

УДК 621.396

Е.М.Булдыгин

## ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

ООО "Рэдком", г. Липецк

*Статья рассматривает подходы, позволяющие проводить оптимизацию решения задач для беспроводных сетей. Проведен анализ методов оптимизации, указаны их достоинства и недостатки, указаны задачи, в которых эти методы могут быть использованы.*

**Ключевые слова:** беспроводная сеть, оптимизация, метод, дифракция, рассеяние.

Для современных сотовых сетей, которые связаны с подвижной связью возможности того, насколько эта сеть успешно будет использована определяются способами, на основе которых она спланирована [1-4]. Если рассматриваются большие населенные пункты, в которых имеется развитая хорошая инфраструктура, то при этом в результате постоянно изменяющейся обстановки происходит быстрое реагирование операторов на появляющиеся изменения. Постоянное увеличение объемов информации приводит к тому, что требуется проводить оптимизацию по частотным и территориальным ресурсам [5-6].

Распространение электромагнитных волн сопровождается процессами дифракции и рассеяния [7-14]. В частотном диапазоне можно проводить прогнозирование характеристик рассеяния электромагнитных волн [15-17].

Важно при решении задачи, связанной с обеспечением оптимального покрытия стремиться к случаям, при которых будет охватываться как можно большая площадь, но также достигаются возможности наименьших перекрытий и недопокрытий по зонам, относящимся к соседним базовым станциям.

Когда осуществляется планирование сети радиодоступа, то в этом случае одним из основных принципов является сотовое размещение базовых станций. В большинстве случаев в базовой станции есть антенна, имеющая круговую диаграмму направленности. Тогда когда составляется частотно-территориальный план сети, то применяют идеальную модель, аппроксимирующую зону покрытия круга.

Но необходимо понимать, что для условий распространения радиоволн по пересеченной местности мы будем иметь более сложную картину, чем для случая распространения радиоволн по открытому пространству. Могут встречаться эффекты затенения, отражения радиоволн от различных препятствий под различными углами и происходить наложения для отраженной волны и основной волны, которые

распространяются в пространстве. Как результат, мы имеем сложную картину распределения полей: происходит чередование максимумов напряженности поля и минимумов [18-23]. Тогда возникает неравномерное покрытие, для зоны покрытия, относящейся к базовой станции, мы будем наблюдать не круг.

Если провести анализ существующих программных реализаций, связанных с планированием беспроводных сетей с использованием цифровых карт местности, то в таких случаях происходит задание точек, где располагаются базовые станции пользователем. В качестве недостатка таких программ можно отметить, что расположение точек для базовых станций может быть неоптимальным, другими словами, не будет обеспечиваться максимально возможное эффективное покрытие. То, что точки располагаются не оптимально, ведет к тому, что увеличивается количество базовых станций, в покрытии возникают так называемые, «мертвые зоны», в них будет неустойчивый прием [6, 24, 25].

На основе ручного подбора оптимальных координат, связанных с расположением базовых станций трудно проводить планирование беспроводной сети, поскольку требуется много времени и покрытие будет далеко от оптимального.

В качестве возможных рекомендаций по установке базовых станций можно отметить такие :

1. Следует располагать базовые станции как можно выше.
2. На пути сигналов, идущих от антенн, должно быть как можно меньше препятствий
3. Если в какой-то части зоны покрытия ожидается большой трафик, то там должно быть большее число базовых станций.

Для повышения эффективности передачи информации в беспроводных сетях используют методы оптимизации [26-30].

Рассмотрим некоторые из них.

Когда рассматриваются методы прямого поиска минимальных значений целевой функции, то в этих случаях привлекают информацию, касающуюся значений этой функции. Достаточно часто эти методы являются эвристическими.

Весьма распространенный подход, связанный с оценкой эффективности способов прямого поиска - это проведение вычислительных экспериментов и сравнительного анализа методик на основе результатов подобных экспериментов.

Среди методов нулевого порядка можно выделить следующие методы, которые не используют производные при выборе направлений спуска: метод Розенброка, метод Гаусса, методика поиска по симплексу (проведение деформирования многогранника); методы Пауэлла и Хука Дживса.

В качестве достоинства метода покоординатного спуска отмечают его простоту при решении задачи определения перемещения для пространства переменных. В случаях гладких функций способ ведет к сходимости к точкам локальных минимумов. Недостатком является то, что при проведении процессов минимизации функций, имеющих «овраги» в алгоритме будут довольно малые шаги и останов может быть довольно далеко от оптимума.

Для метода Хука – Дживса эффективность проведения прямого поиска для точки, относящейся к минимуму целевой функции, которая ограничена, может быть повышена, если по каждому  $k$ -м шагу поиска делать соответствующий выбор направления спуска.

Отличие метода вращающихся направлений от метода Хука – Дживса заключается в том, каким образом происходит выбор направления исследующего поиска. Для метода Хука — Дживса они являются фиксированными и коллинеарными по отношению к направлениям векторов стандартного базиса. В методе Розенброка происходит выбор таких направлений при осуществлении процессов минимизации целевой функции на основе формирования для каждого  $k$ -го шага поиска в рамках метода Грамма Шмидта нового ортонормированного базиса.

Когда делают поиск по симплексу, то при поиске точек минимума в целевой функции происходит таким образом:

- при каждой итерации вычисляют целевую функцию для всех точек симплекса и их упорядочивают в порядке возрастания значений.
- делаются попытки формирования новых симплексов, у которых лучшие значения по целевым функциям, на основе проведения отражений точек, имеющих худшие значения.
- при неудачном отражении делают сжатие симплекса по направлению точке, имеющей наименьшее значение, и происходит новая итерация.
- завершение поиска делают тогда, когда разность по значениям функции для точек симплекса будет весьма малой.

Обозначим задачи в проектировании беспроводных, в которых требуется проведение процессов оптимизации.

1. Определение границ в исследуемой местности, внутри которых достигается требуемое качество для приема сигналов. На основе варьирования интенсивностей нагрузки по различным участкам площади определяется возможное расположение базовых станций. Затем, после определения необходимого числа станций, за счет подстройки параметров, осуществляется повышение эффективности работы беспроводной сети.

2. Определение минимального числа лучей для расчета уровней электромагнитного поля в заданных точках пространства при передаче информации базовыми станциями. Распространяющиеся электромагнитные волны представляют в виде лучей. Можно учитывать лишь лучи, лежащие вблизи направления распространения волны. Тогда можно заметным образом уменьшить вычислительные затраты [31-35].

Вывод. В работе обозначен класс задач, в которых методы оптимизации могут быть использованы для повышения эффективности работы беспроводных систем связи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 137-143.
2. Кульнева Е.Ю., Гащенко И.А. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 50.
3. Милошенко О.В. Методы оценки характеристик распространения радиоволн в системах подвижной радиосвязи / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 60-62.
4. Головинов С.О., Хромых А.А. Проблемы управления системами мобильной связи / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 13-14.
5. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование методов оптимизации при проектировании систем радиосвязи / Теория и техника радиосвязи. 2011. № 1. С. 5-9.
6. Будущее мобильной связи / Под ред. Р. Лампрехта и А.А. Гоголя. – СПб: ИА «Энергомашиностроение», 2005. 224 с.
7. Львович И.Я., Львович Я.Е., Преображенский А.П. Построение алгоритма оценки средних характеристик рассеяния полых структур / Телекоммуникации. 2014. № 6. С. 2-5.
8. Шутов Г.В. Оценка возможности применения приближенной модели при оценке средних характеристик рассеяния электромагнитных волн / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 61-67.
9. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П. Решение задач оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн на дифракционных структурах при их проектировании / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 255-256.

10. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 49-50.
11. Косилов А.Т., Преображенский А.П. Методы расчета радиолокационных характеристик объектов / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 68-71.
12. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Алгоритм расчета радиолокационных характеристик полостей с использованием приближенной модели / Системы управления и информационные технологии. 2005. № 4. С. 17-19.
13. Самойлова У.А. Анализ сложных электродинамических объектов на основе параллельных вычислений / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 55-56.
14. Шутов Г.В. Приближенная модель для оценки средних характеристик рассеяния / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 60.
15. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / Телекоммуникации. 2004. № 5. С. 32-35.
16. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик идеально проводящей полости в диапазоне длин волн / Телекоммуникации. 2005. № 12. С. 29-31.
17. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн / Телекоммуникации. 2003. № 4. С. 21-24.
18. Головинов С.О., Круглякова Е.А., Преображенский А.П. Алгоритм оценки характеристик рассеяния объектов сложной формы с использованием метода краевых волн / Территория науки. 2006. № 1. С. 56-59.
19. Преображенский А.П. Исследование возможности определения формы объекта в окрестности восстановления локальных отражателей на поверхности объектов по их диаграммам обратного рассеяния / Телекоммуникации. 2003. № 4. С. 29-32.
20. Преображенский А.П. Оценка возможностей комбинированной методики для расчета ЭПР двумерных идеально проводящих полостей / Телекоммуникации. 2003. № 11. С. 37-40.
21. Преображенский А.П., Хухрянский Ю.П. Аппроксимация характеристик рассеяния электромагнитных волн элементов, входящих в состав объектов сложной формы / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 15-16.

22. Львович И.Я., Преображенский А.П. Расчет характеристик металлodieлектрических антенн / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 11. С. 26-29.
23. Преображенский А.П. Моделирование и алгоритмизация анализа дифракционных структур в САПР радиолокационных антенн / Воронеж, Научная книга, 2007, 248 с.
24. Преображенский А.П., Юров Р.П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 3. С. 35-37.
25. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 153-156.
26. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения - Воронеж, 2006, Издательство "Кварта", 415 с.
27. Львович Я.Е., Львович И.Я. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / под редакцией Львовича Я.Е.//Воронеж, 2010, Издательство "Научная книга", 139 с.
28. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения / М.: Высшая школа, 2000, 266 с.
29. Федоров В.В., Сухарев А.Г., Тимохов А.В. Курс методов оптимизации: учебное пособие /М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 г., 368 с.
30. Бейко И. В. Бублик Б.Н., Зинько П.Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации / К.: Вища школа, 1983., 511 с.
31. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Информационные технологии. 2011. № 8. С. 40-42.
32. Головинов С.О., Преображенский А.П., Львович И.Я. Моделирование распространения миллиметровых волн в городской застройке на основе комбинированного алгоритма / Телекоммуникации. 2010. № 7. С. 20-23.
33. Баранов А.В. Некоторые особенности лучевых методов расчета характеристик распространения электромагнитных волн / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 9-13.
34. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.
35. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование метода трассировки лучей для проектирования

беспроводных систем связи / Электромагнитные волны и электронные системы. 2012. Т. 17. № 1. С. 32-35.

E.M.Buldigin

**THE POSSIBILITIES FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF  
SOLVING PROBLEMS WHEN DESIGNING WIRELESS NETWORKS**

*Joint-stock company «Redkom», Lipetsk*

*The paper examines approaches for optimizing the solution of the problems for wireless networks. The analysis of methods of optimization, indicated their advantages and disadvantages, the problems are listed in which these optimization methods can be used.*

**Keywords:** wireless network, optimization, method, diffraction, scattering.