

МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ПРИРОДНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕХ

© 2016 Т. В. Мельникова

Воронежский институт высоких технологий

В работе рассмотрена модель проектирования беспроводных систем связи с учетом помех. Записан общий вид функции распространения сигнала в беспроводной системе связи. Приведена структурная схема модуля расчета количества лучей. Даны соотношения для расчета уровней сигналов полей в заданных секторах углов наблюдения.

Ключевые слова: беспроводная связь, помехи, распространение электромагнитных волн.

В используемых в настоящее время САПР для проведения оценок распространения радиоволн применяются различные модели, причем в них не всегда происходит учет различных промышленных и природных помех. Например, в программе для планирования радиосвязи RPS-2, помимо факторов, связанных с рельефом местности, происходит учет только атмосферных помех. Для геоинформационных систем частотно-территориального планирования среди природных помех происходит учет сезона (лета или зимы) и интенсивности дождя (при параметрах: ясно, изморось, слабый, умеренный и т. д.)

Вследствие относительности параметров, применяемых для того, чтобы определить уровни помех, весьма актуально внесение точного количественного определения уровня помех и их набора.

Среди созданных моделей помех, которые имеют место для каналов связи, можно отметить проведение ослабления сигналов в передающих и приемных фидерах, импульсные помехи, узкополосные (селективные) помехи, перекрестные помехи, эффект появления эхосигнала.

С применением указанных моделей помех, можно сделать описание основной части по промышленным и природным факторам, влияющим на особенности распространения электромагнитных волн.

В результате при учете помех в канале связи, для общей функции распространения сигнала в среде $H(f, r)$ мы можем записать:

$$H_t = H_{RR} + H_{RDR} + H_{CC} \quad (1)$$

где H_{RR} и H_{RDR} – являются функциями распространения $R-R$ и $R-D-R$ для соответствующих групп лучей, H_{CC} – функция, на основе которой описывается канал связи (2).

$$H_{CC} = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5, \quad (2)$$

где $H_1 - H_5$ – дает описание каждого из вида помех.

Если в указанной модели проводить учет лучей при наибольшим появляющимся уровнем сигнала, то можно сделать уменьшение количества итераций при проведении расчётов. Модуль, который приведён на рисунке 1, дает реализацию указанного подхода, при этом требуется определить число лучей, при заданной погрешности Δ по максимальному уровню сигнала в указанной точке.

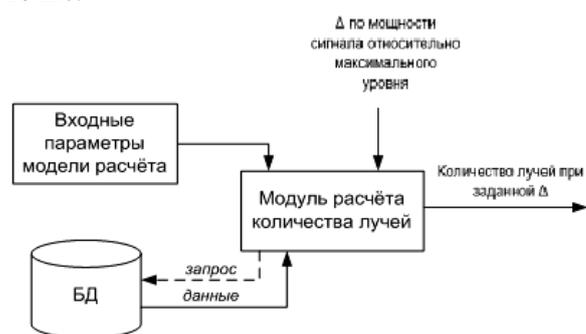


Рис. 1. Структурная схема модуля расчета количества лучей

Входными параметрами модели расчета мы будем принимать:

- расположение БС на главной улице;
- ширину по главной и второстепенной улице;
- координаты для углов перекрестков по главной и второстепенной улицам;
- расположение МС;
- расстояние между БС и МС.

Мельникова Тамара Вениаминовна – Воронежский институт высоких технологий, студент, e-mail: Melonik578@yandex.ru.

БД имеет результаты по исследованиям моделей в разных входных параметрах моделей. Для того, чтобы уменьшить размерность БД распределение мощности относительно лучей дается как полинома порядка N.

Следует отметить, что дополнительный входной параметр для модуля оценки числа лучей берется Δ для мощности сигнала по максимальному уровню.

Работа модуля, связанного с оценкой числа лучей происходит в три шага:

- на основе применения коэффициентов корреляции, проводится расчет полинома зависимости числа лучей от расстояний между БС и МС;

- с применением коэффициентов корреляции, проводится построение и расчет полинома зависимости общей мощности от мощности, которая вносится каждым лучом.

- на базе определенного полинома проводится расчет числа лучей при учёте заданных погрешностей.

Указанный подход дает возможности сокращения количества итераций при проведении расчётов уровней сигналов на основе метода трассировки лучей. При $\Delta=2$ дБ, число итераций было уменьшено в 2-3 раза (в зависимости от того, насколько была далеко МС).

Когда распространяются электромагнитные волны в городских застройках требуется проводить учет их затухания. С применением математических соотношений мы построили алгоритм оценки степеней затухания электромагнитных волн для городской застройки. Для проведения расчетов уровней полей в заданных секторах углов мы рассматривали такие соотношения:

$$L[\text{дБ}] = 40 + 35 \lg(R[\text{км}]) \quad (1);$$

$$L[\text{дБ}] = 65 + 40 \lg(R[\text{км}]) + 40 \lg(f[\text{МГц}]) - 4G[\text{дБи}] \quad (2).$$

где R – является расстоянием от БС до МС, G – является коэффициентом усиления антенны, f – анализируемая частота.

На основе такого алгоритма можно учитывать несколько БС. В таких случаях как результат интерференции электромагнитных волн будет происходить формирование довольно сложной картины распределения мощности распространяющихся волн.

Алгоритм необходим для того, чтобы учитывать явления распространения электромагнитных волн как раз для городских условий, так как наблюдаем много препятствий, которые ведут к затуханию полезных сигналов. При увеличении частот передаваемых сигналов будет происходить увели-

чение затухания распространяющейся электромагнитной волны.

В результате, применяемая модель (1), дает возможности для выполнения проектирования систем связи при учете природных и промышленных помех.

Когда распространяется электромагнитная волна, определенная часть энергии радиоволн будет уходить на отражение. Большая часть лучей при этом пойдет мимо абонента, так как он находится в ограниченной области

Точность того, как позиционируется абонент с целью того, чтобы получить максимальную мощность, поступающую от БС, зависит от шага дискретизации углов.

В проанализированном алгоритме не учитываются естественные помехи, возникающие при распространении электромагнитных волн (это касается и широкополосных сигналов).

Указанный алгоритм универсален, в нем автоматическим образом происходит учет широкого диапазона различных входных параметров.

В качестве достоинства рассматриваемого подхода можно отметить то, что он дает возможности для проведения оценок (делается «машинный эксперимент») характеристик в беспроводных системах связи без того, чтобы проводить реальный «натурный» эксперимент.

Вообще говоря, можно провести уточнение алгоритма с применением моделей распространения электромагнитных волн – краевые волны, ползущие волны, проведение диффузного отражения, отражения от земной поверхности. Также, можно уточнить многократные переотражения по волнам внутри зданий, но, видимо, их вклад в распространяющееся основное поле как минимум на 10 дБ меньше, чем для волн имеющих лишь одно отражение. Такие дополнительные уточнения затем можно представить в виде дополнительных модулей с соответствующими характеристиками затухания электромагнитных волн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский А. П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / А. П. Преображенский, Р. П. Юров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 3. – С. 35-37.
2. Преображенский А. П. Прогнозирование радиолокационных характеристик

объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн / А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2003. – № 4. – С. 21-24.

3. Милошенко О. В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / О. В. Милошенко // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 60-62.

4. Преображенский А. П. Аппроксимация характеристик рассеяния электромагнитных волн элементов, входящих в состав объектов сложной формы / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 15-16.

5. Головинов С. О. Проблемы управления системами мобильной связи / С. О. Головинов, А. А. Хромых // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 13-14.

6. Львович Я. Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2-6.

7. Львович Я. Е. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 40-42.

8. Ермолова В. В. Архитектура системы обмена сообщений в немаршрутизируемой сети / В. В. Ермолова, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 79-81.

9. Львович И. Я. Расчет характеристик металлодиэлектрических антенн / И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 11. – С. 26-29.

10. Львович И. Я. Применение методологического анализа в исследовании безопасности / И. Я. Львович, А. А. Воронов // Информация и безопасность. – 2011. – Т. 14. – № 3. – С. 469-470.

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.

12. Ерасов С. В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах / С. В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 20-26.

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

THE MODEL DESIGN OF WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS BECAUSE OF ENVIRONMENTAL AND INDUSTRIAL NOISE

© 2016 T. V. Melnikova

Voronezh Institute of high technologies

The paper discusses the model design of wireless communication systems taking into account interference The general view of the functions of the signal propagation in a wireless communication system is recorded. The Block diagram of module calculation of the number of rays is shown. The equations are given for the calculation of signal levels of the fields in the given sector of angles.

Keywords: wireless communication, interference, propagation of electromagnetic waves.