

УДК 621.396

А.П. Преображенский

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКОЙ В ПОМЕЩЕНИИ

Воронежский институт высоких технологий

В данной работе обсуждаются вопросы, связанные с распространением электромагнитных волн внутри помещений. Отмечены основные виды отражателей – угловых отражателей, рефлекторов, которые влияют на рассеянные сигналы. Перечислены виды экранов, для которых на данный момент могут быть сделаны приемлемые оценки по рассеянным полям.

Ключевые слова: распространение радиоволн, помещение, электромагнитная обстановка, экран

Внедряемые современные системы сотовой связи требуют объединения гетерогенных сетей при высоких скоростях потоков передаваемых (принимаемых) информации.

При этом такие технологии необходимо, чтобы устойчиво работали независимо от того, где находится приемника и передатчик, для стационарного и мобильного вариантов - в автомобилях, залах ожиданий аэропортов, в самолетах, дома и т.д.

В этой связи необходимо знать основные факторы, которые влияют на качество передачи информации. В данной работе дается краткий анализ таких факторов.

На пути распространения сигналов внутри помещений возникает большое число факторов, которые ослабляют сигналы: есть стены и перегородки из различных материалов, с определенными особенностями и сложностями конструкции, появляются разнообразные подвижные объекты и неподвижные объекты в интерьере.

Для отражения значительной части мощности в обратном направлении могут применяться угловые отражатели, которые являются устройствами в виде прямоугольных тетраэдров, имеющих взаимно перпендикулярные отражающие плоскости.

Луч, который падает на угловой отражатель, будет отражаться строго в обратном направлении.

Интересно отметить, что подобное устройство позволило обнаружить затерявшийся луноход.

В состав дома могут входить железобетонные конструкции. Как правило, они относятся к потолкам. Затухание электромагнитных волн для диапазона Wi-Fi может достигать 20-30 дБ.

Небольшие металлические предметы в помещениях являются источниками вторичной дифракции. Большое зеркало является хорошим отражателем.

Существуют рефлекторы, которые используются для того, чтобы ненаправленное излучение сделать направленным.

Особенности электромагнитного излучения при использовании рефлектора зависят от:

- того, какова его геометрическая форма и размер;
- каковы свойства его поверхности;
- как располагается источник излучения;
- какое расстояние до объекта излучения.

Рефлекторы могут быть разных видов. Например, излучатель может находиться в центре сферы или излучатель можно разместить в фокусе параболического рефлектора.

Если источник излучения приближать от фокуса к рефлектору, то электромагнитные лучи будут расходиться, а если удалять от места фокуса, то будут сходиться.

Излучающий поток можно фокусировать в пятно, а затем дополнительно собирать еще линзой Френеля.

При распространении электромагнитных волн могут возникнуть наводки.

Для того, чтобы их подавить, необходимо устранить или ослабить паразитные связи между источником и приемником наводок на основе того, что проводится экранирование и развязывание цепей.

Экранирование заключается в локализации электромагнитной энергии в определенном пространстве вследствие того, что происходит ограничение ее распространения на основе различных подходов.

Например, между 2 электрическими цепями, которые располагаются на определенном расстоянии друг относительно друга мы можем наблюдать такие типы связей:

- На основе электрического поля,
- На основе магнитного поля,
- На основе электромагнитного поля,
- Вследствие проводов, которые соединяют такие цепи.

Достичь полного экранирования можно если будут подавлены все 4 указанные вида связей. Но такие строгие условия ставят не всегда, тогда достаточно ослабить одну или две связи.

Известно, что затухание напряженности электрического и магнитного полей для свободного пространства имеет закономерность, связанную с обратно пропорциональным квадратом расстояния от элементов, возбуждающих поля.

При этом напряженность электромагнитного поля является обратно пропорциональной расстоянию, находящемуся в первой степени. Если мы рассматриваем проводную или волновую линию, то напряжение на ее конце по мере роста расстояния уменьшается достаточно медленно.

Поэтому, при небольших расстояниях будут действовать все четыре вида связей.

С увеличением расстояния в первую очередь уходит связь через электрическое и магнитное поле, потом будет уходить влияние электромагнитного поля, и для очень больших расстояний будет оказываться влияние лишь связи по проводам и волноводам.

Бывают экраны с внутренним возбуждением электромагнитного поля, тогда будет локализовываться поле в некотором объеме, и экраны внешнего электромагнитного поля, где приходится обеспечивать защиту от воздействия внешних полей.

Если в электрические поля вносятся проводники, то как результат поляризации электроны в них будут двигаться по направлению к положительно заряженной пластине, и на области проводника, которая относится к такой пластине, будет возникновение отрицательного потенциала, а с противоположной части поверхности проводника будет положительный заряд.

Электростатическое экранирование по своей сущности связано с замыканием электростатического поля на поверхность металлического экрана при отводе электрического заряда на землю (на корпуса приборов).

В том случае, когда металлическим экраном полностью компенсируется влияние со стороны электростатического поля, то на основе использования диэлектрических экранов поле может ослабиться G раз, где G является относительной диэлектрической проницаемостью материалов, поскольку из поля свободных зарядов происходит вычитание поля поляризационно-связных зарядов.

Проведение экранирования на основе применения вихревых токов ведет к одновременному ослаблению как магнитных, так и электрических. Исходя из этого, мы можем называть такой способ экранирования называть электромагнитным.

Если говорить о физической сущности электромагнитного экранирования, то под действием источника электромагнитной энергии на тех сторонах экрана, которые обращены к источнику, появляются заряды, а в его стенках – токи, их поля по своей интенсивности являются близкими к полю источника, а по направлению противоположными ему и в этой связи осуществляется взаимная компенсация полей.

Проведение расчетов электромагнитных экранов при достаточной точности на настоящий момент возможен с приемлемой точностью лишь для определенных идеализированных случаев. Среди них могут быть такие:

- размещение бесконечно плоского экрана на пути, по которому распространяется плоская волна;

- проведение размещения точечного источника, в центре герметичного идеального проводящего экрана, имеющего сферическую форму;
- рассмотрение бесконечно длинного идеально проводящего цилиндра с излучателем в виде бесконечной нити, которая расположена на оси такого цилиндра.

Когда выбирают материалы, из которых состоят экраны, то ориентируются на определенные условия;

- получение требуемой величины ослабления электромагнитных полей для рассматриваемого рабочего диапазона частот,
- устойчивость материалов экранов по отношению к внешней среде, которая в ряде случаев может быть весьма агрессивной,
- требования к технологичности конструкции экранов при заданной конфигурации.

Активным образом применяют листовые материалы (алюминий, медь латунь и др.), причем при одинаковых толщинах экранов эффективность экранирования по магнитным и немагнитным материалам будет разной. Для электромагнитного режима в полосе частот, в которой эффективность экранирования вследствие отражения будет большей, чем эффективность поглощения, для немагнитные материалы, которые обладают большей проводимостью, если сравнивать с магнитными, ведут к более высокой эффективности.

Экраны могут быть не только сплошными, а представлять металлические сетки. По массе они более легче, чем листы, их проще изготавливать, удобно собирать и эксплуатировать. Но при этом существуют проблемы с механической прочностью.

Таким образом, использование в комплексе технических материалов, источников электромагнитного излучения позволяет достичь допустимых уровней электромагнитного, а также требования к их измерению в жилых помещениях, что является весьма полезным при разработке соответствующих с санитарных норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравцов В. Угловые отражатели / В.Кравцов, И.Сербин // Квант : журнал. - 1978. - № 12. - С. 7-9.
2. http://www.ntm.ru/UserFiles/File/document/EMP/RCHD/SanPin2_2_4_1_191_03.pdf.
3. http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/551691/elektromagnitnye_polya_v_pro_izvodstvennykh_usloviyakh.pdf
4. <http://econf.rae.ru/pdf/2010/04/539fd53b59.pdf>
5. Фок В.А. Проблемы дифракции и распространения электромагнитных волн / В.А.Фок // М.: Сов. радио. 1970. – 520 с.

6. Бардин Н.И. Распространение ультракоротких радиоволн в условиях крупного города / Н.И.Бардин, Н.Д.Дымович // Электросвязь, 1964, № 7, с. 15-18.
7. Дымович Н.Д. Электродинамика и распространение радиоволн. / Н.Д.Дымович, Н.П. Красюк // М.: Высшая школа, 1974. – 536 с.
8. Черный Ф.Б. Распространение радиоволн. // Ф.Б. Черный / М.: Сов. Радио, 1972. – 464 с.
9. Сравнение возможностей использования wi-fi и plc сетей для управления производственным оборудованием/ А. Ф. Розвадовский, М. В. Родионова, В. В. Пилинский// Вісник НТУ «ХПІ». 2014. № 50 (1092), сс.135 143 http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/10641/1/vestnik_HPI_2014_50_Rozvadovskiy_Sravnenie.pdf

A.P. Preobrazhensky

THE METHODS OF OPERATION OF THE ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT INDOOR

Voronezh Institute of High Technologies

In this paper we discuss the issues related to the propagation of electromagnetic waves inside buildings. The basic types of reflectors are corner reflectors, reflectors that affect the scattered signals. List the types of screens, for which at the moment can be made a reasonable estimate of the scattered fields.

Keywords: wave propagation, room, environment, screen.