

## ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

© 2019 В. Н. Кострова, Т. А. Цепковская

*Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж, Россия)  
Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)*

*В работе анализируются особенности моделирования беспроводных сетей. Даны характеристики программных продуктов, позволяющих моделировать беспроводные сети.*

*Ключевые слова: беспроводная связь, компьютерная сеть, моделирование.*

В существующих условиях беспроводные системы связи имеют большое практическое применение, поэтому многие разработчики сталкиваются с необходимостью оценок того, как связаны возможности приема сигналов абонентами и каналы распространения радиоволн [1, 2].

В связи с тем, что идет развитие системы «Интернет вещей», большое число информационных сетей относятся к таким, в которых передача данных происходит во внутренних областях помещений [3, 4].

Тогда разработчики, проектировщики сталкиваются с соответствующими проблемами вследствие того, что требуется осуществлять моделирование объектов, которые будут размещаться на пути движения радиосигналов [5, 6].

Дополнительные сложности относятся к случаям, когда имеется многолучевое распространение радиоволн. Могут быть и различные переотражения [7, 8].

Большой вклад в ослабление сигналов будут вносить стены и крупные предметы, установленные во внутренней области помещений [9].

Могут быть разные варианты. Когда используются дерево, синтетические материалы, стекло при строительстве стен и перекрытий, то они на распространение радиоволн будут оказывать не очень большое влияние [10].

Большее воздействие будет в случаях, когда строительными материалами выступают кирпич и бетон. Наибольшим образом будут поглощать волны объекты, состоящие

из железобетона, а также, если есть стены с фольговыми утеплителями.

В тех случаях, когда есть металлические стены и перекрытия, то они могут существенным образом оказать влияние на дальность. Связь даже может полным образом пропасть.

Следует отметить, что интерференционные особенности электромагнитных полей во внутренних областях помещений могут наблюдаться более ярким образом. Это обусловлено многократными отражениями от разных объектов [11].

Данные процессы можно наблюдать при измерениях в виде уменьшения напряженностей полей.

Также изменяется исходная плоскость поляризации волн. Для определенных классов помещений мы можем увидеть, что появляются замирания.

Они существуют внутри «мертвых зон». Для них процессы приема сигналов сильным образом затруднены.

Наблюдать подобную ситуацию можно и тогда, когда приемное и передающее устройства будут располагаться в пределах прямой видимости. «Мертвые зоны» образуются, так как сигналы будут идти по путям, имеющим разную длину.

Наблюдаются процессы отражения от большого числа предметов. Ими могут быть окна, потолки, разные стальные конструкции, бетонные стены, металлические двери и др.

Возникновение «мертвой зоны» будет наблюдаться, если расходимость длин путей распространения соответствует нечетному количеству полуволн [12].

Существование полных «мертвых зон» весьма локально. Устранить их можно за счет того, что будет небольшое перемещение антенн приемных или передающих устройств.

---

Кострова Вера Николаевна – Воронежский государственный технический университет, д. т. н., профессор, kostetrootrovver@yandex.ru.

Цепковская Татьяна Анатольевна – Воронежский институт высоких технологий, ст. преподаватель, tandddy\_255@vvt.ru.

Это необходимо учитывать при процессах планирования того, как будут размещаться устройства беспроводной связи внутри помещений.

Многие авторы работали над проблемами формирования разных прогностических моделей, относящихся к распространению волн во внутренних областях помещений при частотных диапазонах от 500 МГц до 5 ГГц.

Для указанного диапазона частот можно эффективно использовать разные приложения и службы.

Например, когда планируются мобильные радиосети, в лучшем покрытии заинтересованы операторы мобильной связи. Также эффективная работа компьютерных сетей оказывает влияние на производство и бытовую сферу.

Существует крупномасштабное моделирование, которое связано с тем, что будет рассматриваться средний уровень сигналов как функция расстояния между передающими и приемными устройствами.

В таких случаях сигнал может быть определен для весьма больших значений удаления, которое составит несколько километров.

Использовать крупномасштабные модели достаточно просто. В них нет учета довольно малых изменений, например затуханий, которые обусловлены многолучевыми распространениями.

Подобные модели являются полезными, когда предсказывается охват систем радиосвязи.

При этом другие модели дают характеристику быстроменяющихся значений уровней принимаемых сигналов при малых смещениях. Они будут соответствовать нескольким длинам волн. Во временном масштабе это будет соответствовать нескольким секундам. Соответствующие модели будут мелкомасштабными.

Тогда можно обосновать весьма высокие требования, которые наблюдаются по отношению к инструментарию для того, чтобы планировать внутренние сети. В разных организациях были разработаны собственные программные продукты для имитации распространения волн и осуществления предсказаний.

Программные продукты, относящиеся к внутреннему распространению, можно распределить по четырем группам:

1. Основанные на статистических моделях. Для них нет необходимости в какой-то информации о характеристиках стен внутри зданий. Требуется, чтобы был указан вид здания (офисы, гостиницы, больницы, ветхие здания и т. д.).

2. Базирующиеся на эмпирических моделях при прямом пути распространения. Их называют однолучевыми. В них рассматривается только луч для прямого пути, который будет проходить между приемным и передающим устройствами.

3. Базирующиеся на эмпирических многолучевых моделях. Подобный подход связан с многолучевым распространением волн между приемными и передающими устройствами. Проводится расчет разных вариантов путей, и их параметры применяют при прогнозировании.

4. Базирующиеся на моделях, связанных с геометрической оптикой. Описание СВЧ-диапазона можно осуществить с привлечением квазиоптических моделей распространения, которые рассматривают отражение на стенах и дифракцию на угловых структурах. Сформировано большое число подходов, таких как трассировка лучей (проведение слежения за лучом) и пуски лучей.

На рисунке приведена схема распространения волн в пределах прямой видимости



Рисунок. Схема распространения волн в пределах прямой видимости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. 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.
3. Преображенский, А. П. Характеристики распространения радиоволн в подземных беспроводных системах связи / А. П. Преображенский, А. А. Хромых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 2 (2). – С. 5.
4. Львович, И. Я. Разработка принципов построения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн / И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 12. – С. 125-127.
5. Преображенский, А. П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 1 (4). – С. 3.
6. Преображенский, Ю. П. Моделирование распространения радиоволн для условий дифракции / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике: Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Отв. редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 183-186.
7. 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. Отв. редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 374-377.
8. 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. Отв. редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 191-194.
9. Казаков, Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети Wi-Fi / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.
10. 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.
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. Воронов, А. А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности / А. А. Воронов, И. Я. Львович, Ю. П. Преображенский, В. А. Воронов // Информация и безопасность. – 2006. – Т. 9. – № 2. – С. 8-11.

## PROBLEMS OF MODELING OF WIRELESS NETWORKS

© 2019 V. N. Kostrova, T. A. Tsepkovskaya

Voronezh state technical university (Voronezh, Russia)  
Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

*The paper analyzes the features of modeling wireless networks. The characteristics of software products that allow to simulate wireless networks are given.*

*Key words: wireless communication, computer network, modeling.*