

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОБСТВЕННЫХ ШУМОВ АППАРАТУРЫ НА РАЗМЕР ЗОН БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО КАНАЛАМ ПЭМИН



Сорокин Алексей Юрьевич

Аспирант факультета подготовки научных и педагогических кадров
Российского государственного социального университета



Файрузов Рустам Алмасович

Магистрант института информационных кибернетических
исследований Национального исследовательского ядерного
университета МИФИ

Аннотация: В статье рассмотрена гипотеза, согласно которой собственные шумы измерительной аппаратуры влияют на размер зон безопасности при проведении специальных лабораторных исследований по каналам ПЭМИН. Проведено исследование влияния характеристик анализатора спектра на размер зон безопасности при их определении по шумам измерительной площадки.

Ключевые слова: Зоны безопасности, специальные исследования, шум, ПЭМИН.

Abstract: The article considers the hypothesis that the intrinsic noise of measuring equipment affects the size of safety zones when conducting special laboratory tests on pemin channels . The study of the influence of the spectrum analyzer characteristics on the size of safety zones when they are determined by the noise of the measuring platform.

Key words: Security zones, special studies, noise, pemin.

Введение

В случае, когда при проведении специальных лабораторных исследований (СИ) по каналам ПЭМИН не удается обнаружить сигнал технического средства, зоны безопасности R_2 , r_1 , r_1' определяются по шумам измерительной площадки.

В таких условиях, с теоретической точки зрения, создаваемые в процессе работы измерительной аппаратуры электромагнитные колебания, будут увеличивать уровень измеряемого шума, что в свою очередь негативно скажется на размере получаемых зон безопасности.

Данный факт ставит под сомнение целесообразность ориентироваться в таком случае на полученные зоны, особенно в случае использования средств защиты информации, так как это может выразиться в нецелесообразном удорожании мероприятий по обеспечению информационной безопасности [1].

В целях определения достоверности такого теоретического допущения, было проведено исследование влияния шума различной измерительной аппаратуры, на размер получаемых зон. В качестве

измерительной аппаратуры, были рассмотрены шумы, создаваемые анализатором спектра.

Исследование влияния шумов анализатора спектра на получаемый сигнал

Для того что бы разложить сигнал во временном диапазоне используют осциллограф, а вот для разложения сигнала на частотном диапазоне необходим анализатор спектра. Область его применения далеко уходит за рамки информационной безопасности, однако в случае работы с ПЭМИН он является незаменимым инструментом.

Функционал анализаторов спектра который определяется их техническими характеристиками достаточно широк, большая их часть описывает возможности обработки сигнала, однако учитывая суть настоящей работы, анализатор спектра, будет рассматриваться прежде всего как приемник. Главными техническими характеристиками любого приемника является диапазон и чувствительность. Что касается диапазона, то в данном случае достаточно сказать лишь о том, что бы диапазон используемого анализатора удовлетворял требованиям по проведению СИ.

Чувствительность, характеризует способность приемника принимать слабые сигналы. Чувствительность приемника определяется как минимальный уровень входного сигнала устройства, необходимый для обеспечения требуемого качества полученной информации.

Реальная чувствительность приемника равна ЭДС (или номинальной мощности) сигнала в антенне, при которой напряжение (мощность) сигнала на выходе приемника превышает напряжение (мощность) шума в заданное число раз. Предельная чувствительность приемника равна ЭДС или номинальной мощности сигнала в антенне, при которой на выходе его линейной части (т. е. на входе детектора), мощность сигнала равна мощности внутреннего шума.

При задании чувствительности приемника, она определяется как отношение мощности поля на входе приемника к уровню мощности 1 мВт и выражается в логарифмическом масштабе дБм.

$$q = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P}{1\text{мВт}} \right),$$

где q – чувствительности приемника выраженная в логарифмическом масштабе дБм;

P – мощность поля на входе приемника.

Исходя из определения предельной чувствительности, следует, что мощность шума на выходе приемника является суммой шумовых мощностей входящих в него элементов. Если подойти предельно просто, то можно сказать, что шум на выходе приемника будет суммой мощности собственного шума приемника и подключенной к нему антенны. Таким образом получается, что предельная чувствительность приемника будет определяться как:

$$q = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\sqrt{P_{\text{ша}}^2 + P_{\text{сш}}^2}}{1\text{мВт}} \right),$$

где $P_{\text{ша}}$ – шум создаваемый антенной, который равен предельной чувствительности антенны;

$P_{\text{сш}}$ – собственный шум приемника, который равен своей предельной чувствительности.

В конечном счете, стоит сделать следующий вывод, что при оценке технических характеристик анализаторов спектра, если чувствительность выражена в децибелах, справедливо следующее: чем меньше это значение, тем выше чувствительность приемника. [2] Далее стоит рассмотреть, как чувствительность будет влиять на размер зон безопасности.

Установлено, что чувствительность выражается в децибелах и определяет минимальный порог мощности сигнала, который может быть воспринят аппаратурой. Учитывая формулу (2) следует, что измеряемое значение напряженности поля на частоте сигнала, будет суммой мощности поля внешних шумов и шума приемника.

Таким образом получается, [3] что чем ниже чувствительность аппаратуры, тем выше будут значения

измерений. Для наглядности, предлагается проанализировать воздействие чувствительности приемника на значение отношения сигнал/шум и как следствие оценить масштаб влияния на зоны безопасности.

Исходя из формулы (2) следует, что возможно построить функциональную зависимость значений измеряемого сигнала от значений собственного шума приемника. Известно:

$$E_{\text{с+ш}} = \sqrt{\left(10^{\frac{E_c}{20}}\right)^2 + \left(10^{\frac{E_{\text{ш}}}{20}}\right)^2} = \sqrt{10^{0,1 \cdot E_c} + 10^{0,1 \cdot E_{\text{ш}}}}.$$

Так как, $E_{\text{ш}}$ возможно представить как сумму шумов приемника и сумму внешних шумов, то $E_{\text{с+ш}}$ будет равняться:

$$E_{\text{с+ш}} = \sqrt{\left(10^{\frac{E_c}{20}}\right)^2 + \left(10^{\frac{\sqrt{\left(10^{\frac{E_{\text{вш}}}{20}}\right)^2 + \left(10^{\frac{E_{\text{шп}}}{20}}\right)^2}}{20}}\right)^2},$$

где $E_{\text{вш}}$ – напряженность поля внешнего шума;

$E_{\text{шп}}$ – напряженность поля шумов приемника.

Так как $E_{\text{шп}}$ включает в себе шум антенны, то значение $E_{\text{с+ш}}$ будет иметь следующий вид:

$$E_{\text{с+ш}} = \sqrt{\left(10^{\frac{E_c}{20}}\right)^2 + \left(10^{\frac{\sqrt{\left(10^{\frac{E_{\text{вш}}}{20}}\right)^2 + \left(10^{\frac{\sqrt{\left(\frac{E_{\text{шп}}}{10^{\frac{E_{\text{ша}}}{20}}}\right)^2 + \left(\frac{E_{\text{ша}}}{10^{\frac{E_{\text{ша}}}{20}}}\right)^2}}{20}}\right)^2}}{20}}\right)^2},$$

где $E_{\text{шп}}$ – напряженность поля от шума приемника;

$E_{\text{ша}}$ – напряженность поля от шума антенны.

Тогда выделение сигнала E_c будет выглядеть следующим образом:

$$E_c = \sqrt{\left(10^{\frac{E_{\text{с+ш}}}{20}}\right)^2 - \left(10^{\frac{\sqrt{\left(10^{\frac{E_{\text{вш}}}{20}}\right)^2 + \left(10^{\frac{\sqrt{\left(\frac{E_{\text{шп}}}{10^{\frac{E_{\text{ша}}}{20}}}\right)^2 + \left(\frac{E_{\text{ша}}}{10^{\frac{E_{\text{ша}}}{20}}}\right)^2}}{20}}\right)^2}}{20}}\right)^2}.$$

Объединив формулы 5 и 3, получим функцию для оценки воздействия чувствительности на значения отношения сигнал/шум.

Таблица 1

Значения для функции зависимости от чувствительности

| | | | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| a | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| b | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| c | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| x | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| y | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 19 |

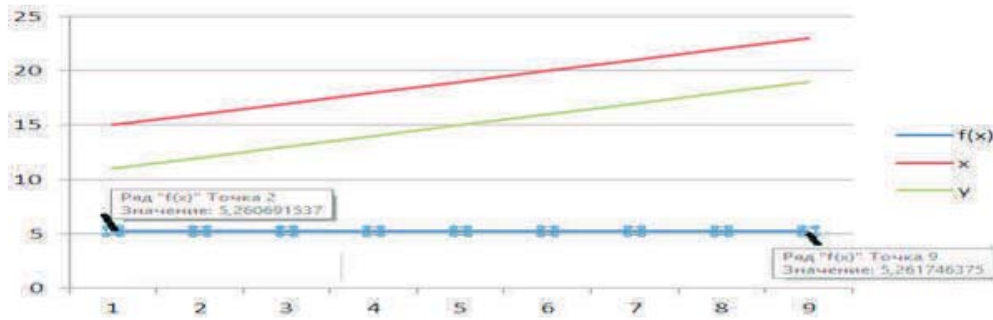


Рис. 1. График зависимости значения отношения сигнал/шум от чувствительности приемника определяемой по его шумам

Таблица 2

Значения f(x)

| | | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| f(x) | 5,2606637 | 5,2606915 | 5,26072935 | 5,26078184 | 5,26085637 | 5,2609647 | 5,26112602 | 5,26137080 | 5,26174637 |
|------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|

$$f(x) = \sqrt{\left(10^{\frac{a}{20}}\right)^2 - \frac{\left(\left(10^{\frac{b}{20}}\right)^2 + \frac{\sqrt{\left(\frac{x}{10^{\frac{x}{20}}}\right)^2 + \left(\frac{y}{10^{\frac{y}{20}}}\right)^2}}{20}\right)^2}{c}}$$

где *a*, *b*, *c* – константные значения (сигнал + шум, внешний шум и нормированный шум);

x, *y* – переменные значения (уровня шума приемника и антенны).

Для построения функции, будут заданы следующие значения (табл. 1)

Задав значения, возможно перейти к графическому построению зависимости (рис. 1).

Значения *f(x)* приведены в табл. 1.

Заключение

Исходя из полученных результатов, следует, что чувствительность приемных элементов опреде-

ляемая по собственным шумам, в свою очередь при расчете отношения сигнал/шум, способна оказывать достаточное влияние на размер зон. В результатах описанных в табл. 1 видны изменения которые начинаются за четвертым знаком после запятой, однако, при больших значениях *x* и *y*, изменение значения функции становится намного существеннее.

Данный подход позволит обоснованно сократить размер зон безопасности и как следствие сократить бюджет мероприятий по обеспечению информационной безопасности с применением СЗИ.

Список литературы

1. **Gordon L.A.** The economics of information security investment / L.A. Gordon, M.P. Loeb //ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC). – 2002. – Т. 5. – № 4. – С. 438–457.
2. **Афонский А.А.** Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики: учеб. пособие / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. – 2009.
3. **Виноградов Е.А.** Порог чувствительности аппаратуры ВСП / Е.А. Виноградов, А.Д. Чигрин // Технологии сейсморазведки. – 2006. – № 03. – С. 90–95.