённости информации от утечки за счёт побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) оценка уровней информативных сигналов основывается на измерении излучений от средств вычислительной техники (СВТ) в тестовых режимах работы [1], которые должны обеспечивать полноту исследований СВТ во всех режимах обработки информации [2, 3].

Поскольку определяющий данное положение ГОСТ 29339-92 датирован 1992 годом, актуальность некоторых подходов к формированию тестовых сигналов утрачена. Согласно ГОСТ 29339-92 тестовый сигнал должен быть непрерывным, иметь периодическую структуру и обладать максимально возможными частотой повторения и уровнем излучения. Этим требованиям наилучшим образом соответствует непрерывный тестовый сигнал вида «меандр», создание которого практически не реализуемо для современных интерфейсов СВТ таких, как DVI, Fast Ethernet и др.

Актуальным становится вопрос, каким же должен быть тестовый сигнал для проведения исследований СВТ в качестве источника информативных сигналов побочных электромагнитных излучений объекта информатизации.

Для полноты исследований объекта информатизации проведём анализ возможных режимов функционирования средств вычислительной техники, которые представляют собой электронную вычислительную машину (ЭВМ) или совокупность ЭВМ, предназначенные для сбора, подготовки, ввода, накопления, обработки, вывода, отображения, приёма и передачи информации [4].

Наиболее распространёнными СВТ типового объекта информатизации [5] являются:

- компьютеры (серверы) с периферийным оборудованием (принтерами, сканерами, многофункциональными устройствами (МФУ) и т.п.);
- сетевое (коммутационное) оборудование (коммутаторы, медиаконвертеры, преобразователи и т.п.).

Средства вычислительной техники рассматриваются как автономные, так и объединённые в локальные вычислительные сети линиями передачи данных ( сетевого обмена).

Для рассматриваемых СВТ типового объекта информатизации из всех режимов работы наиболее характерными являются следующие режимы обработки информации:

- вывод информации на экран монитора (VGA, DVI, HDMI и т.п.) [6];
- набор текста с клавиатуры (USB или PS/2);
- запись/считывание информации на жесткий магнитный или твердотельный диск (HDD или SSD);
- запись/считывание информации на оптические носители (CD или DVD);
- обмен информации по интерфейсу USB с Flash-накопителями, принтерами, сканерами, МФУ и т.п.;
- обмен информацией по сети передачи данных (Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet);
- печать информации на принтере;
- сканирование информации.

При рассмотрении СВТ в качестве источника информативных сигналов побочных электромагнитных излучений объекта информатизации СВТ представляется в виде совокупности информационных трактов [7]. Конфигурация и состав информационного тракта определяется режимом работы СВТ.

Основные этапы образования сигнала ПЭМИ приведены на рисунке 1.

Как следует из приведённой схемы, основными элементами, образующими информативные сигналы ПЭМИ являются: формирователь сигналов,

устройство кодирования сигналов, случайная излучающая антенна и сигналы ПЭМИ.

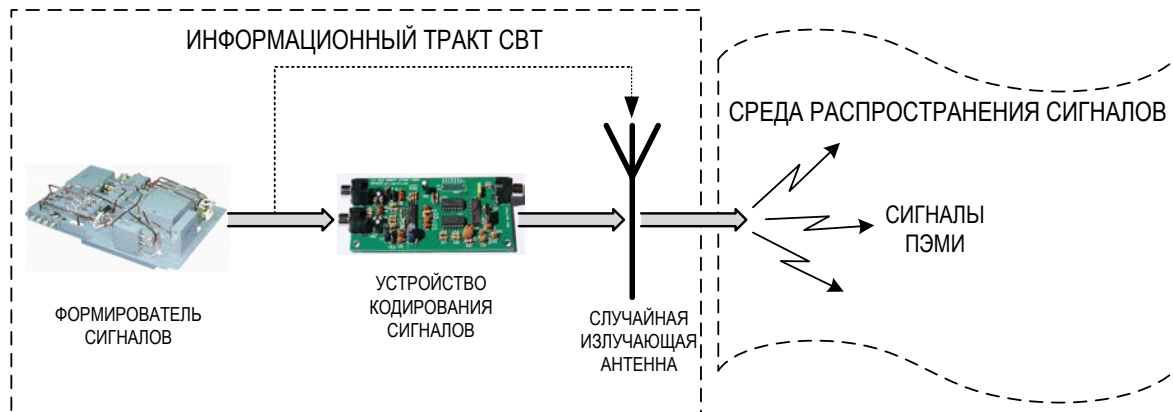


Рисунок 1 – Схема представления СВТ в виде источника информативных сигналов ПЭМИ

На выходе формирователя сигналов образован электрический сигнал со следующими параметрами:

- амплитудой сигнала  $U_c(t)$ ;
- длительностью единичного импульса в структуре сигнала  $\tau_{и}$ ;
- периодом повторения  $T$  единичного импульса в структуре сигнала.
- формой огибающей спектра  $U_c(f)$ ;
- шириной частотного интервала суммирования  $\Delta f = 1/\tau_{и}$ ;
- тактовой частотой следования импульса  $F_t = 1/T$ .

Значения всех перечисленных параметров определяются стандартом (протоколом) используемого в исследуемом информационном тракте интерфейса.

Устройство кодирования сигналов реализует алгоритм преобразования импульсного (потенциального) сигнала, сформированного формирователем сигналов, в цифровую форму. На вход кодировщика поступает последовательность импульсов (информационных «1» и «0»), а на выходе каждая информационная «1» и «0» представляются пакетами (комбинациями) элементарных импульсов в последовательном и (или) параллельном кодах.

Для информационных трактов, в которых протоколом не предусмотрено преобразование импульсных сигналов в цифровую форму, в модели информационного тракта устройство кодирования сигналов отсутствует.

На выходе устройства кодирования формируется сигнал со следующими параметрами:

- амплитудой сигнала  ${}^{кс}U_c(t)$ ;

- возможными значениями длительности пакета импульсов в структуре сигнала  $\tau_{\text{пак}} \in (\min \tau_{\text{пак}} ; \max \tau_{\text{пак}})$ ;
- длительностью элементарного импульса внутри пакета  ${}_{\text{эл}}\tau_{\text{и}}$ ;
- количеством элементарных импульсов в отдельно взятом пакете  $n$  для импульсного кодирования;
- периодом повторения пакетов элементарных импульсов в структуре сигнала  $T_{\text{пак}}$ ;
- периодом повторения элементарных импульсов в структуре пакета  ${}_{\text{эл}}T_{\text{и}}$ ;
- формой огибающей спектра  ${}^{\text{кс}}U_{\text{с}}(f)$ ;
- шириной частотного интервала – величиной, обратной длительности элементарного импульса в структуре пакета  $\Delta f = 1/{}_{\text{эл}}\tau_{\text{и}}$ ;
- тактовой частотой следования пакетов  $F_t = 1/T_{\text{пак}}$ .

Случайная излучающая антенна характеризуется следующими факторами:

- антенна имеет произвольную геометрическую форму, в общем случае не соответствующую форме простейших излучателей (сферического, диполя Герца, диполя Фитцджеральда, излучателя Гюйгенса) и антенн (линейных, фигурных, рамочных, щелевых, активных);
- ориентация антенны в пространстве является произвольной и фиксированной;
- направленные свойства антенны характеризуются коэффициентом неравномерности диаграммы направленности (КНДН) в горизонтальной и вертикальной плоскостях и имеют выраженную частотную зависимость;
- антенна не имеет выраженных поляризационных характеристик. Исключения составляют случаи, когда геометрическая форма и размеры антенны соответствуют форме и размерам линейной антенны (например линия внутрисетевого обмена данными).

Излучающие свойства случайной антенны характеризуются коэффициентами преобразования  ${}^{\text{E}}K_{\text{пр}}(h_{\text{д}}(f), \alpha, \beta, R_0)$  и  ${}^{\text{H}}K_{\text{пр}}(h_{\text{д}}(f), \alpha, \beta, R_0)$  сигналов, действующих в информационном тракте ( $U_{\text{с}}(f)$  и (или)  ${}^{\text{кс}}U_{\text{с}}(f)$ ), в напряженность электромагнитного поля ПЭМИ по электрической и (или) магнитной компонентам в среде распространения. В общем случае коэффициент преобразования не зависит от временной структуры и спектральных характеристик сигналов, действующих в информационном тракте ( $U_{\text{с}}(f)$  и (или)  ${}^{\text{кс}}U_{\text{с}}(f)$ ), а определяется действующей высотой антенны в зависимости от частоты

$(h_d(f))$ , местом расположения антенны в составе СВТ (характеризуется азимутом  $\alpha$  и углом места  $\beta$  при фиксированном расстоянии  $R_0$ ), а также экранирующими свойствами СВТ и (или) его составных частей ( $K_{\text{экр}}(f)$ ), влияющими на уровни излучения случайной антенны.

При решении практических задач значения коэффициента преобразования могут определяться по формулам:

– для электрической составляющей ЭМП в диапазоне частот 100 Гц – 1800 МГц:

$${}^E K_{\text{пр}}(h_d(f), K_{\text{экр}}(f), \alpha, \beta, R_0) = \begin{cases} \frac{E_c(f, \alpha, \beta, R_0)}{{}^{\text{кС}}U_c(f)} \\ \frac{E_c(f, \alpha, \beta, R_0)}{U_c(f)} \end{cases} (\text{М}^{-1});$$

– для магнитной составляющей ЭМП в диапазоне частот 100 Гц – 30 МГц,

$${}^H K_{\text{пр}}(h_d(f), K_{\text{экр}}(f), \alpha, \beta, R_0) = \begin{cases} \frac{\rho H_c(f, \alpha, \beta, R_0)}{{}^{\text{кС}}U_c(f)} \\ \frac{\rho H_c(f, \alpha, \beta, R_0)}{U_c(f)} \end{cases}, (\text{М}^{-1})$$

где  $E_c(f, \alpha, \beta, R_0)$  ( $\rho H_c(f, \alpha, \beta, R_0)$ ) – спектральная плотность напряженности электромагнитного поля ПЭМИ по электрической (магнитной) составляющей, создаваемая сигналом  ${}^{\text{кС}}U_c(f)$  ( $U_c(f)$ ) в среде распространения в направлении, определяемом азимутом  $\alpha$  и углом места  $\beta$  при фиксированном расстоянии  $R_0$  от геометрического центра источника излучения – 174-инновационного тракта.

Сигналы ПЭМИ формируются путем преобразования в среду распространения информативного сигнала  $U_c(t)$  с сохранением следующих параметров:

- длительности единичного импульса в структуре сигнала  $\tau_{\text{и}}$ ;
- периода повторения единичного импульса в структуре сигнала  $T$  (для периодических сигналов  $U_c(t)$ ).

Кроме того, к параметрам сигналов ПЭМИ относятся:

- зависимость амплитуды сигналов  $E_c(t, \alpha, \beta, R_0)$  или  $\rho H_c(t, \alpha, \beta, R_0)$  от времени, в направлении, характеризуемом азимутом  $\alpha$  и углом места  $\beta$  при фиксированном расстоянии  $R_0$  от геометрического центра источника излучения, которая характеризует форму (структуру) сигнала во временной области;
- зависимость (отличная от теоретической) уровней спектральных составляющих сигнала  $E_c(f, \alpha, \beta, R_0)$  (или  $\rho H_c(f, \alpha, \beta, R_0)$ ) от частоты, азимута

$\alpha$  и угла места  $\beta$  на фиксированном расстоянии  $R_0$  от геометрического центра источника излучения, которая характеризует форму огибающей спектра сигнала ПЭМИ;

– динамический диапазон амплитуд сигнала, характеризуемый минимальным  $E_{c\min}$  (или  $H_{c\min}$ ) и максимальным  $E_{c\max}$  (или  $H_{c\max}$ ) уровнями сигнала.

Для сигнала ПЭМИ, сформированного путем преобразования в среду распространения сигнала  ${}^{kc}U_c(t)$ , сохраняются следующие параметры:

– возможные значения длительности пакета импульсов в структуре сигнала  $\tau_{\text{пак}} \in (\min \tau_{\text{пак}} ; \max \tau_{\text{пак}})$ ;

– длительность элементарного импульса внутри пакета  ${}_{\text{эл}}\tau_i$ ;

– количество элементарных импульсов  $n$  в отдельно взятом пакете для импульсного кодирования;

– период повторения пакетов элементарных импульсов в структуре сигнала  $T_{\text{пак}}$  при формировании в исследуемом информационном тракте периодической последовательности пакетов элементарных импульсов одинаковой длительности;

– период повторения элементарных импульсов в структуре пакета  ${}_{\text{эл}}T_i$  при формировании в структуре пакета периодической последовательности элементарных импульсов.

Кроме того, к параметрам сигнала ПЭМИ относятся:

– зависимость амплитуды сигналов  ${}^{kc}E_c(t, \alpha, \beta, R_0)$  или  ${}^{kc}H_c(t, \alpha, \beta, R_0)$  от времени, азимута  $\alpha$  и угла места  $\beta$  при фиксированном расстоянии  $R_0$  от геометрического центра источника излучения, которая характеризует форму (структуру) сигнала во временной области;

– зависимость (отличная от теоретической) уровней спектральных составляющих сигнала  ${}^{kc}E_c(f, \alpha, \beta, R_0)$  (или  ${}^{kc}H_c(f, \alpha, \beta, R_0)$ ) от частоты, та  $\alpha$  и угла места  $\beta$  при фиксированном расстоянии  $R_0$  от геометрического центра источника излучения, которая характеризует форму огибающей спектра сигнала ПЭМИ;

– динамический диапазон амплитуд сигнала, характеризуемый минимальным  ${}^{kc}E_{c\min}$  (или  ${}^{kc}H_{c\min}$ ) и максимальным  ${}^{kc}E_{c\max}$  (или  ${}^{kc}H_{c\max}$ ) уровнями сигнала.

Из проведённых исследований можно сделать вывод, что источником информативных сигналов побочных электромагнитных излучений современных СВТ являются информационные тракты интерфейсов СВТ, временные и

частотные параметры которых определены стандартом (протоколом). Однако в режимах работы СВТ, использующих современные интерфейсы, задействуются устройства кодирования, не позволяющие создать тестовую последовательность типа «меандр».

Таким образом, при исследовании сигналов ПЭМИ современных интерфейсов, в составе информационных трактов которых используется устройство кодирования, необходимо учитывать сложную структуру информативного сигнала как при создании тестового сигнала, так и в расчётных соотношениях при контроле защищённости информации.

### **Литература**

1. Сборник методических документов ФСТЭК России, 2005.
2. ГОСТ 29339-92. Информационная технология. Защита информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений и наводок при ее обработке средствами вычислительной техники. Общие технические требования.
3. ГОСТ Р 50752-95. Информационная технология. Защита информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений и наводок при ее обработке средствами вычислительной техники. Методы испытаний.
4. ГОСТ 21552-84. Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приёмка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранения.
5. ГОСТ Р 51275-99. Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения.
6. Хорев А.А. Оценка возможности по перехвату побочных электромагнитных излучений видеосистемы компьютера. Часть 2. Специальная техника, 2011. –№4.
7. Кондратьев А.В. Техническая защита информации. Практика работ по оценке основных каналов утечки. – Москва, 2016.