

ОБ ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОМЕЩЕНИИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

© 2019 О. Ю. Клишина

ОАО концерн «Созвездие» (г. Воронеж, Россия)

Работа посвящена проблемам оценки электромагнитной обстановки в помещениях. Приведено описание программного продукта, в рамках которого можно осуществлять расчеты характеристик распространения электромагнитных волн.

Ключевые слова: электромагнитное поле, связь, распространение сигналов в помещении.

В существующих условиях можно говорить об активном использовании беспроводных технологий. Нельзя говорить о том, что они развиваются медленнее, чем другие технологии связи [1, 2]. В городских условиях постоянно идет строительство новых зданий.

Они имеют разную этажность, а также форму строений. Внутри зданий могут размещаться как жилые помещения, так и офисы компаний, торговые центры, производственные структуры. Для того, чтобы обеспечивать потребности как в производственных процессах, так и бытовых условиях, важно, чтобы сеть работала устойчивым образом [3, 4].

Для этого необходимо, чтобы были осуществлены точные расчеты места положения, точки доступа и приемных устройств. Различными компаниями уже созданы некоторые программные продукты, на базе которых можно осуществить оценки по характеристикам электромагнитных полей. При том, что они могут анализировать весьма сложные конфигурации в самых общих случаях, значения их стоимости могут быть весьма высокими. Тогда могут быть полезны и некоторые упрощенные подходы, в том числе и на базе инженерных формул [5, 6].

Процесс распространения радиоволн во внутренних областях помещений может рассматриваться как многолучевой. Тогда сигнал распространяется так, что будут возможны два и даже больше пути, по которым он будет идти от передающего к приемному устройству. Различие в двух путях может соответствовать небольшому запаздыванию во временном масштабе (несколько наносекунд). Вследствие того, что внутри помеще-

ний находится множество объектов, можно наблюдать:

- большое число малых волн, возникших вследствие отражений,
- волны будут проходить сквозь объекты, при этом будут меняться их характеристики,
- объекты, их части могут огибаться волнами, поэтому волны будут изменять свое направление.

Если есть соответствующие условия, то проявляются некоторые эффекты значительно сильным образом. Такое может быть, если внутри помещения будут располагаться металлические объекты, имеющие большой объем, площадь. Это или лифты, или крупные металлические шкафы.

Получается, что исходный сигнал характеризуется появлением большого числа копий. Также будет множество путей, по которым идет движение одних исходных сигналов [7, 8].

Во внутренних областях помещений определение условий возникновения отраженных сигналов связано с длинными коридорами, стенами. Также присутствуют объекты мебели, другие препятствия. Если есть помещения складов, цехов, и других строений, в которых большое количество металлических предметов, тогда в них будет высокий уровень многолучевого распространения сигналов. Это связано с тем, что будет множество хорошо отражающих поверхностей.

Если рассматриваются области, которые будут располагаться вне помещений, тогда многолучевое распространение будет определяться другими причинами. Отражения могут быть от дорожного покрытия, от больших водных поверхностей, от внешних поверхностей зданий.

Отражения могут быть и от атмосферных слоев, если будут соблюдены соответствующие условия.

Тогда можно наблюдать сигналы, для которых характерно будет изменение в направлении. Они могут вести к изгибанию при приближении или удалении. Сигнал, являющийся исходным достигает приемного устройства [9, 10].

При этом его копии, которые перемещаются по другим путям, в том числе и при условии отражающих эффектов, имеют возможности для того, чтобы также быть зарегистрированными в приемном устройстве. Конечно, при этом будут изменяться разные характеристики. Это фазы, амплитуды, и др.

Понятно, что необходимы большие интервалы времени, чтобы сигналы смогли переместиться от передатчиков к приемникам. Это определяется тем, что они идут по более длинному пути. Сигналы могут складываться с различными фазами, что, в итоге, в большинстве случаев, ведет к их не усилению, а подавлению.

Негативные эффекты могут быть нивелированы за счет того, что применяются направленные антенны, их коэффициент усиления можно немного уменьшить. Приемные антенны можно разносить. Положительным может быть привлечение технологии ММО.

Возможности, когда появляются многолучевые сигналы:

- амплитуда сигнала увеличивается. Это происходит при условии, что разница по фазе будет составлять диапазон между 0° и 120° . Сигналы приходят в одну точку. Тот сигнал, который принят на приемнике, не будет ни при каких условиях превышать амплитуду сигнала, который вышел из передатчика. Это связано с тем, что на пути распространения есть потери [11].

- амплитуда сигнала уменьшается. Это происходит при условии, что разница по фазе будет составлять диапазон между 121° и 179° .

- амплитуда сигнала равна 0. Это происходит при условии, что разница по фазе будет составлять 180° .

Сложные интерференционные картины появляются при условиях распространения узкополосных сигналов во внутренних областях помещений. Наблюдаются замирания сигналов, качество связи резким образом будет изменяться, когда незначительно изменяется положение приемников по отношению к передатчикам.

Сверхширокополосные хаотические сигналы во внутренних областях помещений распространяются совершенно по другим закономерностям. Если между приемными и передающими устройствами расстояние растёт, то сверхширокополосные хаотические импульсы будут затухать.

СШП сигналы при сложении с отраженными лучами не дают интерференционной картины. Объяснить это можно тем, что закон изменения автокорреляционной функции по хаотическим сигналам будет демонстрировать быстрый спад.

Для создания программного продукта, позволяющего вести расчеты была выбрана программа Borland C++ Builder XE7.

Эта среда разработки наиболее популярна в наше время для разработки приложений самого различного назначения. Она позволяет:

- Формировать законченные приложения для Windows, имеющих самую разную направленность.
- Быстро формировать хорошо выглядящий оконный интерфейс.
- Формировать мощные системы для того, чтобы работать в том числе и сетевыми компонентами.

В параметры основного меню входят:

Окна для записи значений:

- Координаты БС: (X, Y),
- Сектор углов,
- Шаг угла,
- Масштаб 1 пиксель (X, Y м),
- Частота сигнала (МГц),
- Минимальный уровень (ДБ),
- Коэффициент усиления антенны (dBi),
- Размеры области (м).

Таким образом, создана программа, позволяющая проводить оценку уровня мощности Wi-Fi при распространении электромагнитных волн в свободном пространстве и через препятствия, а также делать визуализацию электромагнитной картины лучей Wi-Fi.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский, Ю. П. Рассеяние радиоволн на сложных объектах / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике: Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2018. – С. 191-194.
2. Lvovich, Ya. Ye. The use of «ant» algorithm in constructing models of objects that

have maximum average values of the scattering characteristics / Ya. Ye. Lvovich, I. Y. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 12. – С. 463-466.

3. Головинов, С. О. Разработка имитатора тракта передачи данных спутникового диапазона / С. О. Головинов, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5. – № 4. – С. 214-217.

4. Преображенский А. П. Импедансные граничные условия в задаче рассеяния электромагнитных волн на полости с радиопоглощающими покрытиями / А. П. Преображенский // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2006. – Т. 11. – № 2-3. – С. 61-63.

5. Львович И. Я. Разработка подсистемы САПР для проектирования средних характеристик рассеяния объектов / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, К. Ю. Родионова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-4. – С. 823-826.

6. Львович И. Я. Оценка средних характеристик рассеяния объектов / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, А. А. Хромых // В мире научных открытий. – 2013. – № 2 (38). – С. 188-200.

7. Преображенский, Ю. П. Моделирование распространения радиоволн для усло-

вий дифракции / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике: Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2018. – С. 183-186.

8. Преображенский Ю. П. Применение поглощающих материалов при проектировании электродинамических устройств / Ю. П. Преображенский // Будущее науки – 2018 Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. – 2018. – С. 374-377.

9. 11. Болучевская, О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3 (3). – С. 4.

10. Преображенский, А. П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2004. – № 5. – С. 32-35.

11. Кульнева, Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

ABOUT THE EVALUATION OF THE LEVELS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS IN ROOM FOR WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS

© 2019 O. Y. Kishina

JSC concern «Sozvezdie» (Voronezh, Russia)

The paper is devoted to the problems of evaluation of the electromagnetic environment in the premises. The description of the software product within which it is possible to carry out calculations of characteristics of propagation of electromagnetic waves is given.

Key words: electromagnetic field, communication, propagation of signals in the house.