

УДК 004.3

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ В ОБЪЕКТАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ИХ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ

Л.Л. УТИН, Х.М. КРЕД, М.А. САБЕРИАН

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 28 февраля 2012

На основании проведенных исследований возможностей разработанного программного продукта, предназначенного для построения зон радиоизлучений электронных вычислительных машин (далее – ЭВМ) [1], предложен подход к оптимизации размещения ЭВМ в объектах информатизации по критерию минимизации уровня радиоизлучений за пределы контролируемой зоны (далее – КЗ).

Ключевые слова: затухание сигналов, зона излучений, моделирование, радиоизлучения, контролируемая зона, оптимизация размещения.

Введение

В ранее опубликованной статье [1] было показано, что используемый в настоящее время подход к определению целесообразности применения в объектах информатизации «защищаемое помещение» (далее – объект информатизации) активных и пассивных средств защиты информации от ее утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок (далее – ПЭМИН) обладает рядом достоинств и недостатков. Одним из основных выявленных недостатков является недостаточное внимание исследованиям условий функционирования ЭВМ внутри объекта информатизации, в результате чего требования, предъявляемые к защите информации, являются завышенными. С целью повышения обоснованности использования активных и пассивных средств защиты предложена методика построения зоны радиоизлучений ЭВМ в объекте информатизации, позволяющая учесть затухания ПЭМИН при их распространении через стены, мебель, сейфы и другие предметы интерьера. В развитии данного направления проведены дополнительные исследования влияния местоположения ЭВМ в объекте информатизации на площадь зоны ее радиоизлучений и предложена методика оптимизации размещения ЭВМ, рассмотренная ниже.

Теоретический анализ

Специалистам в области защиты информации известно, что перехват информации, обрабатываемой на ЭВМ, без проникновения в область КЗ применяется злоумышленниками в тех случаях, когда использование ими других способов хищения требуемых сведений не позволяет достигнуть поставленных целей. Возможность такого способа негласного добывания информации описана в многочисленных научных трудах [2–7] и осуществляется путем применения разведывательной аппаратуры, в состав которой могут входить анализатор спектра, сканирующий приемник, комплект направленных антенн, ЭВМ с установленным специальным программным обеспечением и другое оборудование.

В ходе проведенного анализа особенностей измерений утечки информации через канал ПЭМИН, были выявлены факторы, влияющие на вероятность перехвата данных, обрабатываемых на ЭВМ [6], основными из которых являются:

- удаление аппаратуры перехвата от места радиоизлучений ЭВМ;
- высота помещения, в котором функционирует ЭВМ;
- высота расположения антенн разведывательной аппаратуры;
- количество электронного оборудования, функционирующего в помещении;
- вероятность обработки на ЭВМ конфиденциальной информации к моменту перехвата;
- значения уровней сигналов на частотах радиоизлучений информативных ПЭМИН ЭВМ;
- принятые меры по защите объекта информатизации от разглашения сведений.

Для затруднения перехвата и расшифровки информативных излучений ЭВМ, функционирующих в объекте информатизации, в настоящее время комплексно применяют различные организационные и технические мероприятия защиты.

Одним из мероприятий защиты является размещение ЭВМ на максимальном удалении от границ КЗ. Основным достоинством данного мероприятия является относительно низкая стоимость приобретения средств защиты при выполнении следующего условия:

$$D_{кзmin} > D_{излmax}, \quad (1)$$

где $D_{кзmin}$ – минимальное расстояние до внешней границы контролируемой зоны; $D_{излmax}$ – максимальная дальность радиоизлучений ЭВМ.

При выполнении условия (1) установка средств пассивной или активной защиты информации не обязательна, так как технические возможности разведывательной аппаратуры не позволяют без проникновения на территорию КЗ осуществить перехват информации. Если условие (1) не выполняется, то есть излучение ЭВМ распространяется за территорию КЗ, то представляется целесообразным проведение исследований контуров излучений ЭВМ при ее размещении в различных точках защищаемого помещения [1]. В результате подобных исследований должно быть выявлено такое место для размещения ЭВМ в объекте информатизации, при котором радиоизлучения ЭВМ за пределы КЗ будут минимальны. Кроме того, должны быть определены наиболее опасные направления излучений, на которых рекомендуется использовать пассивные средства защиты.

Методика

Основной целью предлагаемой методики является поиск такого места расположения ЭВМ в объекте информатизации, при котором площадь зоны радиоизлучения ЭВМ за пределы контролируемой зоны будет минимальна. Для достижения данной цели целесообразно еще на этапе планирования размещения ЭВМ решить последовательно следующие задачи:

- построить модель объекта информатизации;
- сформировать массив допустимых мест размещения ЭВМ в помещении;
- определить площади зон радиоизлучений ЭВМ при ее расположении в различных точках объекта информатизации во всем множестве информативных частот, обнаруженных в ходе проводимых лабораторных специсследований;
- определить квазиоптимальное место расположения ЭВМ в объекте информатизации.

Цель построения модели объекта информатизации заключается в моделировании элементов, характеризующих его конструктивные особенности и имеющих фиксированное местоположение и свойства (окна, двери, стены), а также размещения в помещении переменных элементов, местоположение которых может быть изменено с помощью работающего персонала (шкафы, сейфы, столы, книжные полки и т.д.). Дополнительно при выполнении данной задачи строится периметр, а также определяются зоны, запрещенные для размещения ЭВМ по некоторой причине (места размещения переменных объектов, места свободного доступа к отдельным элементам (рис. 1) и т.д.).

Входными данными для решения задачи построения модели объекта информатизации являются:

- ширина помещения;

- длина помещения;
- высота помещения над поверхностью земли (этаж здания);
- массив с данными о конструктивных элементах помещения (относительные координаты размещения верхнего левого угла элемента, его ширина, длина, коэффициенты отражения и поглощения материалов, из которых изготовлен элемент);
- массив с данными о переменных элементах, находящихся в помещении (относительные координаты размещения верхнего левого угла элемента, его ширина, длина, коэффициенты отражения и поглощения материалов, из которых изготовлен элемент);
- массив с данными о контролируемой зоне (для зоны, аппроксимируемой набором прямоугольников – относительные координаты размещения верхнего левого угла зоны, ширина, длина; для зоны, аппроксимируемой окружностью – относительные координаты центра окружности, радиус).

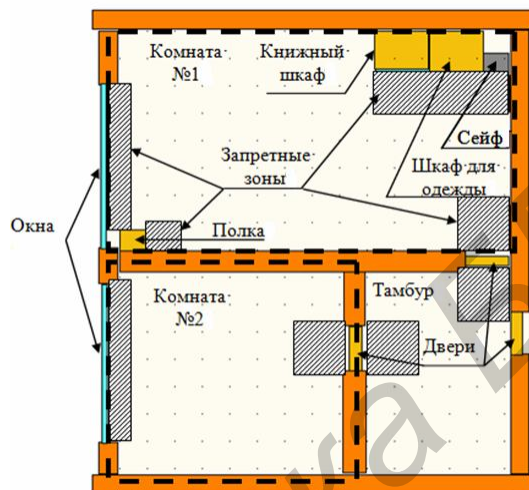


Рис. 1. Графическое представление результатов моделирования объекта информатизации

После моделирования конструктивных и переменных элементов объекта информатизации осуществляется построение зон, в которых размещение ЭВМ запрещается. Зоны предложено аппроксимировать набором прямоугольников (рис. 1), основные параметры которых (относительные координаты размещения верхнего левого угла зоны, ее ширина и длина) заносятся в соответствующий информационный массив. По известной математической формуле определяются площади зон S_k , запрещенных для размещения ЭВМ:

$$S_k = w_k l_k, \forall k \in [1, K], \quad (2)$$

где w_k – ширина k -й зоны, запрещенной для размещения ЭВМ; l_k – длина k -й зоны, запрещенной для размещения ЭВМ; k – условный номер зоны, запрещенной для размещения ЭВМ; K – максимальное количество запрещенных зон, определяемых по результатам моделирования размещения конструктивных и переменных элементов объекта информатизации.

Формирование массива допустимых мест размещения ЭВМ в помещении осуществляется путем выполнения следующих операций.

1. Площадь объекта информатизации разбивается на элементарные ячейки, площадь $S_{эл}$ которых определяется габаритными размерами ЭВМ (или ее составной частью), используемой в объекте информатизации (таблица).

Габаритные размеры некоторых типов ЭВМ (основных составных частей ЭВМ)

Тип ЭВМ (составной части ЭВМ)	Длина, см	Ширина, см
Нетбук	25	17
Ноутбук	29	32
Системный блок	17	44
Монитор с электронно-лучевым экраном	39	40
Монитор с жидкокристаллическим экраном	43	5
Клавиатура	44	14

В результате выполнения данной операции, как правило, формируется прямоугольный массив размером $I \times J$, в котором значение I характеризует максимально возможное количество вариантов размещений ЭВМ по длине помещения, а значение J – максимально возможное количество вариантов размещений ЭВМ по ширине помещения. Учитывая, что одним из условий корректного решения задачи о размещении ЭВМ в объекте информатизации является не выход области полученного результата за пределы объекта информатизации, значение величины I будем определять по формуле

$$I = \frac{L_0}{l_{\text{эл}}}, \quad (3)$$

где L_0 – длина объекта информатизации; $l_{\text{эл}}$ – длина элементарной ячейки.

Аналогично для J :

$$J = \frac{W_0}{w_{\text{эл}}}, \quad (4)$$

где W_0 – ширина объекта информатизации; $w_{\text{эл}}$ – ширина элементарной ячейки.

2. Для каждой элементарной ячейки оценивается выполнение условия (5), характеризующего тот факт, что место расположения ЭВМ не перекрывает области размещения конструктивных и переменных элементов объекта информатизации, а также мест обеспечения свободного доступа к ним.

$$(S_{\text{эл}ij}) \cup (S_k) = \emptyset, \forall i \in [1, I]; j \in [1, J]; k \in [1, K]. \quad (5)$$

Выходными данными выполнения данной операции является массив $\|Q\|$, характеризующий область допустимых решений задачи о размещении ЭВМ в объекте информатизации. Значения q_{ij} данного массива для всех $i \in [1, I]$ и $j \in [1, J]$ определяются в соответствии со следующим правилом:

$$q_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если условие (5) не выполняется,} \\ 1, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Площадь зоны радиоизлучения ЭВМ за пределы контролируемой зоны (КЗ) при ее расположении в допустимых местах объекта информатизации определяется из выражения

$$s_{ij} = \max S_{\text{изл}ijf}, \forall i \in [1, I]; j \in [1, J]; f \in [F_{\text{мин}}, F_{\text{макс}}], \quad (6)$$

где $S_{\text{изл}ijf}$ – площадь радиоизлучений ЭВМ за пределы КЗ при ее расположении в конкретном месте объекта информатизации на априорно обнаруженной частоте f ; f – значение частоты радиоизлучения ЭВМ; $[F_{\text{мин}}, F_{\text{макс}}]$ – диапазон частот, в котором осуществлялись исследования ЭВМ; i – порядковый номер строки массива со значениями суммарной площади излучений ЭВМ за пределы КЗ; j – порядковый номер столбца массива со значениями суммарной площади излучений ЭВМ за пределы КЗ.

Площадь радиоизлучения ЭВМ за пределы КЗ в n -м направлении $S_{\text{изл}nijf}$ определяется по формуле:

$$S_{\text{изл}nijf} = \sum_{n=1}^N S_{\text{изл}nijf}, \forall i \in [1, I]; j \in [1, J]; f \in [F_{\text{мин}}, F_{\text{макс}}], \quad (7)$$

n – условный номер направления радиоизлучения ЭВМ; N – максимальное количество направлений исследований излучений ЭВМ.

Площадь радиоизлучения ЭВМ за пределы КЗ в n -м направлении для всех $i \in [1, I]$, $j \in [1, J]$, $f \in [F_{\text{мин}}, F_{\text{макс}}]$ и $n \in [1, N]$ определяется из выражения:

$$S_{\text{изл}nijf} = \begin{cases} S_{\text{ЭВМ}nijf} - S_{\text{КЗ}n}, & \text{если излучение ЭВМ выходит за пределы КЗ} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (8)$$

где $S_{\text{ЭВМ } nijf}$ – площадь радиоизлучения ЭВМ при ее расположении в конкретном месте объекта информатизации на априорно обнаруженной частоте f в n -м направлении; $S_{\text{кз } n}$ – площадь контролируемой зоны в n -м направлении.

Площадь радиоизлучения ЭВМ при ее расположении в конкретном месте объекта информатизации на априорно обнаруженной частоте f в n -м направлении

$$S_{\text{ЭВМ } nijf} = \frac{1}{2} D_{\text{изл } (n-1)ijf} D_{\text{изл } nijf} \sin \varphi, \forall i \in [1, I]; j \in [1, J]; f \in [F_{\text{min}}, F_{\text{max}}]; n \in [1, N], \quad (9)$$

где $D_{\text{изл } nijf}$ – дальность радиоизлучений ЭВМ на направлении n ; φ – угол между двумя ближайшими исследуемыми направлениями радиоизлучения ЭВМ.

Выходными данными решения данной задачи является массив $\|S\|$, каждый элемент которого s_{ij} характеризует качество размещения ЭВМ в конкретном месте объекта информатизации.

Задачу оптимизации размещения ЭВМ в объекте информатизации предлагается формулировать следующим образом: найти целочисленный набор A_{ij} , при котором целевая функция (10)

$$S = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J s_{ij} A_{ij} \quad (10)$$

будет минимальна для всех $i \in [1; I]$ и $j \in [1; J]$ при следующих ограничениях:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^I A_{ij} \leq 1, \forall j \in [1, J], \\ \sum_{j=1}^J A_{ij} \leq 1, \forall i \in [1, I], \\ A_{ij} \in \{1; 0\}, \forall i \in [1, I], j \in [1, J], \end{cases} \quad (11)$$

где A_{ij} – параметр управления, характеризующий область допустимых решений рассматриваемой оптимизационной задачи.

Для решения рассматриваемой оптимизационной задачи авторами был выбран метод Мака, использование которого позволило для типовых размерностей решения задачи обеспечить выбор местоположения ЭВМ в масштабе времени, близком к реальному. Учитывая ограничения по объему изложения материала, обоснование выбора метода Мака в данной статье не производится.

Результаты

Разработанная методика была реализована в программном продукте, который позволяет моделировать зоны радиоизлучений ЭВМ в заданном объекте информатизации, например изображенном на рис. 1. Рассматриваемый объект информатизации состоит из двух комнат и тамбура. Предположим, что в комнатах обеспечивается выполнение требований, предъявляемых к контролируемым зонам. Требуется оптимизировать размещение ЭВМ в помещении №1.

Некоторые допустимые варианты решения данной задачи при условии, что размещение переменных элементов не изменяется, представлены на рис. 2, а–в. Вариант размещения ЭВМ, представленный на рис. 2, в, является квазиоптимальным по критерию минимизации зоны радиоизлучений за пределы контролируемой зоны.

Анализ результатов моделирования зон излучений ЭВМ (рис. 2, а–в) позволяет сделать следующие выводы:

- реальная зона радиоизлучений ЭВМ при ее размещении в объекте информатизации меньше потенциальной зоны излучений, определяемой в лабораторных условиях;

- затухание электромагнитного поля в различных направлениях зависит от особенностей конструкции объекта информатизации и свойств переменных элементов, а также относительных координат их размещения;

- оптимизация размещения ЭВМ в объекте информатизации позволяет уменьшить суммарную площадь излучений ЭВМ за пределы КЗ, обеспечивает наглядное представление о потенциальных направлениях перехвата информации через канал ПЭМИН.

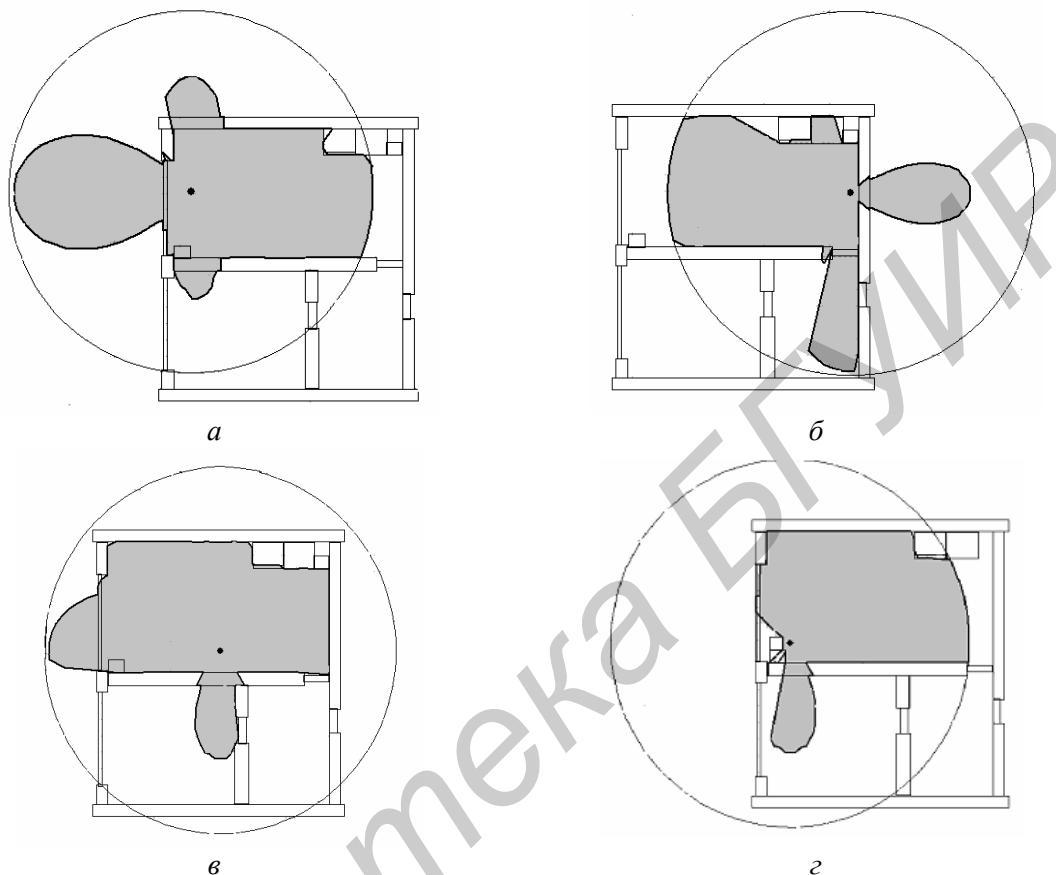


Рис. 2. Результаты моделирования зон радиоизлучений ЭВМ при ее размещении в различных точках объекта информатизации

Следует отметить, что в ходе исследований разработанного программного продукта была выявлена возможность обеспечить еще большее снижение уровня суммарных радиоизлучений ЭВМ за пределы КЗ [7] за счет рационализации размещения переменных элементов объекта информатизации. На рис. 2,г видно, что в результате изменения места расположения сейфа и последующего решения оптимизационной задачи о размещении ЭВМ в объекте информатизации величина излучений ЭВМ за пределы КЗ была снижена до уровня, существенно затрудняющего перехват обрабатываемых данных.

Заключение

Разработанная методика позволяет определять квазиоптимальное место размещения ЭВМ в объектах информатизации по критерию минимизации суммарного уровня излучений за пределы контролируемой зоны при условии фиксированного места расположения переменных объектов и служит дополнением к используемым методам определения радиуса радиоизлучений ЭВМ в защищаемом помещении. Программный продукт, в котором реализованы алгоритмы предложенной методики, позволяет визуализировать потенциально опасные направления излучений ПЭМИН с учетом затуханий и отражений электромагнитной волны при ее прохождении через переменные и конструктивные элементы объекта информатизации. В случае невозможности обеспечить снижение информативного излучения ЭВМ на границе КЗ до уровня, затрудняющего его перехват техническими средствами разведки злоумышленника, рекоменду-

ется применять пассивные средства защиты, устанавливаемые на потенциально опасных направлениях.

В перспективе предложенная методика может быть усовершенствована в направлении решения задачи планирования размещения переменных элементов в объекте информатизации.

OPTIMIZATION OF THE PLACEMENT OF COMPUTERS IN THE OBJECTS OF INFORMATION TO MINIMIZE THEIR ELECTROMAGNETIC RADIATION EMANATION

L.L. UTSIN, H.M. KRIAD, M.A. SABERIAN

Abstract

The approach to optimize the placement of computers in the objects of information by minimizing the level of spurious electromagnetic radiation and interference outside the controlled area was proposed on the basis of research capabilities of the developed software, intended for the construction of the emission bands of electronic computers in the objects of information.

Список литературы

1. *Утин Л.Л., Григорьев В.Л., Кред Х.М.* // Докл. БГУИР. 2010. №7(53). С 53–58.
2. *Меньшаков Ю.К.* Защита объектов и информации от технических средств разведки. М., 2002.
3. *Малюк А.А.* Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации. М., 2004.
4. *Зайцев А.П.* Технические средства и методы защиты информации. М., 2009.
5. *Лыньков Л.М., Борботько Т.В.* Основы защиты информации. Минск, 2007.
6. *Утин Л.Л., Кред Х.М.* // Инженерный вестник. 2010. №2(30). С. 27–31.
7. *Утин Л.Л., Кред Х.М.* // Международная научно-техническая конференция, посвященная 45-летию МРТИ-БГУИР: тезисы докл. Междунар. науч.-тех. конф., Минск 19 марта 2009. С. 176–177.