

# ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ОСЛАБЛЕНИЕ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ОТ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПУТЕМ ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

*И.С. Петров*

## LOCALIZATION AND REDUCTION OF STRAY ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM COMPUTER EQUIPMENT BY MEANS OF ELECTROMAGNETIC WAVES SHIELDING

*I.S. Petrov*

Рассмотрены этапы при осуществлении мероприятий по ослаблению побочных электромагнитных излучений и наводок от средств вычислительной техники. Предложена конструкция защитного контура.

*Ключевые слова:* электромагнитное излучение, наводка, экранирование, радиопоглощение, защитный контур.

Stages in the implementation of measures to reduce stray electromagnetic radiation and interference from computer equipment are considered. The design of a protective circuit is given.

*Keywords:* electromagnetic radiation, interference, shielding, radio absorbing, protective circuit.

Мероприятия по ослаблению побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) от средств вычислительной техники (СВТ) можно разделить на три этапа: экранирование, радиопоглощение, применение радиочастотных фильтров.

Теоретическое решение задачи экранирования, определение значений напряженности полей в общем случае чрезвычайно затруднительно, поэтому в зависимости от типа решаемой задачи представляется удобным рассматривать отдельные виды экранирования: электрическое, магнитоэлектрическое и электромагнитное. Последнее является наиболее общим и часто применяемым, так как в большинстве случаев экранирования приходится иметь дело либо с переменными, либо с флуктуирующими и реже – со статическими полями. Рассмотрим несколько таких случаев.

Амплитуды составляющих зависят от поверхностного сопротивления материала, из которого выполнен экран, и волнового сопротивления (для падающей волны) пространства.

Прошедшая за поверхность экрана (область А) волна распространяется почти в том же направлении, что и падающая, но часть ее поглощается в материале экрана. На границе с поверхностью (об-

ласть В) волна вновь частично отражается, а частично проходит в эту область. В результате в экранируемое пространство попадает энергия, оставшаяся после отражения на границах областей А и В и после поглощения в материале экрана (отражением на границе В в большинстве случаев можно пренебречь).

Экранирующий эффект для плоских волн легко рассчитать. Каждый из перечисленных факторов, влияющих на эффективность экранирования, рассчитывается отдельно, а полученные результаты суммируются.

Затухание при поглощении не зависит от типа падающей волны, а зависит от длины пути в материале экрана, частоты электромагнитных колебаний и свойств материала. Оно может быть рассчитано на основании соотношений:

$$A = 0,132t\sqrt{fG\mu}, \text{ дБ},$$

где  $t$  – толщина экрана, мкм;  $f$  – частота колебаний, МГц;  $G$  и  $\mu$  – соответственно относительные (по отношению к меди) проводимость и магнитная проницаемость материала, из которого сделан экран.

---

**Петров Игорь Сергеевич** – старший преподаватель кафедры безопасности информационных систем, Южно-Уральский государственный университет; kin@kb.susu.ac.ru

---

**Petrov Igor Sergeevich** – senior lecturer of the Department of Information Systems Security, South Ural University; kin@kb.susu.ac.ru

Затухание при отражении определяется соотношением волнового сопротивления среды до экрана и поверхностного сопротивления экрана:

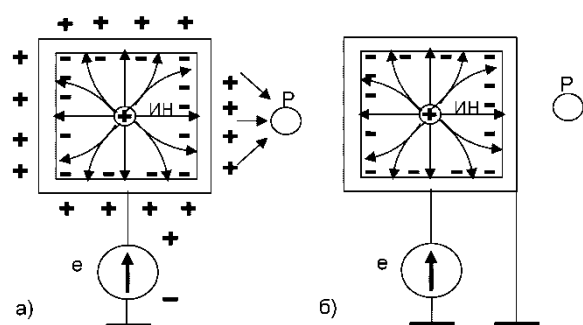
$$R \approx 20 \lg \left( \frac{Z_w}{4Z_b} \right)$$

или  $R = 108 + 10 \lg \left( \frac{G}{\mu f} \{ \text{МГц} \} \right)$ , дБ,

где  $Z_w$  и  $Z_b$  – волновое сопротивление среды и поверхностное сопротивление материала экрана соответственно. Согласно этому уравнению затухание за счет отражения тем больше, а эффект экранирования проявляется тем лучше, чем меньше поверхностное сопротивление материала экрана (лучшие экраны – из меди и/или серебра).

Как видно из вышеприведенных формул, экранирование за счет отражения преобладает на низких частотах (за исключением случаев для магнитных полей в ближней зоне, когда затухание с ростом частоты увеличивается), а за счет поглощения – на высоких частотах.

Для осуществления электростатического экранирования используется явление электростатической индукции. Если источник электростатического поля защищен металлическим экраном, то в результате индукции на внутренней и внешней поверхности экрана произойдет разделение электрических зарядов (см. рисунок). При этом в стационарном режиме в любой момент времени внешняя поверхность экрана является носителем того же знака, что и источник (ИН). Если экран не заземлен, то рецептор наводки (РН) будет так же подвержен воздействию поля источника наводки (ИН), как и при отсутствии экрана.



Электростатическое экранирование

При заземлении экрана заряд, индуцированный на внешней поверхности экрана, отводится на землю и поле вне экрана становится равным нулю. Таким образом, электростатическое экранирование по существу сводится к замыканию электростатического поля на поверхность металлического экрана и отводу электрических зарядов на землю (корпус прибора). Заземление электростатического экрана является необходимым элементом при реализации электростатического экранирования.

Постоянное совершенствование специальной техники стимулирует поиск новых, все более эф-

фективных электромагнитных экранов, в том числе и для защиты от утечки информации по техническим каналам из специальных защищенных помещений, в частности, помещений для обработки шифрованной информации, комнат для ведения конфиденциальных переговоров, камер для настройки и испытаний специальной техники и т. д. До настоящего времени основным требованием ко всем типам электромагнитных экранов являлось получение максимально возможного коэффициента затухания электромагнитной волны на выходе из материала экрана. Схематично прохождение электромагнитной волны через экран в защищенном экранированном помещении показано на рисунке. В целом оценка эффективности экранирования с учетом реальных условий является достаточно сложной задачей. Однако во многих случаях для предварительной оценки можно воспользоваться приближенными выражениями. В этом случае эффективность экранирования можно представить суммой соответствующих составляющих.

Принцип работы клетки Фарадея следующий: при попадании замкнутой электропроводящей оболочки в электрическое поле свободные электроны оболочки начинают двигаться под воздействием этого поля. В результате противоположные стороны клетки приобретают заряды, поле которых компенсирует внешнее поле.

Клетка Фарадея защищает только от электрического поля. Статическое магнитное поле будет проникать внутрь. Изменяющееся электрическое поле создает изменяющееся магнитное, которое, в свою очередь, порождает изменяющееся электрическое. Поэтому если с помощью клетки Фарадея блокируется изменяющееся электрическое поле, то изменяющееся магнитное поле генерироваться также не будет.

При оборудовании помещения необходимо обеспечить радиопоглощение электромагнитных волн для уменьшения переотражений от стен экрана (стоячие волны). Стоячая волна возникает при отражениях от преград и неоднородностей в результате наложения отраженной волны на прямую. Переноса энергии при этом не происходит, а лишь перекачка одного вида энергии в другой (например, электрической в магнитную).

Коэффициент стоячей волны (КСВ) – отношение амплитуды максимумов к амплитуде минимумов в стоячей волне, амплитуды определяются по напряжению.

Радиопоглощающие материалы – это немагнитные материалы, состав и структура которых обеспечивают эффективное поглощение (при незначительном отражении) электромагнитной энергии в определенном диапазоне длин радиоволн.

Сетевые помехоподавляющие фильтры обеспечивают защиту электросетей, ослабляя любые сигналы, не пропускают информативные сигналы.

Исходя из теоретических предпосылок конструкция защитного контура должна иметь многослойную структуру, каждый слой выполняет определенную задачу. Таким образом удастся избежать эффекта «насыщения» токопроводящей поверхности экранов.

Так как защитный контур экрана нельзя разрывать, оконные проемы должны быть заделаны. К входной двери нужно пристроить тамбур, стены пол и потолок которого также обрабатываются радиозащитным материалом. Двери тамбура металлические, со «ступеньками» по периметру.

Сетевой фильтр «ФСПК-40» предназначен для защиты информации от утечки по однофазным двухпроводным сетям электропитания и подавления напряжений внешних помех питающей сети с максимальным рабочим током 40 А. Фильтр «ФСПК-40» или аналог необходимо поставить на вход электропитания помещения.

#### **Литература**

1. ГОСТ Р 51320-99. Радиопомехи промышленные. Методы испытаний технических средств – источников промышленных помех. – М.: Госстандарт России, 1999. – 27 с.
2. ГОСТ Р 50414-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование для испытаний. Камеры экранированные. – М.: Госстандарт России, 1992. – 28 с.
3. ГОСТ 30372-95. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1999. – 16 с.
4. Гроднев, В.В. Электромагнитное экранирование в широком диапазоне частот / В.В. Гроднев. – М.: Связь, 1972. – 674 с.
5. Кечиев, Л.Н. Помехоподавляющие фильтры. Конструкции / Л.Н. Кечиев, П.В. Бобков, П.В. Степанов. – М.: МГИЭМ, 2000. – 189 с.

*Поступила в редакцию 30 мая 2012 г.*