

НАВАРКИН Вячеслав Владимирович

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ОБРАБАТЫВАЕМОЙ СРЕДСТВАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

Показана возможность при применении на объектах ВТ средств активной защиты (САЗ) использования в качестве границы незащищенной зоны окружности, параметры которой (радиус и координаты центра) могут быть определены на основании данных по спектральной плотности шума САЗ и результатам измерения спектральных составляющих побочного излучения средств вычислительной техники (СВТ).

В случаях, если установлено [1], что радиус зоны возможного обнаружения (R_2) побочных излучений СВТ оказывается неприемлемо большим, или же при контроле защищенности объектов вычислительной техники отношение сигнал/шум (Δ) превышает допустимую норму, то одним из путей устранения данной ситуации является установка в помещении, где находятся СВТ, (САЗ) – генератора шума с излучающей антенной.

Однако широко используемые для оценки защищенности величины R_2 и Δ в данном случае обнаруживают свою неприемлемость как универсальные параметры оценки защищенности. В качестве универсального и наглядного показателя защищенности СВТ при применении САЗ можно принять границу, разделяющую защищенную и незащищенную области на плоскости (на определенной территории), где возможны действия по обнаружению сигнала. При этом необходимо рассмотреть случаи размещения СВТ и САЗ как на этой плоскости, так и вне ее. Как будет показано, при выполнении перечисленных ниже предпосылок (в целом справедливых или дающих некоторый запас при оценках) за такую границу может быть принята окружность, параметры которой (радиус и положение центра) элементарно рассчитываются.

Предпосылки, используемые при оценке эффективности САЗ:

1. электрические центры источника побочного сигнала и антенны САЗ либо совмещены (в этом случае учитывается некоторый вероятный разнос электрических центров источников побочного сигнала и шума, в значительной мере неопределенный), либо разнесены на определенное расстояние L ;
2. идентичность законов убывания сигнала и шума при удалении от источников;
3. диаграммы излучения источников побочного сигнала и шума – круговые;
4. проводится единое рассмотрение двух возможных вариантов применения САЗ (при конструктивном совмещении СВТ и САЗ и при обособленном размещении САЗ), при этом электрические центры источников побочного сигнала и шума во всех случаях предполагаются

разнесенными, в том числе и для первого варианта, поскольку в той или иной мере источники разнесены и в этом случае;

5. нормальный закон распределения амплитуд шума или возможность учета отклонения от этого закона, что необходимо при использовании отношения сигнал/шум в качестве критерия оценки защищенности [1].

Вывод соотношений для расчета параметров границ защищенных зон при размещении СВТ и САЗ на плоскости обнаружения сигнала

Для определения границы, разделяющей защищенную и незащищенную зоны, воспользуемся малоизвестным положением элементарной планиметрии, которое по существу является альтернативным определением окружности. *Рис. 1* иллюстрирует формулировку данного положения и вывод расчетных соотношений.

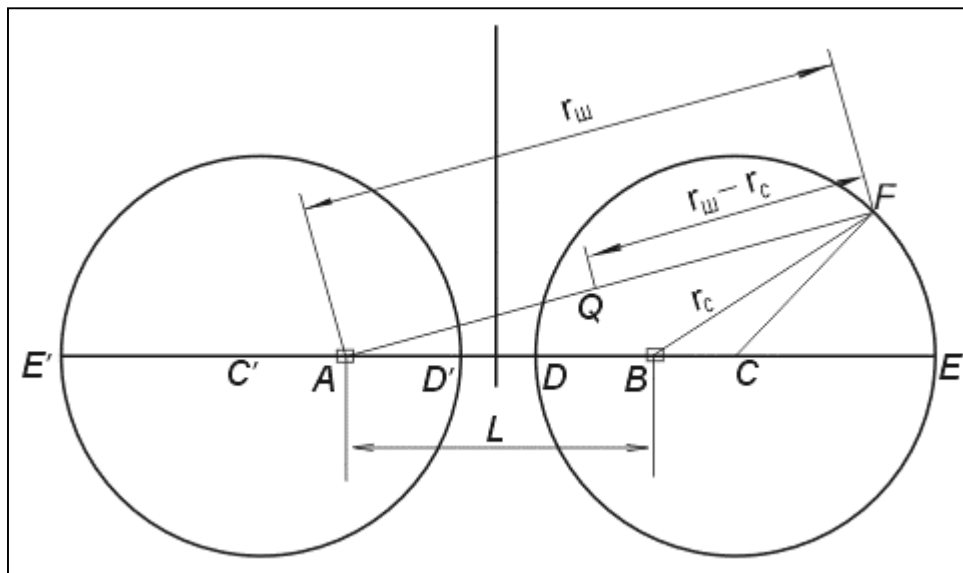


Рис. 1.

Пусть A и B – произвольные точки на плоскости, L – расстояние между точками A и B . При этом справедливо следующее утверждение: геометрическое место точек на плоскости, характеризующееся постоянным отношением (z) расстояния до точки A к расстоянию до точки B , есть окружность, внутри которой находится точка B (при $z > 1$) или точка A (при $z < 1$), причем центр окружности находится на продолжении отрезка AB , а радиус окружности и координата ее центра функционально зависят от z .

На прямой, проведенной через A и B , обозначим точки D , E , C , отвечающие условиям:

$AD/BD = z$, $AE/BE = z$, $DC = CE$, причем точки D , E , C построены для случая $z > 1$. Исходя из этих соотношений и в соответствии с *рис. 1* получаем:

$$BD = L/(z + 1),$$

$$BE = L/(z - 1), \quad (1)$$

$$BC = L/(z^2 - 1), \quad (2)$$

$$DC = L \times z/(z^2 - 1), \quad (3)$$

$$AC = L \times z^2 / (z^2 - 1).$$

На DE , как на диаметре, построим окружность (F – произвольная точка на окружности) и покажем, что любая точка, взятая на этой окружности, характеризуется одной и той же определенной величиной отношения расстояний до точек A и B .

Из подобия треугольников CAF и CFB (по общему углу и двум взаимно пропорциональным парам сторон: $CF/BC = AC/CF = z$) следует, что $AF/BF = z$. При этом очевидно, что заданное отношение расстояний (z) от точки F до точек B и A справедливо для любой другой точки, взятой на окружности.

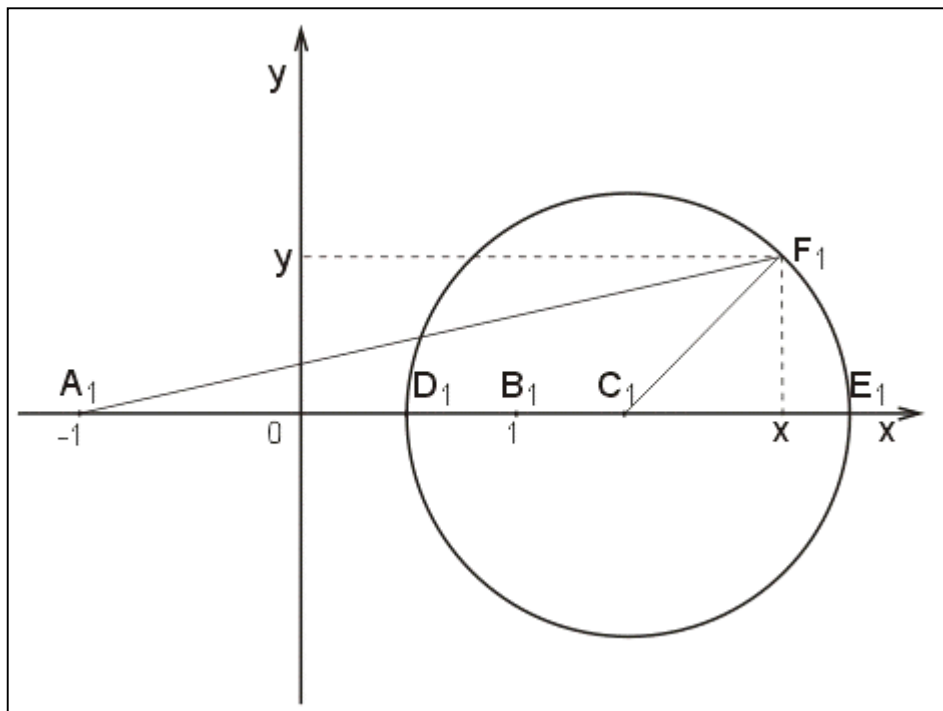


Рис. 2.

Эта окружность, характеризующаяся параметром z , как следует из проведенных построений, определяется на плоскости параметрами, функционально зависящими от z , а именно: смещение центра окружности S относительно точки B определяется выражением (2), а радиус окружности R – выражением (3).

Как очевидно, если параметр $z < 1$, то он определяет окружность симметричную по отношению к окружности с параметром $z' = (1/z) > 1$, причем ось симметрии является перпендикуляром, проходящем через середину отрезка AB . При этом для окружности с параметром $z < 1$ (она

охватывает точку A) смещение ее центра относительно точки A и радиус рассчитываются аналогично:

$$S' = AC' = L/(z^2 - 1), \quad (4)$$

$$R' = DC' = L \times z / (z^2 - 1). \quad (5)$$

Очевидно, что принимая z за параметр, получим семейство окружностей, которое в прямоугольной системе координат (рис. 2, на котором принято $L = 2$) определяется уравнением:

$$\left(\frac{x}{L} - \frac{z^2 + 1}{2(z^2 - 1)}\right)^2 + \left(\frac{y}{L}\right)^2 = \left(\frac{2z}{z^2 - 1}\right)^2 \quad (6)$$

Далее покажем, что в качестве границы, разделяющей защищенную и незащищенную зону на плоскости, где размещаются защищаемое СВТ и антенна САЗ, может быть принята одна из окружностей данного семейства.

усть $E_i(d)$ и $E_{ui}(d)$ – напряженность поля побочного сигнала и спектральная плотность шумов САЗ на частоте f_i в точке, одинаково удаленной (на расстояние d) от источника побочного сигнала и от антенны САЗ. Тогда, приняв, что вид источника сигнала соответствует виду источника помехи (например, оба источника являются источниками электрического поля), а степень убывания поля от источников равна N , а также считая, что размеры источников значительно меньше, чем d , условие защищенности от возможности обнаружения сигнала по полю при оптимальном (по Котельникову) приемнике обнаружения [3] для случая разнесенных источников побочного сигнала и шума, можно представить как

$$\sum_i \left(\frac{\Delta_i}{\delta} z^N\right)^2 = 1, \quad N > 0, \quad (7)$$

где $\Delta_i = \frac{E_i(d)}{E_{ui}(d)\sqrt{F}}$ – отношение сигнал/шум при измерениях спектральной составляющей

побочного сигнала и спектральной плотности шума от САЗ на одном и том же расстоянии от источников сигнала и шума;

F – тактовая частота тестового сигнала;

δ – норма на максимально допустимое отношение сигнал/шум.

Из (7) получаем выражение для расчета параметра z , который определяет окружность, являющуюся границей, разделяющей защищенную и незащищенную зоны:

$$z = \left(\sum_i \left(\frac{\Delta_i}{\delta}\right)^2\right)^{\frac{1}{2N}}, \quad (8)$$

причем из вышеизложенного следует, что при $z > 1$ окружность ограничивает незащищенную зону вблизи источника сигнала, а при $z < 1$ – защищенную зону вблизи источника шума.

Пусть на *рис. 1* точка *B* соответствует месту размещения электрического центра источника побочного сигнала, а точка *A* – антенны САЗ. Рассмотрим случай $z > l$ (соответствующий ситуации, при которой возможна эффективная защита).

Очевидно, что для обеспечения защищенности СВТ расстояние от СВТ до границы незащищенной зоны r_c (*рис. 1*) по всевозможным направлениям от источника сигнала не должно превосходить расстояния до границы контролируемой зоны ($R_{кз}$) (помещения или территории, где размещается защищаемая вычислительная техника). Поэтому, приняв, что максимальное значение r_c , определяемое выражением (1), не должно превосходить $R_{кз}$ и определив значение степени убывания поля N в точке Q (на расстоянии от источника шума $AQ = r_c$), будем считать, что это значение N на всем участке QF сохраняется. Так как в действительности значение N при удалении от источника может только уменьшаться, то, значит, использование в качестве границы незащищенной зоны окружности может привести лишь к завышению фактического размера незащищенной зоны. Если же на участке QF значение N не меняется, то границей незащищенной зоны будет именно окружность с найденными параметрами.

Для определения показателя степени убывания поля N в точке пространства на расстоянии r_0 от СВТ будем рассматривать поле на расстоянии r вблизи r_0 .

С учетом принятой модели приемника [1] и закона убывания поля в соответствии с [2] запишем выражение для коэффициента ослабления поля $G(r)$ в окрестности этой точки:

$$G(r) = \left(\frac{\kappa_3^2(r)}{\left(\frac{r}{r_0}\right)^6} + \frac{\kappa_2^2(r)}{\left(\frac{r}{r_0}\right)^4} + \frac{\kappa_1^2(r)}{\left(\frac{r}{r_0}\right)^2} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

$$\text{где } \kappa_3^2(r) = \sum_i \kappa_{i3}^2(r) = A^2,$$

$$\kappa_2^2(r) = \sum_i \kappa_{i2}^2(r) = B^2, \quad (10)$$

$$\kappa_1^2(r) = \sum_i \kappa_{i1}^2(r) = C^2,$$

причем, в соответствии с [2],

κ_{i3} – значения κ_i , для которых $r_0/\lambda_i \leq 1/(2\pi)$;

κ_{i2} – значения κ_i , для которых $1/2\pi < r_0/\lambda_i < 3$;

κ_{i1} – значения κ_i , для которых $r_0/\lambda_i \geq 3$;

где $\lambda_i = 3 \times 10^8 / f_i$ – длина волны, соответствующая частоте f_i .

По определению

$$N = \log_{\frac{r_2}{r_1}} \left(\frac{G(r_2)}{G(r_1)} \right), \quad (11)$$

где $r_1 = r_0 - \Delta r$, $r_2 = r_0 + \Delta r$, $\Delta r \rightarrow 0$. (12)

В результате подстановки в формулу (10) выражений (9) и (11) после предельных преобразований, и учитывая, что по определению $N > 0$, получаем:

$$N = \frac{3A^2 + 2B^2 + C^2}{A^2 + B^2 + C^2}. \quad (13)$$

На основании опытных данных по проведению оценки защищенности мониторов ПЭВМ можно для предварительной оценки, не прибегая к формулам (10) и (13), принять при расчете по (8) $N = 2$, что, как правило, может привести лишь к запасу в проводимых оценках.

Резюмируя, изложим кратко заключительные операции расчета:

- 1) если при расчете по формуле (8) получено $z > 1$, то рассчитывают смещение центра и радиус окружности – границы незащищенной зоны: $S = L/(z^2 - 1)$ (относительно точки B), $R = Lz/(z^2 - 1)$;
- 2) если получено $z < 1$, то находят $z' = (1/z)$ и рассчитывают смещение центра и радиус окружности – границы защищенной зоны: $S' = L/(z'^2 - 1)$ (относительно точки A), $R' = Lz'/(z'^2 - 1)$.

При данном подходе к задаче значения z , меньшие единицы, в расчетах не фигурируют, а используются параметры: $z > 1$ или $z' > 1$. С точки зрения геометрии параметры z и z' являются равноценными, указывая лишь, какую из двух точек (B или A) охватывает окружность. Однако, когда этими параметрами характеризуют границу зоны, то они приобретают существенно различный смысл. Параметр z определяет границу незащищенной зоны, охватывающую источник побочного сигнала, и показывает, во сколько раз эта граница ближе к СВТ, чем к антенне САЗ; поэтому он может быть назван «коэффициент близости границы незащищенной зоны к источнику сигнала». Параметр z' определяет границу защищенной зоны, охватывающую источник шума, и показывает, во сколько раз эта граница ближе к антенне САЗ, чем к СВТ; он может быть назван «коэффициент близости границы защищенной зоны к источнику шума». В случае, когда при расчете получается $z = z' = 1$, то границей, разделяющей защищенную и незащищенную зоны, является перпендикуляр, проведенный через середину отрезка AB .

Из изложенного следует, что если для какой-либо пары САЗ-СВТ граница зоны определяется параметром z' , то это означает, что данное средство активной защиты применительно к защищаемому СВТ лишь в некоторых особых случаях может оказаться полезным, причем только при достаточном удалении антенны САЗ от СВТ. Данную ситуацию целесообразно выявить еще до расчета параметра z , непосредственно после проведения измерений. Как следует из формулы (7), для этого по результатам измерения (на равных расстояниях от источников) компонентов тест-сигнала E_i и спектральной плотности шума E_{ui} целесообразно рассчитать параметр β , который характеризует запас защищенности СВТ при условии, что источники сигнала и шума совмещены:

$$\beta (\text{дБ}) = 10 \lg \frac{1}{\sum_i \left(\frac{\Delta_i}{\delta} \right)^2}.$$

При этом необходимым условием эффективной защиты (когда применение САЗ характеризуется параметром z) является: $\beta > 0 \text{ дБ}$. В случае же $\beta < 0 \text{ дБ}$ применение САЗ будет характеризоваться параметром z' и, значит, целесообразно использование более эффективного САЗ.

В тех практически редких случаях, когда после проведенных расчетов обнаруживается, что окружность с радиусом R или R' пересекает окружность с радиусом R_2 , то на план объекта наносится результирующая незащищенная зона (область, содержащая источник побочного сигнала (B) и ограниченная двумя окружностями). Заметим, что уточненное построение результирующих зон с привлечением ЭВМ приведет к скруглению границ зон в месте пересечения окружностей. Однако сокращение размеров зон при этом пренебрежимо мало и проводить данное уточнение нецелесообразно. Последнее обстоятельство связано с резким уменьшением шумов САЗ при удалении от него, в то время как уровень шумов, определяющих значение R_2 , от координаты не зависит.

В случае, если СВТ и САЗ конструктивно совмещены, то для оценки величины незащищенной зоны вокруг СВТ необходимо оценить, хотя бы ориентировочно ожидаемую максимальную величину разноса (L) электрических центров источников сигнала и шума. Оценка такого разноса ориентировочно может составить, например, величину 0,2 м. При применении совмещенной пары САЗ-СВТ помимо оценочного значения L необходимо знать также направление линии, проходящей через электрические центры источников и ее полярность. Однако практически это не представляется возможным. В этом случае все направления от СВТ придется рассматривать как равноценные и ориентироваться для оценки защищенности на максимальную величину протяженности незащищенной зоны, которая определяется выражением (1) (рис. 1).

Литература

1. Наваркин В.В. и др. Об основных принципах проверки выполнения норм защищенности средств вычислительной техники/Специальная техника, 2003, №6.
2. Суворов П.А. и др. Некоторые особенности поля побочного электромагнитного излучения технических средств, обрабатывающих конфиденциальную информацию/Специальная техника, 2004, №2.
3. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники, ч. 2, М., Сов. Радио, 1975.