

УДК 621.396

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Лесных О.М.

*Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: slesnihoxana@yandex.ru*

В работе обсуждаются возможности автоматизации разработки беспроводных сетей связи. Процессы проектирования сети являются трудоемкими и дорогостоящими, в этой связи моделирование дает возможность для того, чтобы уменьшить ошибки, а также достичь оптимального положения точек доступа. На основе автоматизации можно: проводить работы, связанные с частотно-территориальным планированием сетей, при этом идет достижение минимальных уровней для внутрисистемных помех, достичь большего охвата по территориям для требуемого качества передачи информации и соответствующих параметров электромагнитной совместимости; оптимизировать подходы, позволяющие проводить преобразование и передачу информации в разрабатываемых сетях; оптимизировать параметры модулей оборудования. Рассмотрена методика оценки характеристик рассеяния объектов, входящих в состав современных систем связи.

**Ключевые слова:** автоматизация, проектирование, беспроводная сеть, распространение радиоволн

## THE USING CAD IN THE DESIGN OF WIRELESS COMMUNICATION NETWORKS

Lesnyh O.M.

*Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: slesnihoxana@yandex.ru*

The paper discusses the possibility of automating the development of wireless networks. The design of the network are time-consuming and costly, in this regard, the simulation gives the opportunities to reduce errors and to achieve optimal access point locations. On the basis of automation is possible: to carry out work associated with the frequency-territorial network planning, in this case it is achieving the minimum levels for intra-system interference, to achieve greater coverage areas for the required quality of information transfer and the relevant parameters of electromagnetic compatibility to optimize the approaches that allow for the transformation and transmission of information in existing networks; optimize the parameters of the hardware modules. The method of evaluation of scattering characteristics of objects included in the composition of modern communication systems.

**Keywords:** automation, engineering, wireless network, radio wave propagation

В настоящее время идет активное развитие беспроводных широкополосных систем связи [5].

Беспроводные ячеистые сети разрабатывались в качестве ключевой технологии для беспроводных сетей следующего поколения.

Характерной особенностью такой технологии, по сравнению с другими беспроводными сетями, можно назвать весьма быстрое и прогрессивное развитие, а также большое количество приложений для работы.

Однако в этой области остается еще много нерешенных технических вопросов. Для того чтобы обеспечить лучшее понимание проблем исследования беспроводных mesh-сетей рассмотрим детально текущие протоколы и алгоритмы, используемые для работы беспроводной ячеистой сети.

Беспроводные mesh-сети динамически самоорганизуются и самостоятельно конфигурируются, автоматически создавая связи с узлами сети и поддерживая сетевое подключение. Беспроводные ячеистые сети состоят из двух типов узлов:

- сеть маршрутизаторов;
- сеть клиентов.

Помимо маршрутизации и исполнения роли шлюза (моста), как в обычной беспро-

водной системе, беспроводные ячеистые сети используют дополнительные функции для поддержки работы Mesh-сетей.

Благодаря многосвязной схеме связи сети, одна и та же площадь покрытие сети может быть достигнуто путем использования маршрутизаторов с намного более низкой мощностью передачи.

Для дальнейшего повышения гибкости беспроводной ячеистой сети, сетевой маршрутизатор, как правило, оснащают несколькими беспроводными интерфейсами, построенными на одинаковых или различных технологиях беспроводного доступа. Несмотря на все эти различия, беспроводные ячеистые сети и обычные беспроводные сети, как правило, строятся на основе аналогичных аппаратных платформах.

Маршрутизаторы сети имеют минимальную мобильность и формируют сетевую магистраль для клиентов сети.

Таким образом, хотя клиенты сети могут также работать в качестве маршрутизатора для Mesh-сетей, аппаратная платформа и программное обеспечение для них может быть намного проще, чем то, что используется для работы маршрутизаторов.

Например, коммуникационные протоколы для клиентской сети могут быть бо-

лее простыми в создании и использовании, на это влияют многие особенности реализации: отсутствие шлюза (моста) в клиентской сети; использование только одного беспроводного интерфейса в сети и так далее.

Если средой распространения сигналов будут здания, то в таком случае анализ усложняется многократным образом, передачу большей частью проводят для высоких скоростей и значение импульсного отклика среды будет существенным. В этой связи отмеченные способы будут практически неприменимыми когда рассчитывается распространение радиоволн в случае высокоскоростных систем связи внутри зданий. В детерминированных моделях необходимо использовать точные знания о том, какие среды распространения (например, анализируют параметры трехмерного распределения электрофизических характеристик среды – диэлектрическая и магнитная проницаемость).

Такие модели будут точны в том смысле, что радиотехнические модели устойчивы по отношению к флуктуациям параметров моделей (такие как неточности планов зданий или городской среды, электромагнитные характеристики стен, полов и др.). В основном, приемлемая точность прогнозирования в рассматриваемом случае будет точность не превышать 5 дБ (относительно уровня электромагнитных полей).

Понятно, что чем более детальной будет модель, тем больше проблем появляется, когда идет процесс ее формирования, увеличивается объем расчетов и т.д.

В этой связи требуется осуществлять выбор компромисса среди необходимой точностью расчетов, затрачиваемыми при этом ресурсами и характеристиками устойчивости моделей. Ответ на такие вопросы можно получить на базе экспериментальных исследований. Среди достаточно используемых детерминированных методов следует указать такие:

- расчет на базе приближений геометрической оптики;
- расчет на базе приближения Кирхгофа (используют метод интеграла Кирхгофа);
- расчет на базе геометрической теории дифракции;
- расчет на базе метода параболического волнового уравнения;
- расчет на основе конечно-разностных методов во временной области;
- расчет на базе метода интегрального уравнения.

Формирование систем на основе широкополосного доступа по беспроводному ка-

налу состоит из нескольких шагов, начинают с того, что готовят техническое задание, в котором указывают местность, и заканчивают пуском в эксплуатацию [1,2, 8].

В то время как инфраструктура или магистраль обеспечивает возможность подключения к другим сетям, таким как Интернет, Wi-Fi, WiMAX, сотовой связи и сенсорных сетей, возможности маршрутизации самих клиентов mesh-сети обеспечивают более качественную связь и увеличение зоны покрытия внутри всей беспроводной ячеистой сети.

Процессы проектирования сети являются трудоемкими и дорогостоящими, в этой связи моделирование дает возможности для того, чтобы уменьшить ошибки, а также достичь оптимального положения точек доступа [4, 6].

САПР СВЧ являются весьма дорогостоящими, но они многофункциональны, в определенных случаях при упрощении систем, идет их удешевление.

Использование САПР [7] ведет к тому, что:

- проводятся работы, связанные с частотно-территориальным планированием сетей, при этом идет достижение минимальных уровней для внутрисистемных помех,
- достигается большой охват по территориям для требуемого качества передачи информации и соответствующих параметров электромагнитной совместимости;
- оптимизируются подходы, позволяющие проводить преобразование и передачу информации в разрабатываемых сетях;
- оптимизируются параметры модулей оборудования.

В качестве предложений по компонентам САПР укажем следующие:

1. Использование модуля, в котором оцениваются минимальные и максимальные значения уровней электромагнитных полей.
2. Использование на мобильных станциях модуля, принимающего тестовые сигналы от базовых станций, что дает возможности для оценки изменения в качестве сигналов.
3. Дифракционные структуры, которые входят в состав технических объектов, могут иметь различные формы: они могут быть выпуклыми, иметь в своем составе полости, содержать периодические структуры, объекты могут быть представлены в виде совокупности локальных источников [3, 9, 10].

Далее мы рассмотрим методику оценки средних характеристик объектов.

Методика.

Рассмотрим последовательно несколько вариантов компонентов, которые входят в состав объектов сложной формы.

1. Компонент сложного объекта представляет собой выпуклую структуру.

Необходимо выделить в составе такого объекта такие элементы, как пластины и части сферы.

Расчет характеристик рассеяния этих элементов в главных лепестках диаграммы обратного рассеяния можно проводить на основе аналитических выражений. Для боковых лепестков потребуется привлечение метода краевых волн.

3. Для расчета периодических структур целесообразно применять итерационный подход. Это связано с тем, что матрица импедансов, получающаяся при записи токов, достаточно разреженная.

4. Если существуют возможности выделения на поверхности объектов локальных источников, то их немного, и они дают вклад в рассеянное электромагнитное поле для ограниченного сектора углов наблюдения. Выражения для диаграммы обратного



Рис. 1. Структура подсистемы для проектирования объектов с заданными средними характеристиками рассеяния

2. Для полой структуры определяем полный контур, который ее образует. В качестве характерного размера выбираем размер апертуры. Тогда существует возможность определения размеров ее боковых сторон, которые дают экстремальные значения для средних характеристик рассеяния в заданных углах наблюдения.

рассеяния источников во многих случаях могут быть записаны на основе аналитических выражений.

Основные этапы методики для анализа объектов следующие:

1. Анализ характеристик рассеяния отдельных элементов объекта, использование при расчете соответствующих методов, от-

носящихся к низкочастотной или высокочастотной области.

2. Вычисления коэффициентов корреляции для характеристик элементов в библиотеке и входящих в состав объектов.

3. Выбор элементов с наибольшими коэффициентами корреляции и расчет характеристик рассеяния всего объекта.

На рис. 1 приведена предлагаемая подсистема САПР для анализа.

#### Список литературы

1. Алимбеков А.Р. Интеграция ГИС и САПР в беспроводных системах связи / А.Р. Алимбеков, Е.А. Авдеенко, В.В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1(16). – С. 12.
2. 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.
3. Гащенко И.А. О моделировании в сотовых системах связи / И.А. Гащенко // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 222–223.
4. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / С.В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 137–143.
5. Жулябин Д.Ю. Особенности стандарта беспроводных локальных сетей IEEE 802.11AC / Д.Ю. Жулябин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 11. – С. 57–59.
6. Казаков Е.Н. Разработка и программная реализация алгоритма оценки уровня сигнала в сети Wi-Fi / Е.Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.
7. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 430 с.
8. Секушина С.А., Сапрыкин А.А. Характеристики способов проектирования радиоэлектронных устройств / С.А. Секушина, А.А. Сапрыкин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 13. – С. 96–98.
9. Толстых С.М. Проблемы маршрутизации в компьютерных сетях / С.М. Толстых, Е.А. Авдеенко, А.А. Адоньев // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. – № 1 (20). – С. 70–72.
10. Шутов Г.В. Характеристики методов трассировки лучей / Г.В. Шутов // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 238–239.