

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УДК 623.626

КРЕД
Хуссейн Мухаммед

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗОНЫ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ
СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ЗАЩИЩАЕМЫХ
ПОМЕЩЕНИЯХ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.13.19 – Методы и системы защиты информации,
информационная безопасность

Минск 2012

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Научный руководитель

Угин Леонид Львович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник государственного учреждения «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»

Официальные оппоненты:

Гринчик Николай Николаевич доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник государственного научного учреждения «Институт тепло-массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси»

Гусинский Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры метрологии и стандартизации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Оппонирующая организация

Учреждение образования «Высший государственный колледж связи».

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Одним из мероприятий защиты информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) является удаление ЭВМ от границы контролируемой зоны на расстояние, при котором становится невозможно восстановить излученный сигнал. Данные меры защиты широко применяются на предприятиях, у которых радиус контролируемой зоны превышает 80–100 метров. На практике более распространены случаи, когда помещения различных организаций располагаются по соседству в одном и том же здании. Если размеры контролируемой зоны ограничены периметром помещения для защиты информации от утечки по каналам ПЭМИН, рекомендовано использовать технические средства защиты. Вместе с тем их применение может привести к возникновению дополнительных проблем. Например, генераторы шума создают помехи теле- и радиовещанию, негативно влияют на здоровье людей и являются демаскирующим признаком помещения, в котором обрабатывается конфиденциальная информация. Применение пассивных средств защиты является дорогостоящим мероприятием, и они не всегда могут быть применимы из-за предъявляемых требований к эстетическому оформлению помещений. Устранение указанных недостатков возможно при применении средств имитационного моделирования зон радиоизлучений ЭВМ.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» № 1-о от 26.09.2008 г. и соответствует подразделу 5.5 «Методы, средства и технологии обеспечения информационной безопасности при обработке, хранении и передаче данных с использованием криптографии, квантово-криптографические системы» приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 19 апреля 2010 г., № 585.

Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в рамках научно-исследовательской работы ГБ № 06-2022 «Разработка методов защиты информации от утечки по электромагнитным каналам» (2006–2010, № ГР 200799).

Цель и задачи исследования

Цель диссертационной работы состоит в разработке программного комплекса имитационного моделирования зоны радиоизлучений средств вычислительной техники, позволяющего находить квазиоптимальное место в защищаемом помещении, размещение на котором исследуемого средства позволит минимизировать выход его радиоизлучений за пределы контролируемой зоны.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи.

1. Определить факторы, оказывающие влияние на формирование зоны излучений ЭВМ.

2. Обосновать показатель оценки размеров зоны радиоизлучений ЭВМ, размещаемой в защищаемом помещении и формализовать задачу о выборе местоположения ЭВМ в защищаемом помещении.

3. Разработать методику оптимизации размещения ЭВМ в защищаемом помещении.

4. Разработать программный комплекс имитационного моделирования зоны радиоизлучений ЭВМ, размещаемой в защищаемом помещении.

5. Провести экспериментальные исследования возможностей программного комплекса и разработать рекомендации по его применению.

Объектом диссертационного исследования явились электронно-вычислительные машины, устанавливаемые в защищаемых помещениях для обработки конфиденциальной информации.

Предметом исследования явились закономерности распространения электромагнитных излучений ЭВМ через различные среды.

Закономерности распространения излучений ЭВМ выбраны в качестве предмета исследований в связи с тем, что в ходе проведенных экспериментов по определению зависимости дальности перехвата информации в радиочастотном диапазоне были выявлены существенные различия измеряемых параметров. Проведенный анализ причин расхождения результатов экспериментов позволил сделать выводы о влиянии на распространение радиоволн множества факторов, к основным из которых относятся количество и габаритные размеры предметов интерьера, размещаемых внутри защищаемого помещения, толщина стен зданий и материалы, из которых они изготовлены. Была выдвинута гипотеза о том, что, изменяя местоположение ЭВМ в защищаемом помещении, можно определить такое место, размещение в котором ЭВМ позволит минимизировать ее радиоизлучения за пределы контролируемой зоны. Для подтверждения гипотезы возникла необходимость

разработки программного комплекса имитационного моделирования зон радиоизлучений ЭВМ, размещаемых в защищаемом помещении.

Положения, выносимые на защиту

1. Результаты исследований (имитационное моделирование) распространения радиоизлучений ЭВМ, устанавливающие зависимость зоны радиоизлучений ЭВМ от ее местоположения в защищаемом помещении и показывающие, что по сравнению с потенциальной зоной радиоизлучений ЭВМ в реальных условиях эксплуатации размеры зоны уменьшаются до четырех раз за счет поглощения энергии в конструктивных элементах здания и предметах интерьера, размещенных в помещении.

2. Методика оптимизации размещения ЭВМ в защищаемом помещении, основанная на расчетах значений размеров зон излучения ЭВМ за пределы контролируемой зоны при размещении ЭВМ во всех допустимых местах помещения и нахождении квазиоптимального плана размещения ЭВМ, что обеспечивает уменьшение радиоизлучений ЭВМ за пределы контролируемой зоны до 24 %.

3. Алгоритм, программное обеспечение и структура комплекса имитационного моделирования зон радиоизлучений ЭВМ, размещаемых в защищаемом помещении, основанного на расчетах точек потенциального перехвата информации по периметру контролируемой зоны, построении диаграммы направленности радиоизлучений ЭВМ, определении участков зон радиоизлучений ЭВМ, выходящих за пределы защищаемого помещения, позволяющего за время от 2 до 15 с (для помещений площадью от 6 до 36 м²) находить квазиоптимальный план размещения ЭВМ.

Личный вклад соискателя

В ходе выполнения диссертационных исследований лично автором были получены следующие результаты.

1. Обоснованы факторы и условия, влияющие на формирование зоны радиоизлучений ЭВМ.

2. Разработана методика оптимизации размещения ЭВМ в защищаемом помещении.

3. Разработана структура программного комплекса имитационного моделирования зоны излучений ЭВМ, размещаемых в защищаемом помещении, разработан алгоритм описания защищаемого помещения.

4. Проведены экспериментальные исследования поглощения электромагнитных волн в различных материалах (дерево, стекло, гипсокартон, кирпич) и определены соответствующие коэффициенты затухания.

5. Проведены статистические исследования зависимости размеров зоны излучений ЭВМ от различных факторов.

Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо лично соискателем, либо с его непосредственным участием. Вклад научного руководителя, канд. техн. наук, доц. Л.Л. Утина связан с определением целей и задач исследований, интерпретацией и обобщением полученных результатов.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертации обсуждались на 13-й, 15-й, 16-й Международных научно-технических конференциях «Современные средства связи» (Минск, 2008, 2010, 2011); Международной научно-технической конференции, посвященной 45-летию МРТИ–БГУИР (Минск, 2009); VII, VIII, IX, X Белорусско-российских научно-технических конференциях «Технические средства защиты информации» (Нарочь, 2009, Браслав, 2010, Минск, 2011, 2012), 8-й Международной научно-практической конференции «Управление информационными ресурсами» (Минск, 2011), 5-й Международной научной конференции по военно-техническим проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 2011).

Опубликованность результатов диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано 15 печатных работ, в том числе 5 научных статей в изданиях, признаваемых высшей аттестационной комиссией [1–А – 5–А]; 5 статей в материалах докладов [6–А – 10–А], 5 тезисов докладов на конференциях [11–А – 15–А].

Общий объем публикаций по теме диссертации, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, составляет 1,4 авторских листа.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, библиографического списка и восьми приложений.

Первая глава работы посвящена анализу современных методов и средств обеспечения безопасности объектов информатизации в защищаемом помещении при эксплуатации в них ЭВМ. В данной главе определены особенности применения технических средств защиты информации, выявлены факторы, влияющие на возможности злоумышленников по перехвату

радиоизлучений ЭВМ, проанализированы требования нормативно-правовых актов, предъявляемые к размещению ЭВМ в защищаемых помещениях.

Во второй главе обоснован выбор показателя оценки размеров зоны радиоизлучений ЭВМ, размещаемых в защищаемых помещениях, формализована задача о выборе места размещения ЭВМ в защищаемом помещении, выбран метод ее решения и разработана методика оптимизации места размещения ЭВМ в защищаемом помещении.

Третья глава посвящена разработке комплекса моделей построения зоны излучения в защищаемом помещении. В данной главе обоснован выбор метода исследований эффективности разработанной методики оптимизации, приведены структура алгоритма описания защищаемого помещения и модели распространения радиоизлучений.

Четвертая глава посвящена разработке программного комплекса имитационного моделирования зон радиоизлучений ЭВМ, размещаемых в защищаемых помещениях. В данной главе приведены условия проведения экспериментов и полученные при их проведении результаты. Кроме того, в главе приведены рекомендации по применению программного комплекса в качестве инструмента, используемого при планировании размещения ЭВМ в защищаемом помещении, а также в качестве лабораторного практикума для подготовки специалистов в области защиты информации.

В заключении приведены основные результаты исследований по теме диссертационной работы.

Общий объем диссертации составляет 249 страниц, из них 80 страниц основного текста, 40 иллюстраций на 20 страницах, 13 таблиц на 7 страницах, библиографический список из 108 наименований на 8 страницах и 8 приложений на 134 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В *первой главе* диссертационной работы было выявлено, что из-за наличия в побочных электромагнитных излучениях и наводках от мониторов, клавиатур, системных блоков и других электронных устройств отличительных индивидуальных признаков можно осуществлять скрытый перехват данных, обрабатываемых с использованием ЭВМ. Эффективность перехвата информации носит статистический характер и зависит от множества факторов, основными из которых являются:

- наличие априорных сведений об электронном оборудовании, используемом в защищаемом помещении;
- наличие несанкционированных приемопередающих устройств на территории контролируемой зоны (радиозакладок);

– удаление аппаратуры перехвата информации от защищаемого помещения;

– технические возможности используемой аппаратуры перехвата [1].

Для защиты от утечки информации по каналам ПЭМИН комплексно применяют организационные и технические мероприятия и, как правило, создают многоуровневую систему защиты информации. При выборе тех или иных средств защиты лица, ответственные за обеспечение безопасности информации, руководствуются собственным опытом и интуицией. Нисобоснованное применение технических средств защиты информации не только приводит к завышению финансовых расходов на закупку и монтаж в защищаемом помещении выбранных средств, но и может привести к возникновению новых проблем. Так, применение пассивных средств защиты может привести к нарушению эстетики помещения и потребовать дополнительных денежных вложений для оборудования рабочих мест кондиционерами. Использование активных средств защиты создает помехи для работы теле- и радиоаппаратуры, влияет на здоровье работающего персонала и является демаскирующим признаком обработки в защищаемом помещении конфиденциальной информации.

Для повышения обоснованности принимаемых решений требуется количественная оценка уровней излучений на границе контролируемой зоны. Такие данные получаются по результатам математического моделирования или экспериментально в ходе проведения специальных обследований ЭВМ.

При проведении экспериментальных обследований ЭВМ в спецлабораториях определяется максимальная дальность ее излучений, на которой еще возможно извлечение полезного сигнала из смеси сигнал–помеха. С использованием полученного результата, как правило, строится окружность с центром в точке размещения ЭВМ и по результатам ее сравнения с границей контролируемой зоны вокруг защищаемого помещения делается вывод о возможном использовании ЭВМ для обработки конфиденциальной информации. При использовании данного подхода формируются завышенные требования к защите информации, так как не учитываются условия функционирования ЭВМ в защищаемом помещении.

В отдельных случаях могут проводиться измерения уровней излучений электромагнитного поля на границе контролируемой зоны, однако такие исследования являются дорогостоящими и требуют значительных временных затрат. Кроме того, при перепланировке помещения, перемещении ЭВМ на другое место, частичной или полной ее модернизации, изменении границ контролируемой зоны требуются повторные измерения.

Снижение расходов на проведение анализа электромагнитной обстановки внутри и за пределами защищаемого помещения, повышение

обоснованности принимаемых решений по выбору активных или пассивных устройств защиты информации возможно при разработке программных средств поддержки принятия решений, основу которых должны составлять задачи оптимизации размещения средств вычислительной техники в помещении.

Во *второй главе* предложен показатель оценки качества принятого решения о размещении ЭВМ в защищаемом помещении. В качестве показателя предложено использовать следующее выражение:

$$K_{\text{эвм}} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J s_{ij} A_{ij}, \quad (1)$$

где s_{ij} – общая площадь участков диаграммы направленности радиоизлучений ЭВМ в горизонтальной плоскости, выходящих за пределы контролируемой зоны при расположении ЭВМ в допустимых местах защищаемого помещения;

A_{ij} – параметр управления, характеризующий область допустимых решений задачи о выборе местоположения ЭВМ в защищаемом помещении;

i – условный номер строки массива допустимых мест размещения ЭВМ в защищаемом помещении;

I – максимально возможное количество вариантов размещений ЭВМ по длине помещения;

j – условный номер столбца массива допустимых мест размещения ЭВМ в защищаемом помещении;

J – максимально возможное количество вариантов размещений ЭВМ по ширине помещения.

В отличие от ранее используемых показателей данный показатель позволяет учитывать две группы факторов. В первую группу входят параметры обстановки, то есть факторы, не зависящие от решения ЛПР (суммарная мощность излучения ЭВМ, затухание электромагнитной волны на трассе распространения, габаритные размеры помещения). Во вторую группу входит параметр управления, характеризующий решение ЛПР о выборе места размещения ЭВМ в защищаемом помещении.

С учетом разработанного показателя качества (1) предложена следующая постановка задачи о выборе места размещения ЭВМ в защищаемом помещении.

Пусть на момент решения задачи о размещении ЭВМ сформирован массив площадей зоны радиоизлучения ЭВМ за пределы КЗ во всех допустимых местах размещения $\|s_{ij}\|$. Тогда необходимо найти целочисленный набор A_{ij} , минимизирующий целевую функцию [3]

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J s_{ij} A_{ij} \quad (2)$$

при следующих ограничениях:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^I A_{ij} \leq 1, \forall j = \overline{1, J}; \quad (3) \\ \sum_{j=1}^J A_{ij} \leq 1, \forall i = \overline{1, I}; \quad (4) \\ A_{ij} \in \{1; 0\}, \forall i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}. \quad (5) \end{array} \right.$$

Условие (3) учитывает, что ЭВМ может быть размещена только в одном месте по ширине помещения.

Ограничение (4) требует, чтобы ЭВМ была размещена только в одном месте по длине помещения.

Условие (5) определяет целочисленность переменных.

Разработанная во второй главе методика оптимизации размещения ЭВМ в защищаемом помещении включает два этапа.

На подготовительном этапе формируются исходные данные для решения оптимизационной задачи выбора местоположения ЭВМ в защищаемом помещении. Выходными данными подготовительного этапа является массив $\{S\}$, элементы s_{ij} которого элементы находятся для всех $i \in [1; I]$ и $j \in [1; J]$ путем последовательного выполнения следующих шагов:

1. Построение модели защищаемого помещения. Данная задача решается с целью получения представлений об особенностях эксплуатации в помещении ЭВМ. Для обеспечения наглядности получаемых результатов предложено представлять модель защищаемого помещения в виде геометрического изображения соответствующих элементов спроектированных на плоскость сечения диаграммы направленности излучения ЭВМ.

2. Определение допустимых мест размещения ЭВМ в защищаемом помещении. На данном шаге из множества вариантов решения исключаются те, в которых размещение ЭВМ недопустимо по некоторым причинам (зоны размещения перемещных объектов; зоны обеспечения свободного доступа к отдельным элементам; зоны, размещение ЭВМ в которых приведет к нарушению эстетики помещения, и т.д.).

3. Расчет площади участков диаграммы радиоизлучений ЭВМ, выходящих за пределы контролируемой зоны при размещении ЭВМ во всех допустимых местах защищаемого помещения.

В ходе основного этапа осуществляется нахождение квазиоптимального места для размещения ЭВМ в защищаемом помещении, при котором радиоизлучения ЭВМ за пределы контролируемой зоны будут минимальны.

4. Подготовка рекомендаций по размещению ЭВМ

Схема алгоритма методики представлена на рисунке 1.

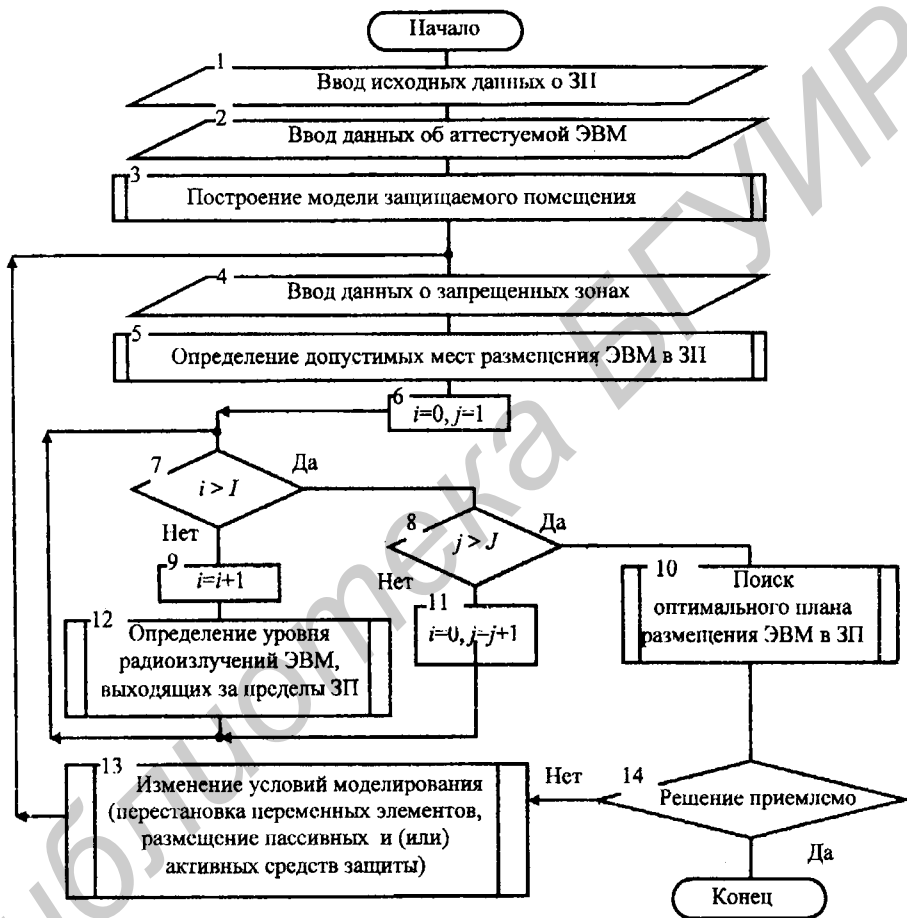


Рисунок 1 – Схема алгоритма методики оптимизации местоположения ЭВМ в защищаемом помещении

В третьей главе обоснована структура комплекса имитационного моделирования, разработан алгоритм описания защищаемого помещения и алгоритм построения зоны радиоизлучений средств вычислительной техники. Использование алгоритмов позволило впервые определять расстояние от геометрического центра размещения источника излучения до возможного места

размещения аппаратуры перехвата информации по периметру контролируемой зоны. Учет при моделировании реальных уровней излучений источника, коэффициентов затухания радиоволн в различных материалах, а также потерь энергии при отражении от препятствий, позволяет выявлять особенности зоны, формируемой при размещении средств вычислительной техники во всех допустимых местах защищаемого помещения. Использование трех генераторов формирования случайных чисел способствует проведению статистических исследований размеров зоны излучения с учетом вероятностного влияния других электронных устройств, размещенных в помещении, воздействия непреднамеренных помех и возможностей аппаратуры злоумышленника.

В *четвертой главе* приведено обоснование состава программного комплекса имитационного моделирования зон радиоизлучений ЭВМ в защищаемом помещении. С использованием комплекса можно решать следующие задачи:

- с помощью графического интерфейса строить геометрический план защищаемого помещения с указанием материала и толщины стен, окон, входных и межкомнатных дверей, а также крупногабаритных предметов обстановки;

- строить зоны, запрещенные для размещения средств вычислительной техники в защищаемом помещении;

- размещать в пределах защищаемого помещения источник излучения (ЭВМ, генератор шума, и т.д.) и задавать интенсивность его излучения;

- хранить в базе данных коэффициенты поглощающих и отражающих свойств строительных материалов, модели различных типов помещений;

- графически изображать на моделируемой поверхности зону радиоизлучений средств вычислительной техники и генераторов шума с выводом на экран численных значений площадей ДН ЭВМ, выходящих за пределы контролируемой зоны;

- оптимизировать место для размещения ЭВМ (в границах защищаемого помещения) по критерию минимизации радиоизлучений, выходящих за пределы контролируемой зоны;

- экспортировать полученные изображения и результаты в файлы соответствующих типов;

- проводить исследования в интерактивном режиме, а также сохранять исходные данные в файл для проведения дальнейших исследований.

Для оценки возможностей разработанного программного комплекса имитационного моделирования зон радиоизлучений средств вычислительной техники в защищаемом помещении были проведены эксперименты по оценке зависимости:

– точности построения зоны излучения ЭВМ от выбранного шага моделирования;

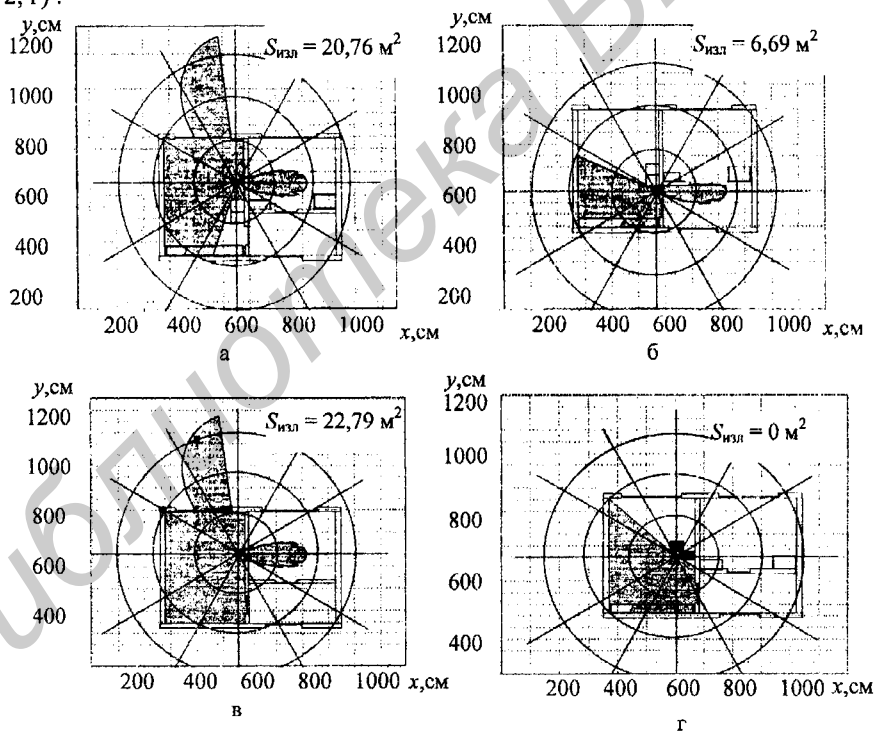
– площади зоны излучения ЭВМ от количества, местоположения, габаритных размеров перемещаемых объектов и материалов, из которых они изготовлены;

– времени, затрачиваемого на поиск квазиоптимального решения для различного количества объектов внутри помещения;

– размеров зоны излучения ЭВМ за пределы контролируемой зоны от местоположения ЭВМ.

В ходе моделирования были сделаны следующие важные выводы:

Во-первых, размеры зоны радиоизлучений средств вычислительной техники зависят от их местоположения в защищаемом помещении (рисунок 2 а, б), от наличия в защищаемом помещении мебели и сейфов (рисунок 2, в), размещения мебели относительно средства вычислительной техники (рисунок 2, г).



а – помещение с мебелью, местоположение ЭВМ №1; б – помещение с мебелью, местоположение ЭВМ №2; в – помещение без мебели, местоположение ЭВМ №1; г – изменение местоположения сейфов в помещении

Рисунок 2 – Результаты моделирования зон радиоизлучений ЭВМ

Во-вторых, результаты расчета зоны излучения средства вычислительной техники зависят от выбранного шага моделирования. Показано, что с увеличением шага моделирования возрастает погрешность измерений, обусловленная исключением из расчетов площади, которая должна была быть учтена, но не учитывалась и учетом площади, которую не следовало учитывать (рисунок 3).

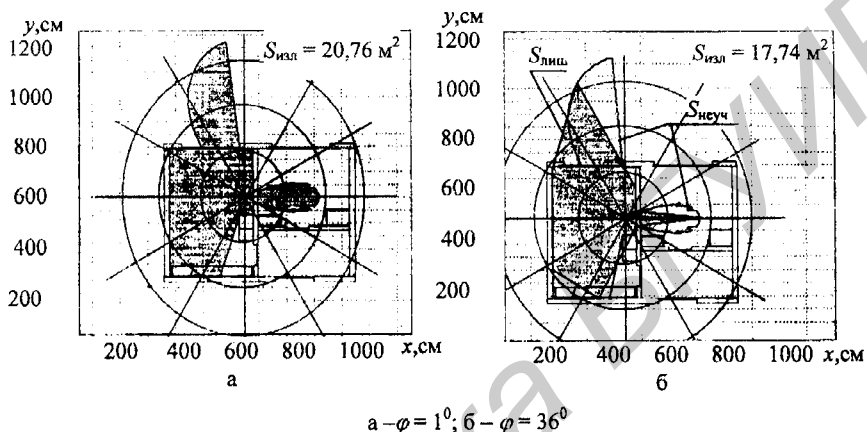


Рисунок 3 – Результаты экспериментов по оценке зависимости точности построения зоны излучения ЭВМ от выбранного шага моделирования

В третьих, сравнение размеров площади потенциальной зоны радиоизлучения ЭВМ, ($S_{\text{пот}} = 95,03 \text{ м}^2$) со значениями, полученными при ее размещении в помещении без мебели ($S_{\text{изл}} = 22,79 \text{ м}^2$) свидетельствует о четырехкратном завышении требований, предъявляемым к излучениям ЭВМ.

Для проверки возможностей разработанной методики оптимизации по определению единственного места в защищаемом помещении, размещение на котором ЭВМ минимизирует ее радиоизлучения за пределы контролируемой зоны, была проведена серия экспериментов для различных помещений. В таблице 1 представлены результаты моделирования для одного из рассмотренных вариантов. По результатам решения оптимизационной задачи определен план назначения, представляющий собой массив размерностью 14×15 , в ячейке $i = 1, j = 14$ которого стоит единица, а остальные ячейки заполнены нулями. Данный план является квазиоптимальным, так как при его использовании целевая функция (2) минимальна (суммарная площадь ДН радиоизлучений ЭВМ за пределы контролируемой зоны равна $3,2 \text{ м}^2$). Следовательно, при планировании размещения ЭВМ в защищаемом помещении целесообразно выбрать позицию под условным номером $i = 1, j = 14$.

Таблица 1. Результаты моделирования площади ДН, м² радиоизлучений ЭВМ, выходящих за пределы контролируемой зоны при размещении ЭВМ во всех допустимых местах защищаемого помещения

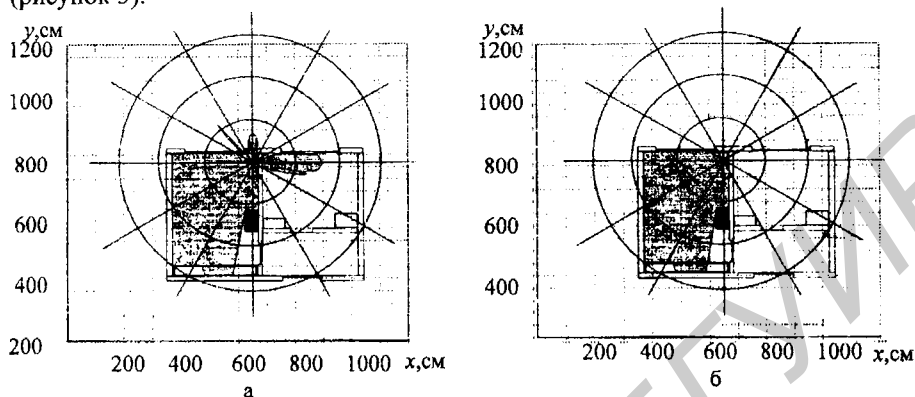
Номер ячейки для места ЭВМ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	8,3	11,8	13,5	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,7	12,6	9,7	6,2	3,2
2	7,8	10,5	11,3	13,3	13,7	13,7	13,7	13,7	13,5	13,7	12,2	8,7	6,3	3,4
3	7,3	9,5	11,3	12,3	13,1	13,3	13,3	13,1	12,6	4,5	10	7,9	6,2	3,5
4	6,8	8,7	10,1	11,3	12,2	12,6	12,7	12,3	11,7	10,6	9,2	7,4	6	3,8
5	6,5	8,1	9,3	10,3	11,2	11,7	11,8	11,4	10,8	9,6	8,4	6,8	8,7	4,1
6	5,9	7,5	8,4	9,5	10,4	10,7	10,8	10,4	9,8	8,7	7,7	6,4	5,8	4,1
7	5,6	6,8	7,7	8,6	9,3	9,6	9,7	9,4	8,9	8	7,1	5,8	5,5	4,1
8	5,3	6,3	7,1	7,8	8,4	8,7	8,8	8,5	7,9	7,3	6,4	5,4	5,1	3,7
9	5,5	5,6	6,9	7,4	7,7	7,8	7,8	7,5	7,1	6,6	9,5	9,5	9,5	9,5
10	6,5	7	7,3	7	7,2	7,5	7,3	7	6,3	5,9	9,5	9,5	9,5	9,5
11	8,1	8,8	9,3	10,2	9,9	10	10	7,6	6,6	5,5	9,5	9,5	9,5	9,5
12	8	8,5	9	10,3	10,9	11,1	11	10	8,4	7,4	9,5	9,5	9,5	9,5
13	9,9	10,5	11	11,5	11,8	11,5	11,8	12	12,3	12,5	9,5	9,5	9,5	9,5
14	11,2	11,2	11,5	11,7	13,2	13,2	13,5	14,3	14,2	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
15	8	8,6	8,7	9,2	9,7	8,9	10,1	7,5	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5

При оценке быстродействия работы программного комплекса было показано, что разработанный программный продукт позволяет за время от 1 до 15 с (для помещений площадью до 36 м²) находить квазиоптимальный план назначения.

В ходе разработки рекомендаций было предложено уточнить последовательность действий, осуществляемых при аттестации ЭВМ, а именно, после обследования ЭВМ в спецлаборатории, использовать разработанный программный комплекс, что позволит:

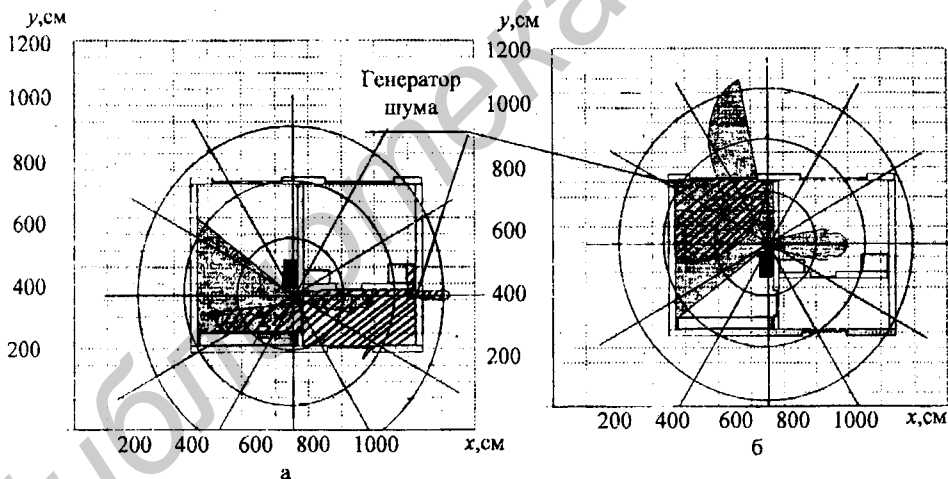
1. Находить квазиоптимальное место для размещения ЭВМ, при котором уровень излучения за пределы контролируемой зоны будет минимальным.
2. В случае если излучения ЭВМ все еще выходят за пределы контролируемой зоны изменяют местоположение мебели в помещении с целью предотвращения выхода радиоизлучений за пределы контролируемой зоны (рисунок 2) без применения дополнительных технических средств защиты.
3. Вырабатывать рекомендации по применению экранов и уменьшать стоимость соответствующих работ за счет минимизации габаритных размеров экранов и применения их только на потенциально опасных направлениях излучения (рисунок 4).
4. Вырабатывать рекомендации по применению генераторов шума для уменьшения (не допущения) воздействие помех на оператора при

одновременном обеспечении маскирования информативных излучений ЭВМ (рисунок 5).



а – зона излучения ЭВМ, при отсутствии в помещении средств пассивного экранирования; б – применение экранов для поглощения радиоизлучений ЭВМ;

Рисунок 4 – Зависимость размеров зоны излучения ЭВМ от местоположения мебели в защищаемом помещении



а – вынос генератора шума за пределы защищаемого помещения; б – минимизация мощности излучений генераторов шума;

Рисунок 5 – Варианты размещения средств активной защиты

Таким образом, применение программного комплекса позволяет повысить обоснованность принимаемых решений о размещении ЭВМ в защищаемом помещении и применения технических средств защиты информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Анализ характеристик современной аппаратуры мониторинга радиоизлучений свидетельствует о наличии у профессионально подготовленных злоумышленников возможности извлекать полезную информацию из суммарного электромагнитного поля, сформированного вокруг защищаемого помещения, за счет наличия демаскирующих признаков у ЭВМ [1–А]. С целью недопущения утечки информации, обрабатываемой на ЭВМ, применяют комплексно правовые, организационные и технические методы защиты. Наиболее распространенным способом технической защиты является применение средств пассивной или активной защиты. Применение методов пассивной защиты помещений позволяет уменьшить уровень радиоизлучений ЭВМ за пределы контролируемой зоны, однако приводит к дополнительным материальным затратам и в некоторых случаях не может быть применено из-за нарушений в эстетическом оформлении помещения. Применение активных средств защиты позволяет замаскировать информативный сигнал в помеховом излучении, однако приводит к дополнительному негативному электромагнитному воздействию на работающий персонал [6 – А, 11 – А] и также связано с материальными затратами. Выявленные недостатки не присущи мероприятиям защиты, связанным с рационализацией размещения ЭВМ. До принятия решения о выборе тех или иных мер защиты целесообразно определять условия функционирования ЭВМ в защищаемом помещении. Однако проведение исследований излучений ЭВМ за пределы помещения при множестве допустимых вариантах ее размещения невозможно из-за больших материальных и временных затрат.

2. В результате исследований информативных излучений ЭВМ делаются выводы о ее соответствии требованиям по защите информации или запрещению использования ЭВМ для обработки конфиденциальных сведений. При этом критерием для принятия данного решения выступает правило о недопущении превышения радиуса потенциальной зоны излучения тестируемой ЭВМ радиуса контролируемой зоны вокруг защищаемого помещения [10 – А]. Использование данного критерия приводит к завышению требований, предъявляемых к защите информации [2 – А] и дополнительным расходам на закупку средств защиты. Разработанная соискателем методика позволяет оптимизировать размещение ЭВМ в помещении по критерию минимизации радиоизлучений ЭВМ за пределы контролируемой зоны.

3. Для повышения обоснованности и оперативности принимаемых решений о выборе места размещения ЭВМ в защищаемом помещении разработан комплекс моделей, позволяющих имитировать особенности размещения мебе-

ли, сейфов, ЭВМ в защищаемом помещении, а также имитировать воздействие на излучения ЭВМ радиоизлучений от других электронных устройств и различных преднамеренных помех, которые влияют на дальность перехвата информации [4 – А, 15 – А]. Для реализации предлагаемых моделей и методики оптимизации размещения ЭВМ в защищаемом помещении разработан алгоритм и программное обеспечение, позволившие создать универсальный инструмент для проведения статистических исследований по распространению радиоизлучений средств вычислительной техники в различных помещениях [3 – А, 5 – А].

4. При проведении экспериментов было установлено, что размеры зоны радиоизлучений ЭВМ зависят от ее местоположения в защищаемом помещении, количества, габаритных размеров, места размещения и материалов, из которых изготовлена мебель и другие предметы интерьера, а также конструктивных особенностей помещения (количество окон, дверей, наличие перегородок и т.д.) [4 – А, 7 – А, 14 – А]. При моделировании было установлено, что размеры зоны радиоизлучения ЭВМ, размещенной в помещении, в четыре раза меньше, чем размеры потенциальной зоны [4 – А]. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности учета реальных условий эксплуатации на этапе планирования применения средств защиты, а также при перепланировке защищаемого помещения [4 – А].

5. Проведенные эксперименты показали, что точность расчетов размеров зоны радиоизлучений ЭВМ зависит от выбранного шага моделирования и уровня детализации переменных объектов. Показано, что с увеличением шага моделирования сокращается время расчетов, однако при этом точность получаемого результата уменьшается [2 – А]. Компромиссным решением между требуемой точностью моделирования и требованиями по быстродействию является выбор шага моделирования равным 4^0 .

Рекомендации по практическому использованию

1. Разработанный программный комплекс позволяет после описания модели исследуемого помещения за время от 1 – 15 с (в зависимости от размеров помещения) определять место рационального размещения в нем ЭВМ по критерию минимизации зоны радиоизлучений за пределы контролируемой зоны. Также комплекс обеспечивает возможность графического отображения зоны излучений ЭВМ и других электронных устройств, находящихся в помещении, что позволяет априорно определить наиболее опасные направления распространения радиоволн за пределы контролируемой зоны [4 – А]. Эти данные являются исходными для решения задачи, направленной на минимизацию стоимости применения экранирующих средств защиты.

2. Разработанный программный комплекс может явиться важным инструментом при планировании размещения новых рабочих мест [4 – А], перепланировки помещений, проверки эффективности применения пассивных и активных средств защиты, выдачи рекомендаций по их применению [3 – А]. Проведенная апробация программного продукта на унитарном предприятии «ТелеМикс плюс» подтвердила его основные достоинства (акт реализации).

3. С использованием программного комплекса разработан лабораторный макет, который используется учреждением образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» при подготовке специалистов в области информационной безопасности для приобретения ими практического опыта [5 – А] (акт реализации).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных рецензируемых журналах

1–А. Кред, Х.М. Особенности оценки утечек информации через побочные электромагнитные излучения и наводки / Л.Л. Утин, Х.М. Кред // Инженерный вестник. – 2010. – № 2 (30). – С. 27–31.

2–А. Кред, Х.М. Усовершенствованная методика построения зоны излучения персональных электронных вычислительных машин / Л.Л. Утин, Х.М. Кред, В.Л. Григорьев // Доклады БГУИР. – 2010. – № 7 (53). – С. 53–58.

3–А. Кред, Х.М. Оптимизация размещения в объектах информатизации электронных вычислительных машин для минимизации их радиоизлучений / Л.Л. Утин, Х.М. Кред, М.А. Саберян // Доклады БГУИР. – 2012. – № 2 (64). – С. 53–60.

4–А. Кред, Х.М. Обоснование применения средств защиты информации от утечки по радиоканалам / Л.Л. Утин, Х.М. Кред, М.А. Саберян // Доклады БГУИР. – 2012. – № 3 (65). – С. 73–78.

5–А. Кред, Х.М. Применение имитационной модели распространения радиоизлучений ЭВМ для повышения качества обучения / Л.Л. Утин, Х.М. Кред, М.А. Саберян // Безопасность информационных технологий. Комплексная защита информации. – 2012. – № 1. – С. 258–260.

Материалы и тезисы докладов на научных конференциях

6–А. Кред, Х.М. К вопросу оценки уровня защиты персональных электронных вычислительных машин / Л.Л. Утин, Х.М. Кред. – Современные средства связи: материалы 13-й Международ. науч.-техн. конф., Минск, 7–9 окт. 2008 г. – Минск, ВГКС, 2008. – С.148.

7–А. Кред, Х.М. Способы защиты информации, вводимой с клавиатуры / Л.Л. Утин, Х.М. Кред // Технические средства защиты информации: материалы

7-й Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 23–24 июня 2009 г. – Минск, БГУИР, 2009. – С. 70–71.

8–А. Кред, Х.М. Проблемы обеспечения безопасности сети электросвязи общего пользования / Л.Л. Утин, П.И. Тарасюк, Х.М. Кред // Современные средства связи: материалы 15-й Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 28–30 сент. 2010 г. – Минск, ВГКС, 2010. – С. 147.

9–А. Кред, Х.М. Моделирование зон излучения персональных электронных вычислительных машин / Л.Л. Утин, Х.М. Кред // Управление информационными ресурсами: материалы 8-й Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10 февр. 2011 г. – Минск, Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2011. – С. 162.

10–А. Кред, Х.М. Имитационная модель распространения излучений электронных вычислительных машин / Х.М. Кред, Л.Л. Утин, М.А. Саберин // Современные средства связи: материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 27–29 сент. 2011 г. – Минск, ВГКС, С. 111.

11–А. Кред, Х.М. Оптимизация размещения средств активной защиты специальной вычислительной техники / Л.Л. Утин, Х.М. Кред. – Международная научно-техническая конференция, посвященная 45-летию МРТИ-БГУИР: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19 марта 2009 г. – Минск, БГУИР, 2009. – С. 176–177.

12–А. Кред, Х.М. К вопросу оценки уязвимостей устройств защиты ЭВМ/ Л.Л. Утин, Х.М. Кред // Технические средства защиты информации: тез. докл. 8-й Белорусско-российской науч.-техн. конф., Минск, 24–28 мая 2010 г. – Минск, БГУИР, 2010. – С. 50–51.

13–А. Кред, Х.М. Моделирование зоны электромагнитных излучений электронных вычислительных средств на объектах информатизации / Х.М. Кред // 5-я междунар. науч. конф. по воен.-техн. проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения, Минск, 25–26 мая 2011: тез. докл. – Минск, БелИСА, 2011. – С. 250–251.

14 А. Кред, Х.М. Основные результаты моделирования зон излучения персональных электронных вычислительных машин / Л.Л. Утин, Х.М. Кред // Технические средства защиты информации: тез. докл. 9-й Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 28–29 июня 2011 г. – Минск; БГУИР, 2011. – С. 15–16.

15–А. Кред, Х.М. Особенности моделирования электромагнитного поля в защищаемых помещениях / Л.Л. Утин, Х.М. Кред, В.Л. Григорьев // Технические средства защиты информации: тез. докл. 10-й Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 29–30 мая 2012 г. – Минск, БГУИР, 2012. – С. 18–19.

РЭЗЮМЭ

Крэд Хусэйн Махамед

Праграмны комплекс імітацыйнага мадэлявання зоны радыёвыпраменьвання сродкаў вылічальнай тэхнікі ў ахоўным памяшканні

Ключавыя словы: зона радыёвыпраменьвання, планаванне размяшчэння ЭВМ, аптымізацыя размяшчэння сродкаў вылічальнай тэхнікі.

Мэта працы: распрацоўка праграмнага комплексу імітацыйнага мадэлявання зоны радыёвыпраменьвання сродкаў вылічальнай тэхнікі, які дазваляе знаходзіць квазіаптымальнае месца ў абараняем памяшканні, размяшчэнне на якім сродкаў дазваляе мінімізаваць выхад іх радыёвыпраменьванняў за межы кантраляванай зоны.

Метады даследавання і апаратура: сістэмны аналіз, метады лінейнага праграмавання, імітацыйнае мадэляванне.

Атрыманыя вынікі і іх навіна: Упершыню распрацавана методыка аптымізацыі размяшчэння ЭВМ у ахоўных памяшканнях, якая дазваляе знізіць ўзровень выпраменьванняў ЭВМ за межы кантраляванае зоны да 24%. Абгрунтавана структура праграмнага комплексу імітацыйнага мадэлявання зон радыёвыпраменьвання ЭВМ у ахоўным памяшканні, распрацаваны алгарытм правядзення мадэлявання і праграмае забеспячэнне, якое дазваляе за час ад 2 да 15 секундаў (для памяшканняў плошчай ад 6 да 36 м²) знаходзіць квазіаптымальны план размяшчэння ЭВМ.

Рэкамендацыі па выкарыстанні атрыманых вынікаў: распрацаваны праграмны прадукт можа быць важным інструментам пры планаванні размяшчэння новых працоўных месцаў, перапланоўкі памяшканняў, праверкі эфектыўнасці ўжывання пасіўных і актыўных сродкаў абароны інфармацыі, выдачы рэкамендацый па іх ўжыванні на патэнцыйна небяспечных накірунках з мінімальна-дапушчальнымі ўзроўнямі выпраменьванняў, а таксама ў якасці лабараторнага макета пры падрыхтоўцы спецыялістаў у галіне інфармацыйнае бяспекі, для набыцця імі практычнага вопыту.

Галіна ўжывання: абарона інфармацыі.

РЕЗЮМЕ

Кред Хуссейн Мохаммед

Программный комплекс имитационного моделирования зоны радиоизлучений средств вычислительной техники в защищаемых помещениях

Ключевые слова: планирование размещения ЭВМ, зона радиоизлучений, оптимизация размещения средств вычислительной техники ЭВМ,

Цель исследования: разработка программного комплекса имитационного моделирования зоны радиоизлучений средств вычислительной техники, позволяющего находить квазиоптимальное место в защищаемом помещении, размещение на котором исследуемого средства позволит минимизировать выход его радиоизлучений за пределы контролируемой зоны.

Методы исследования: системный анализ, методы линейного программирования, имитационное моделирование.

Полученные результаты и их новизна: Впервые разработана методика оптимизации размещения ЭВМ в защищаемых помещениях, позволяющая до 24 % снижать уровень зоны излучений ЭВМ за пределы контролируемой зоны. Обоснована структура программного комплекса имитационного моделирования зон радиоизлучений ЭВМ в защищаемом помещении, разработан алгоритм проведения моделирования и программное обеспечение, позволяющее за время от 2 до 15 с (для помещений площадью от 6 до 36 м²) находить квазиоптимальный план размещения ЭВМ.

Степень использования: разработанный программный продукт может быть важным инструментом при планировании размещения новых рабочих мест, перепланировки помещений, проверки эффективности применения пассивных и активных средств защиты, выдачи рекомендаций по их применению на потенциально опасных направлениях с минимально-допустимыми уровнями излучений, а также в качестве лабораторного макета при подготовке специалистов в области информационной безопасности для приобретения ими практического опыта.

Область применения: защита информации.

SUMMARY

Kriad Hussin Mohamed

Simulation software radio emission zone of computer technology in protected areas

Keywords: optimization of the computers placement in the premises, area of the electromagnetic radiation.

Aim of work is to develop of software for the simulation of the computers placement in the premises for creation model of their arrangement in the protected areas in order to minimize the propagation of the electromagnetic radiation outside the controlled area.

Research techniques and facilities: a systematic analysis, linear programming techniques, simulation.

Obtained results and their originality. For the first time the technique of the computer placement optimization in the premises is developed. This technique allows reducing the radiation level from the computers outside the controlled area up to 24%. The structure of the program complex for the simulation of the radiation level from the computer in the protected area and the algorithm of the software that allows for time from 2 to 15 seconds (for a floor area of 6 to 36 m²) to find quasi-optimal layout of computers is substantiated.

Recommendations for the usage of the results. The software product can be used as tool for arrangement of the working places, redevelopment areas, testing the effectiveness of passive and active tools of the information protection, making recommendations for their use in potentially dangerous areas with the lowest permissible level of radiation, and as a laboratory model of the preparation experts in the field of information security, for the acquisition of practical experience.

Application area: information security.

Научное издание

Кред Хуссейн Мухаммед

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗОНЫ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ СРЕДСТВ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.13.19 – Методы и системы защиты информации,
информационная безопасность

Подписано в печать 22.01.2013.	Формат 60x84 ¹ / ₁₆ .	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Отпечатано на ризографе.	Усл. печ. л. 1,63.
Уч.-изд. л. 1,4.	Тираж 60 экз.	Заказ 13.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009
220013, Минск, П. Бровки, 6