

УДК 621.315.36

## ОБЗОР СПОСОБОВ УМЕНЬШЕНИЯ УРОВНЯ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

**К.А. Грабовский, Е.Н. Жильцов**

Донецкий национальный технический университет

*Рассматриваются методы экранирования линий передачи, приводятся характеристики экранирующих материалов и описываются существующие вариации экранирования.*

Введение. Электромагнитный канал утечки информации, возникающий вследствие побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) технических средств обработки информации (ТСОИ), является одним из наиболее опасных. Для снижения уровня ПЭМИ используют методы электростатического и электромагнитного экранирования.

Экранирование как способ уменьшения уровня ПЭМИ. Одной из важнейших характеристик кабелей, является коэффициент экранирования (ослабления), показывающий степень защиты передаваемого сигнала от влияния внешних электростатических и электромагнитных помех. Его вводят для оценки эффективности экранирования электрической и магнитной составляющей электромагнитного поля.

Измеряется этот показатель в децибелах, а определяется он как отношение уровня полезного сигнала к уровню помехи по мощности в определенных точках кабеля [1]:

$$A_E = 20 \lg(E_O/E_A); \quad (1)$$

где  $A_E$  - коэффициент экранирования по электрической составляющей электромагнитного поля, дБ,

$E_O$  - напряжённость электрической составляющей электромагнитного поля в точке измерения в отсутствии экрана, В/м,

$E_A$  - напряжённость электрической составляющей электромагнитного поля в точке измерения при наличии экрана, В/м,

Существует электростатическое, магнитостатическое и электромагнитное экранирования.

Из рисунка 1 видно, что электростатическое экранирование по существу сводится к замыканию электростатического поля на поверхность металлического экрана и отводу электрических зарядов на землю (на корпус прибора) [1]. Заземление электростатического

экрана является необходимым элементом при реализации электростатического экранирования.



Рисунок 1 – Пример электростатического экранирования

При использовании диэлектрических экранов, поле источника наводки уменьшается в  $\epsilon$  раз, где  $\epsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость материала экрана. Для полного устранения влияния электростатического поля используют металлические экраны.

Основной задачей экранирования электрических полей является снижение ёмкостной связи между экранируемыми элементами конструкции [1].

Обычно для защиты линий связи от наводок, вызванных неэквипотенциальностью точек заземления, линию помещают в экранирующую оплётку или фольгу, заземлённую в одном месте.

Для уменьшения магнитной и электрической связи между проводами необходимо максимально их разнести и максимально уменьшить длину их параллельного пробега [1].

Основные требования, которые предъявляются к электрическим экранам, можно сформулировать следующим образом [1]:

- конструкция экрана должна выбираться такой, чтобы силовые линии электрического поля замыкались на стенки экрана, не выходя за его пределы;

- в области низких частот при глубине проникновения ( $\delta$ ) больше толщины ( $d$ ), то есть при  $\delta > d$ , эффективность электростатического экранирования практически определяется качеством электрического контакта металлического экрана с корпусом устройства и мало зависит от материала экрана и его толщины;

- в области высоких частот при  $\delta > d$  эффективность экрана, работающего в электромагнитном режиме, определяется его толщиной, проводимостью и магнитной проницаемостью.

Выбор материала экрана проводится исходя из обеспечения требуемой эффективности экранирования в заданном диапазоне частот при определённых ограничениях.

Для изготовления экранов используются: металл, диэлектрики, стёкла с токопроводящим покрытием, специальные металлизированные ткани, токопроводящие краски.

В настоящее время выпускаются кабели со стандартной (двойной), трехкратной и четырехкратной степенью экранирования.

Клетка Фарадея. Принцип работы клетки Фарадея очень простой - 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. На рисунке 2 показан данный тип экрана [2].



Рисунок 2 - Многопарный кабель Belden с индивидуальным экраном – клетка Фарадея

Экран типа Beldfoil®. Способ экранирования кабеля на основе сэндвича из слоя фольги, нанесенного на пленку из полиэстера. Данный кабель обязательно имеет медный луженый дренажный провод, хорошо контактирующий с фольгой по всей длине кабеля. Дренажный провод позволяет легко заземлить экран и снять шумы и наводки, индуцированные в нем вследствие антенного эффекта. Показан этот тип экрана на рисунке 3 [2].



Рисунок 3 – Экранирование на основе сэндвича

Спиральная оплетка, показанная на рис. 4, состоит из проводников, навитых спиралью на вокруг изолированных проводников или ядра кабеля. Проводники, как правило, изготавливаются из меди.



Рисунок 4 - Спиральная оплетка

Спиральная оплетка обладает гибкостью и устойчивостью на изгиб. Обеспечивает до 97% покрытия. Однако сравнительно высокая индуктивность ограничивает другие использования данного вида оплетки.

Для выбора метода экранирования сравним зависимости коэффициента экранирования фольги и оплетки от частоты (рис. 5.) [2].

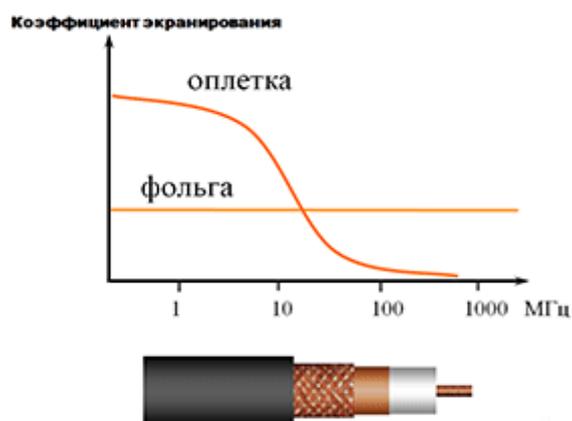


Рисунок 5 - Коэффициенты экранирования оплетки и фольги

На относительно низких частотах до нескольких десятков мегагерц оплетка обеспечивает лучшее экранирование, чем фольга, главным образом за счет своей толщины. Однако затем экранирующие способности оплетки резко падают и становятся почти неприемлемыми еще до 100 МГц.

В то же время фольга имеет плоскую АЧХ, сохраняя удовлетворительные экранирующие способности в очень широком диапазоне частот, вплоть до гигагерц.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС ДНР

---

Целью наших исследований является: с помощью программного продукта CST STUDIO SUITE трехмерного электродинамического моделирования смоделировать различные способы электростатического и электромагнитного экранирования различных направленных линий передачи высокочастотной энергии.

В настоящее время на кафедре «Радиотехники и защиты информации» ведутся работы по совершенствованию способов уменьшения уровня побочных электромагнитных излучений

### Выводы

В данной статье мы рассмотрели один из способов защиты линий передачи от ПЭМИ – экранирование. Было установлено, что при качественном экранировании мы получим:

- повышение точности и чистоты передачи сигналов, путём изоляции от помех.
- большую конфиденциальность передачи информации. Если кабель не воспринимает излучения извне вследствие высокой экранировки, следовательно, он и не излучает.

### Список литературы

1. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: экранирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=985&lvl=04>.
2. Настоящий инженер должен уметь отличать кабель от кабеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.rts.ua/rus/add/458/0/4/>
3. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. В 3 т. Т. 1. Технические каналы утечки информации. - М.: НПЦ «Аналитика», 2008. - 436 с.
4. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. В 3-х вып. Вып 2. Внутрисистемные помехи и методы их уменьшения: Сокращ. пер. с англ./Под ред. А.И.Саприга. - М.: Сов. Радио, 1978.- 272 с.
5. Николаенко Ю.С. Противодействие радиотехнической разведке // Системы безопасности, связи и телекоммуникаций. - 1995. - № 6. - С. 12 - 15.