

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 ϵ раз, где ϵ - 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 (δ) 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

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС ДНР

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].

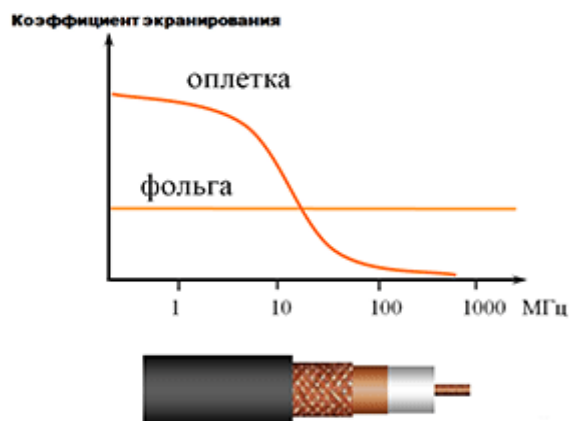


Рисунок 5 - Коэффициенты экранирования оплетки и фольги

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.

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.