

УДК 004.056

А.А. Панченко

МОНИТОРИНГ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ШУМА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ РАДИОСИСТЕМЫ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОС ASTRA LINUX

Разработана структура и алгоритм функционирования программной компоненты аппаратно-программного комплекса мониторинга эффективности маскирования генератором шума электромагнитных излучений от средств вычислительной техники для предотвращения утечки информации. Проведено тестирование созданного программного средства под управлением отечественной операционной системы Astra Linux с использованием сертифицированного ФСТЭК России устройства защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам «Соната-Р2».

Ключевые слова: мониторинг, генератор шума, контроль эффективности, электромагнитные излучения, утечка информации.

Введение. В настоящее время средства вычислительной техники (СВТ) широко используются практически во всех сферах жизнедеятельности современного общества для обработки информации различного рода, в том числе конфиденциальной и имеющей реальную коммерческую ценность. Для уменьшения лицензионных отчислений и снижения зависимости от зарубежных производителей программного обеспечения (ПО) Правительством России утвержден план перехода федеральных органов исполнительной власти и федеральных бюджетных учреждений на использование свободного ПО на 2011-2015 годы [1].

В ходе реализации данного плана была создана инновационная операционная система (ОС) Astra Linux, обеспечивающая защиту информации, в том числе содержащей сведения, составляющие государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно» [2]. В состав ОС Astra Linux включены средства защиты информации, спроектированные и разработанные совместно с Академией ФСБ России.

В то же время для обеспечения защиты информации от утечки системы, в которых обрабатываются особо важные данные, обычно делают автономными и отключают от сторонних вычислительных сетей (в частности, от сети Интернет). Однако и такой способ не дает полной гарантии защиты от утечки, поскольку практически все СВТ являются электронными устройствами, и процесс обработки информации в них сопровождается протеканием электрических токов и генерацией в окружающем пространстве

побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) [3], которые могут быть приняты и проанализированы злоумышленником.

В 2014 году на 9-й международной конференции IEEE MALCON 2014 исследователи из израильского университета имени Бен-Гуриона показали работающий комплекс программ, позволяющих в типовых условиях получить информацию из изолированной компьютерной системы с использованием ПЭМИ, генерируемых различными типами видеоинтерфейсов [4]. Источником излучений служили широко используемые сейчас интерфейсы VGA, DVI и HDMI, а в качестве приемника применялся штатный приемник FM-радио из состава смартфона.

Для блокирования канала утечки информации за счет ПЭМИ на объектах вычислительной техники обычно применяются генераторы шума (ГШ), которые создают широкополосный электромагнитный шумовой сигнал, перекрывающий (маскирующий) ПЭМИ и делающий невозможным их прием и анализ. Для формирования случайного шумового сигнала в широком диапазоне частот в ГШ используются сложные аналоговые и цифровые схемы совместно с широкополосным усилителем мощности, в связи с чем с течением времени вследствие «старения» электронных компонентов параметры генерируемого шума претерпевают изменения, в результате чего шум в некоторых диапазонах частот может перестать перекрывать ПЭМИ.

Целью данной работы является мониторинг эффективности блокирования генератором шума электромагнитных излучений на объекте ин-

форматизации с использованием аппаратно-программного комплекса, функционирующего под управлением ОС Astra Linux.

Постановка задачи. Для успешного достижения обозначенной цели требуется решить следующие задачи, обусловленные необходимостью получения и анализа параметров электромагнитных излучений на объекте информатизации.

1. Непрерывный прием и оцифровка радиосигналов в реальном масштабе времени и передача их для обработки в персональный компьютер, входящий в состав СВТ объекта информатизации.

Для решения этой задачи необходимо выбрать аппаратное средство, способное производить захват и оцифровку радиосигналов в широком диапазоне частот с достаточным разрешением для выполнения последующей математической обработки. Важными критериями выбора являются возможность подключения устройства к компьютеру через типовой интерфейс, его компактность и невысокая стоимость.

2. Переход в частотную область и формирование амплитудного спектра сигнала в заданном диапазоне частот.

При решении этой задачи должен быть произведен выбор программной библиотеки, имеющей возможность осуществлять требуемое преобразование с заданной точностью под управлением ОС Astra Linux с использованием данных, выдаваемых устройством оцифровки радиосигнала, выбранным при решении предыдущей задачи. Важным условием является возможность работы в реальном масштабе времени на типовом компьютере, а также учет особенностей и ограничений, накладываемых выбранным аппаратным устройством оцифровки радиосигнала.

3. Оценка параметров полученного шумового сигнала, таких как амплитудные характеристики, соответствие шумового сигнала нормальному закону распределения и стабильность параметров генерируемого шума во времени.

В ходе решения данной задачи должен быть построен динамически обновляемый амплитудный спектр сигнала в заданном диапазоне частот, определены текущие и граничные значения основных статистических характеристик для каждой из частотных компонент амплитудного спектра и вычислено значение критерия, характеризующего степень соответствия распределения амплитуд сигнала в каждой из частотных компонент спектра нормальному закону, характеризующему идеальный «белый шум». Сложность процедур обработки данных также ограничивается необходимостью работы в реальном

масштабе времени на типовом компьютере с использованием свободных в данный момент вычислительных ресурсов ОС Astra Linux.

Теоретические исследования. В создаваемом аппаратно-программном комплексе в качестве аппаратной компоненты для приема и оцифровки радиосигналов в наибольшей степени удовлетворяет заявленным требованиям ТВ-тюнер на чипе RTL2832U, представляющий собой компактное устройство, подключаемое к компьютеру с помощью стандартного интерфейса USB 2.0. Стоимость устройства в комплекте с антенной, имеющей магнитное крепление к корпусу компьютера, составляет менее 12 долларов США, его электронные компоненты производятся на Тайване, что исключает возможные проблемы с приобретением из-за санкций.

Помимо самого чипа RTL2832U ТВ-тюнер содержит микросхему радиомодуля (RF-frontend) и небольшое количество аналоговых элементов, что упрощает и снижает стоимость специальных проверок ТВ-тюнера (проверок в целях выявления и изъятия возможно внедренных закладочных устройств [5]) при возникновении такой необходимости.

В силу того, что техническая документация на радиомодули, которые могут использоваться в составе ТВ-тюнера, предоставляется разработчиками этих чипов лишь производителям оборудования на их основе, в данной статье рассматривается чип Rafael Micro R820T, данные о котором получены из находящейся в открытом доступе в сети Интернет предварительной версии документа на этот радиомодуль.

Данный радиомодуль для заданной ему несущей частоты

$$f_0 \in [24 \text{ МГц}, 1766 \text{ МГц}] \quad (1)$$

в штатном режиме эксплуатации выдает промежуточную частоту с шириной полосы 6, 7 или 8 МГц, как это предусмотрено стандартами аналогового и цифрового (DVB-T и DVB-T2) телевидения. Этот сигнал $S(t)$ поступает на вход квадратурного демодулятора в чипе RTL2832U, который выделяет из него синфазную $I(t)$ и квадратурную $Q(t)$ составляющие

$$S(t) = I(t) + iQ(t), \quad (2)$$

подаваемые затем на входы двухканального АЦП, также входящего в состав чипа RTL2832U. Данный АЦП работает с частотой дискретизации 28,8 МГц, задаваемой кварцевым резонатором, а сами компоненты цифровых отсчетов (сэмплов) сигнала I_d и Q_d представляются в виде целых чисел разрядностью 8 бит [6].

Однако перед выдачей оцифрованных сэмплов в компьютер по интерфейсу USB 2.0 происходит их передискретизация с фильтрацией на частоту, не превышающую 3,2 МГц (на практике реально достижимое значение этой воспринимаемой компьютером частоты дискретизации $F_{АЦП}$ составляет 2,4 МГц, возможно, вследствие ограничений, накладываемых реализацией интерфейса USB). Одновременно с заданием значения $F_{АЦП}$ программной библиотекой управления ТВ-тюнером выполняется перенастройка ширины полос пропускания фильтров радиомодуля R820T на значение, равное половине $F_{АЦП}$. Далее выполняется их преобразование в формат с плавающей точкой и приведение значений в диапазон $[-1, 1]$. Для перехода в частотную область выполняется дискретное преобразование Фурье согласно выражению (3)

$$Z_k = \sum_{n=0}^{N-1} S_n e^{-i2\pi k \frac{n}{N}}, \quad k = \overline{0, N-1}, \quad (3)$$

где N – количество точек дискретного преобразования Фурье, равное числу комплексных сэмплов сигнала вида $S = I + iQ$, над которыми выполняется преобразование. В результате преобразования получаются комплексные значения частотных компонент спектра

$$Z_k = X_k + iY_k, \quad (4)$$

по которым вычисляются нормализованные значения амплитуд этих частотных компонент

$$A_k = \frac{|Z_k|}{N} = \frac{\sqrt{X_k^2 + Y_k^2}}{N}, \quad (5)$$

соответствующие частотам в диапазоне

$$\left[f_0 - \frac{F_{АЦП}}{2}, f_0 + \frac{F_{АЦП}}{2} \right], \quad (6)$$

где f_0 – центральная частота радиомодуля из диапазона (1), а $F_{АЦП}$ – выбранная частота дискретизации АЦП чипа RTL2832U.

Поскольку в состав радиомодуля входят аналоговые фильтры, ограничивающие полосу частот сигнала, подаваемого на входы АЦП, получаемые значения амплитуд сигнала на границах диапазона (6) уменьшаются по сравнению со значениями вблизи центральной частоты f_0 . Для устранения этого эффекта и получения актуальных данных из диапазона (6) выбирается лишь заданный процент вблизи центра, для чего вводится значение процента использования полосы частот W . В результате реально используемый диапазон частот будет составлять

$$\left[f_0 - \frac{F_{АЦП}}{2} \cdot \frac{W}{100\%}, f_0 + \frac{F_{АЦП}}{2} \cdot \frac{W}{100\%} \right]. \quad (7)$$

Так как обычно ГШ включает в свой состав несколько первичных источников случайного сигнала на основе нестабильных схем, результирующий шумовой сигнал в идеальном случае оказывается близок к естественному фоновому шуму и характеризуется распределением амплитуд сигнала по нормальному закону. Для оценки распределения амплитуд сигнала каждой частотной компоненты спектра на одной центральной частоте радиомодуля f_0 выполняется M циклов оцифровки сэмплов по N сэмплов в каждом из них. Для каждой группы из N сэмплов выполняются рассмотренные ранее операции дискретного преобразования Фурье и нахождения амплитуд частотных компонент. В результате для каждой частотной компоненты спектра формируется выборка из M значений амплитуды $A_i, i = \overline{1, M}$.

Для каждой полученной выборки определяются значения выборочного среднего \bar{A} и выборочной дисперсии S^2 в соответствии с выражениями

$$\bar{A} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M A_i, \quad S^2 = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (A_i - \bar{A})^2. \quad (8)$$

При увеличении объема выборки выборочное среднее стремится к значению математического ожидания μ , а выборочная дисперсия – к значению дисперсии σ^2

$$\lim_{M \rightarrow \infty} \bar{A} = \mu, \quad \lim_{M \rightarrow \infty} S^2 = \sigma^2, \quad (9)$$

и эти значения используются для построения теоретической функции плотности распределения амплитуд сигнала для нормального закона

$$f(A) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(A-\mu)^2}{2\sigma^2}}. \quad (10)$$

Оценка соответствия распределения значений амплитуды сигнала нормальному закону для каждой частотной компоненты выполняется для значений в диапазоне

$$[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma], \quad (11)$$

который разбивается на K равных интервалов с граничными точками $\tilde{A}_i, i = \overline{0, K}$, на основе критерия согласия Пирсона

$$\chi^2 = M^* \sum_{i=1}^K \frac{(m_i / M^* - P_i)^2}{P_i}, \quad (12)$$

где m_i – число попаданий значения амплитуды в i -й интервал, M^* – количество значений амплитуды, попавших в диапазон (11). Теоретическое

значение вероятности попадания амплитуды шумового сигнала в i -й интервал определяется как

$$P_i = F(\tilde{A}_i) - F(\tilde{A}_{i-1}), \quad (13)$$

где $F(A)$ является функцией распределения для нормального закона

$$F(A) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{A - \mu}{\sqrt{2\sigma^2}} \right) \right]. \quad (14)$$

В результате проведенных вычислений каждая частотная компонента участка спектра в диапазоне частот (7) при заданной центральной частоте радиомодуля f_0 в текущий момент времени характеризуется вектором параметров

$$C = (\mu_C, \sigma_C, \chi_C^2). \quad (15)$$

Время, необходимое для выполнения M циклов приема и оцифровки сэмплов радиосигнала по N сэмплов в каждом цикле при заданной центральной частоте радиомодуля f_0 и частоте дискретизации АЦП $F_{АЦП}$, что позволяет получить информацию об участке спектра шириной $F_{АЦП} \times W / 100\%$, будет определяться выражением

$$t_{\Pi} = \frac{M \times N}{F_{АЦП}}. \quad (16)$$

При $M = 100$ и $N = 1024$ с частотой дискретизации АЦП $F_{АЦП} = 2,4 \text{ МГц}$ это время будет составлять менее 45 миллисекунд, что сравнимо с временем [6], требуемым радиомодулю на перестройку на другую центральную частоту f_0 . Таким образом, скорость сканирования диапазона частот при $W = 75\%$ с данными параметрами составляет более 18 МГц/сек, а само сканирование проводится участком $[f_0 - 0,9 \text{ МГц}, f_0 + 0,9 \text{ МГц}]$, и за счет использования двухканального АЦП, на входы которого поступают синфазная и квадратурная составляющие сигнала, строится двухсторонний частотный спектр вокруг частоты f_0 .

Ширина полосы частот, занимаемая одной частотной компонентой спектра и определяющая разрешающую способность, в этом случае будет равна

$$RBW = \frac{F_{АЦП}}{N} = \frac{2,4 \text{ МГц}}{1024} = 2,34 \text{ кГц}. \quad (17)$$

При сканировании широкого диапазона частот производится циклическая перестройка центральной частоты радиомодуля f_0 от начальной до конечной границы анализируемого диапазона частот в допустимых пределах (1). Даже для

полного поддерживаемого радиомодулем диапазона частот (1) общее время его сканирования при описанных выше значениях параметров составляет примерно полторы минуты, что позволяет проводить множество последовательных циклов сканирования диапазона частот и выявлять таким образом изменения во времени параметров электромагнитного шума, создаваемого генератором.

Для каждой частотной компоненты спектра из рассматриваемого диапазона частот формируется и сохраняется вектор параметров вида

$$R = (\mu, \mu_{MIN}, \mu_{MAX}, \sigma, \sigma_{MIN}, \sigma_{MAX}, \chi^2, \chi_{MIN}^2, \chi_{MAX}^2), \quad (18)$$

содержащий текущее (последнее), минимальное и максимальное значения, обновляемые при поступлении новых данных по участку спектра в виде (15) следующим образом

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_C; & \sigma &= \sigma_C; & \chi^2 &= \chi_C^2; \\ \mu_{MIN} &= \min(\mu_C, \mu_{MIN}); \\ \mu_{MAX} &= \max(\mu_C, \mu_{MAX}); \\ \sigma_{MIN} &= \min(\sigma_C, \sigma_{MIN}); \\ \sigma_{MAX} &= \max(\sigma_C, \sigma_{MAX}); \\ \chi_{MIN}^2 &= \min(\chi_C^2, \chi_{MIN}^2); \\ \chi_{MAX}^2 &= \max(\chi_C^2, \chi_{MAX}^2). \end{aligned} \quad (19)$$

При стабильной работе ГШ и эффективном маскировании сторонних электромагнитных излучений создаваемым шумовым сигналом разница между соответствующими максимальными и минимальными значениями компонентов вектора R будет небольшой, а величина критерия согласия Пирсона χ^2 не будет превышать допустимого значения.

При использовании современных многоядерных процессоров процесс сканирования широкого диапазона частот хорошо поддается распараллеливанию, при котором в одном вычислительном потоке организуется перенастройка радиомодуля на следующую центральную частоту и получение оцифрованных сэмплов, тогда как в другом вычислительном потоке параллельно производится обработка ранее полученного блока сэмплов.

Экспериментальные исследования. Для экспериментальной проверки сделанных предположений была разработана программная компонента аппаратно-программного комплекса (АПК), функционирующая на типовом компьютере под управлением ОС Astra Linux. В качестве аппаратной компоненты используется упомянутый ранее ТВ-тюнер на чипе RTL2832U с ра-

диодомодулем Rafael Micro R820T со штатной антенной.

ОС Astra Linux для работы на компьютерах, оснащенных процессорами с архитектурой x86-64, выпускается в двух вариантах [2]:

1) Astra Linux Special Edition релиз «Смоленск»;

2) Astra Linux Common Edition релиз «Орел».

Первый вариант сертифицирован в системах сертификации средств защиты информации ФСБ России, ФСТЭК России и Минобороны России и может применяться при необходимости обработки информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну. Второй вариант позиционируется разработчиком в качестве ОС общего назначения и доступен для загрузки с его официального сайта [2]. Обе ОС построены на одной и той же компонентной базе, за исключением того, что в сертифицированный вариант входят дополнительные средства защиты информации. В связи с этим программы, разработанные под ОС Astra Linux Common Edition, выполняются также и в ОС Astra Linux Special Edition. Учитывая эту особенность, а также тот факт, что спроектированный АПК не производит никаких обращений к средствам защиты информации, разработка и тестирование АПК выполнялась на основе ОС Astra Linux Common Edition.

Для разработки программной компоненты АПК было использовано свободно распространяемое ПО с открытым исходным кодом, что помимо отсутствия лицензионных отчислений является особенно важным в плане обеспечения возможности свободных модификаций и адаптаций программ, а также при возникновении необходимости проведения контроля отсутствия недекларированных возможностей в программных компонентах [3]. Перечень использованного ПО следующий:

1) интегрированная среда разработки QT Creator совместно с библиотекой QT 5 [7];

2) компилятор C++ из состава GCC [8];

3) библиотека поддержки работы с ТВ-тюнером rtl-sdr версии 0.5.3 [9];

4) библиотека быстрого преобразования Фурье (БПФ) FFTW версии 3 [10];

5) библиотека отображения технической графики Qwt версии 6.1.2 [11].

Благодаря тому, что интегрированная среда разработки, компилятор и библиотеки являются кроссплатформенными, разработанная программная компонента АПК может быть в дальнейшем сравнительно легко адаптирована для работы под управлением других широко распро-

страненных ОС для персональных компьютеров, таких как Microsoft Windows и Apple MacOS (OS X), а также мобильных платформ, в частности, Google Android и Apple IOS.

В целях обеспечения работы АПК в реальном масштабе времени и более эффективного использования современных многоядерных процессоров в программной компоненте АПК создаются три вычислительных потока:

1) поток управления вычислительным процессом и визуализации данных;

2) поток управления ТВ-тюнером и приема оцифрованных данных;

3) поток вычисления параметров участка амплитудно-частотного спектра.

Поток управления вычислительным процессом и визуализации данных выполняет функции ввода исходных данных от пользователя, конфигурирования остальных потоков на основе этих данных, запуска и остановки процесса работы АПК, а также немедленного отображения получаемых результатов.

Поток управления ТВ-тюнером и приема оцифрованных данных выполняет управление режимом работы ТВ-тюнера, получение данных от него в реальном масштабе времени и передачу их для обработки в поток вычисления параметров участка амплитудно-частотного спектра. Для обращения к ТВ-тюнеру данный поток использует библиотеку rtl-sdr.

Поток вычисления параметров участка амплитудно-частотного спектра производит переход в частотную область путем выполнения БПФ, далее выполняет оценку математического ожидания и дисперсии амплитуд частотных компонент спектра, а также вычисление для каждой частотной компоненты критерия согласия Пирсона, характеризующего соответствие распределения амплитуд нормальному закону распределения. Для выполнения операций БПФ данный модуль использует библиотеку FFTW.

При запуске программной компоненты АПК на выполнение пользователь задает следующие параметры:

– устройство на чипе RTL2832U, с которого будет осуществляться получение оцифрованных сэмплов радиосигнала;

– начальную и конечную частоты анализируемого участка спектра из диапазона (1);

– частоту дискретизации АЦП (максимальное значение 2,4 МГц);

– число точек БПФ, используемых для построения частотного спектра (256, 512, 1024, 2048 или 4096);

– количество циклов приема оцифрованных сэмплов на одной центральной частоте радиомо-

дуля (определяет размер выборки, по которой будут вычисляться значения математического ожидания, дисперсии и критерия согласия Пирсона);

– процент использования полосы частот, обрабатываемой при заданном значении частоты дискретизации АЦП.

Для оценки эффективности блокирования радиосигналов с помощью генератора широкополосного электромагнитного шума анализируется устройство защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам «Соната-Р2» [12] производства НПО «Анна», с помощью которого формируется маскирующий шумовой сигнал. Данный ГШ имеет сертификат ФСТЭК России.

В ходе проведения тестирования разработанного АПК проводился анализ эффективности маскирования названным ГШ радиосигналов, присутствующих в диапазоне частот от 94 МГц до 98 МГц. Для этих целей сначала выполняется анализ радиоэфира с помощью разработанного АПК с выключенным ГШ, а затем – анализ того же частотного диапазона при включенном ГШ.

Окно программы, отображающее графики полученного с помощью разработанного АПК амплитудно-частотного спектра при выключенном ГШ, представлено на рисунке 1 сверху.

На графиках отображены (снизу вверх) минимальное, текущее и максимальные значения

математического ожидания амплитуд частотных компонент спектра, а также абсолютные максимальные значения амплитуд частотных компонент спектра (верхний график) в диапазоне частот от 94 МГц до 98 МГц при частоте дискретизации АНЦ 2 МГц. В данном случае радиопередачи осуществляются на частотах 95,6-95,8 МГц и 96,8-97,0 МГц, что отображается пиками на графике максимального значения амплитуды и существенной разницей между минимальными и максимальными значениями математического ожидания амплитуд частотных компонент. Для участков спектра, соответствующих естественному шуму, как сами значения амплитуд, так и разница между ними являются небольшими.

Аналогично на рисунке 1 снизу на графиках, отображающих значения критерия согласия Пирсона, характеризующего соответствие распределения амплитуд частотных компонент сигнала нормальному закону распределения, в тех областях частот, где происходит передача сигнала, графики имеют явные пики. Это подтверждает существование отклонения сигнала в данных областях частот от шумового, характеризующегося нормальным распределением амплитуд и сохранением этого свойства во времени.

На рисунке 2 сверху представлено изображение окна разработанного АПК, полученное в результате проведения анализа той же области частот при работающем ГШ «Соната-Р2».

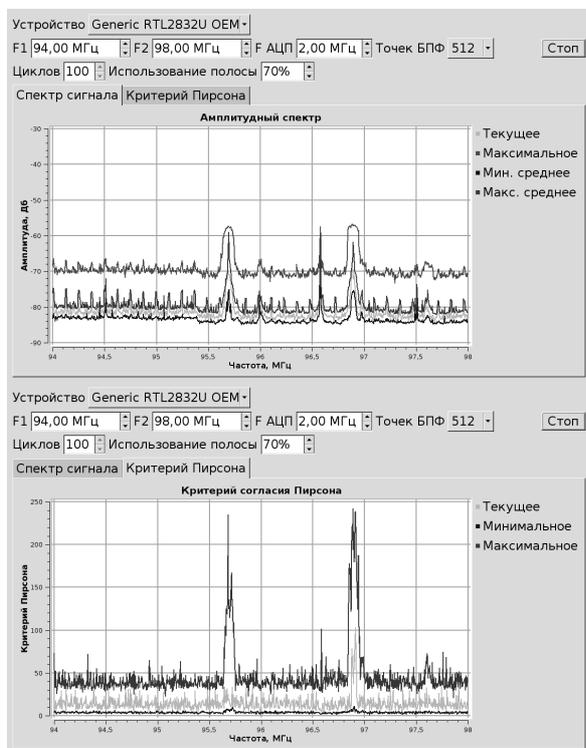


Рисунок 1 – Анализ диапазона частот от 94 МГц до 98 МГц при выключенном ГШ

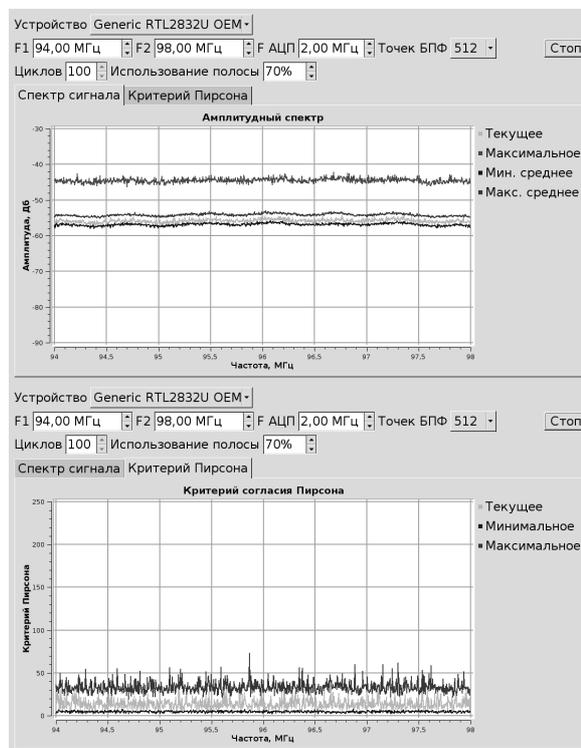


Рисунок 2 – Анализ диапазона частот от 94 МГц до 98 МГц при работающем ГШ

В данном случае амплитуда сигнала, создаваемого ГШ, полностью перекрывает амплитуды обнаруженных ранее радиосигналов во всем рассматриваемом диапазоне частот. Подтверждением успешного маскирования радиосигналов с помощью ГШ служит график, отображающий минимальное, максимальное и текущее значения критерия согласия Пирсона, представленный на рисунке 2 снизу. Низкие значения данного критерия во всем частотном диапазоне по сравнению со случаем анализа того же участка спектра при выключенном ГШ являются четким индикатором того, что шумовой сигнал превалирует в данном случае и не позволяет принять и восстановить исходный радиосигнал.

При рассмотрении формируемого с помощью ГШ «Соната-Р2» маскирующего шумового сигнала в более широком диапазоне частот выявляется неравномерность амплитудно-частотного спектра шума как в зависимости от частоты, так и во времени, на что указывают как сами значения минимального и максимального математического ожидания амплитуд шумового сигнала, так и существенные отклонения друг от друга разностей между этими значениями для различных частотных компонент. При этом значения критерия согласия Пирсона находятся на низком уровне, что свидетельствует о выполнении ГШ своих функций и в данном случае.

Выводы. В результате исследования был разработан АПК на основе дешевого широкодоступного аппаратного модуля и программной компоненты, реализованной с использованием свободно распространяемого ПО с открытым исходным кодом и функционирующей под управлением отечественной ОС Astra Linux.

Выявленные неравномерность и изменения амплитуд генерируемого шумового сигнала во времени лишь подтверждают необходимость оперативного мониторинга качества маскирующего шумового сигнала, создаваемого с помощью ГШ на объекте информатизации, и своевременного выявления выхода его параметров за допустимые пределы, создающие потенциальную возможность утечки информации за счет электромагнитных излучений.

Загрузка центрального процессора компьютера при работе АПК не превышала 5%, причем большая часть процессорного времени затрачивалась на отображение и постоянное обновление формируемых программой графиков. Это позволяет в дальнейшем сформировать обобщенный критерий, характеризующий эффективность работы ГШ, и проводить постоянный мониторинг работы ГШ в фоновом режиме, выдавая пользователю предупреждение или блокируя его сеанс работы в случае возникновения угрозы утечки информации за счет ПЭМИ.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства России от 17 декабря 2010 г. № 2299-р.
2. Astra Linux. Официальный сайт производителя. <http://astra-linux.com/>.
3. ГОСТ Р 51275-2006 Защита информации. Объект информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения.
4. M. Guri, G. Kedma, A. Kachlon and Y. Elovici. AirHopper: Bridging the Air-Gap between Isolated Networks and Mobile Phones using Radio Frequencies // 9th IEEE International Conference on Malicious and Unwanted Software (MALCON 2014), Puerto Rico, Fajardo, 2014.
5. ГОСТ Р 50922-2006 Защита информации. Основные термины и определения.
6. Панченко А.А. Оценка возможностей мониторинга радиоэфира с помощью программно-определяемой радиосистемы на основе чипа RTL2832U // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 50-1. С. 132-135.
7. QT. Официальный сайт производителя. <http://www.qt.io/download-open-source/>.
8. GCC, the GNU Compiler Collection <http://gcc.gnu.org/>.
9. Steve Markgraf, Dimitri Stolnikov. RtlSdr <http://sdr.osmocom.org/trac/wiki/rtl-sdr/>.
10. Matteo Frigo, Steven G. Johnson. FFTW. <http://www.fftw.org/>.
11. Qwt - Qt Widgets for Technical Applications. <http://qwt.sourceforge.net/>.
12. Устройство защиты объектов информатизации от утечки информации за счёт ПЭМИН «Соната-Р2» <http://www.npoanna.ru/Content.aspx?name=models.sonata-r2>.