

УДК 621.396

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ****Яньшин Д.В.***Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: mitiayanshin@yandex.ru*

При развертывании сети требуется выполнение работ, связанных с планированием размещения базовых станций. Это делается для того, чтобы определить оптимальное, как по параметрам стоимости, так и по параметрам качества предоставляемого доступа, особенностей того, как размещаются базовые станции. При выборе оптимального местоположения базовой станции большое внимание уделяется излучаемой мощности, что в свою очередь влияет на зону обслуживания. В данной статье предлагается алгоритм по оптимальному распределению базовых станций на заданной территории. Для того, чтобы найти оптимальное местоположение, требуется осуществлять изменение углов от расположения двух базовых станций до точки расположения третьей базовой станции до тех пор, пока перпендикуляры, опущенные из центра базовой станции на стороны покрываемой области, не станут равными (или больше) расстоянию до границы соседних базовых станций (относительно которых производится расчет).

Ключевые слова: беспроводные сети, базовые станции, оптимизация радиопокрытия, зона обслуживания

**THE FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM
FOR THE DESIGN OF WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS****Yanshin D.V.***Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: mitiayanshin@yandex.ru*

When deploying a network it is necessary to plan the placement of base stations. This is done to determine the optimal, both from the point of view of cost and from the point of view of quality of access base stations. When choosing the optimal location of base station a large emphasis on radiated power, which in turn affects the service area. In this paper we propose an algorithm for optimal allocation of base stations in a given area. In order to find the optimum location required to carry out the angle change from the two base stations to a point of location of the third base station as long as the perpendiculars from the centre on the base station side of the covered area will not be equal to (or greater than) the distance to the border of neighbouring base stations (relative to which calculation is performed).

Keywords: wireless networks, base station, optimizing the radio coverage, the service area

Способы, которые базируются на трассировке лучей, по своей сути являются детерминированными, их применяли в сфере компьютерной графики, чтобы была обеспечена визуализация для реалистичных изображений [4]. В подобных подходах используют разложение электромагнитных полей по лучам и происходит поиск лучей, которые ведут к соединениям базовых и мобильных станций, когда учитываются различные особенности городских застроек.

Существуют зависимости применяемых алгоритмов от того, какие из лучей будут выбраны, для которых при распространении на мобильные станции мы будем наблюдать отражения на базе зеркальных или диффузных способов от стен строений. На настоящее время существуют модели для того, чтобы проводить предсказание механизмов распространения радиоволн внутри помещений. Подход может основываться на расчетах по доминирующим направлениям для распространения радиосигналов внутри помещений [2, 3]. При анализе подходов можно рассматривать дерево отношений

для комнат в строениях, а для деревьев ветви применяют, чтобы определить доминирующие направления. Помимо этого, есть возможности для проведения исследований на базе нейронных сетей. Требуется применять разработанные алгоритмы в условиях, соответствующих городской застройке. В подходах по используемым вычислительным алгоритмам могут содержаться данные, которые по критериям хуже, чем когда рассматривают прямые трассировки лучей. Если говорить об используемых подходах в условиях сложных застроек, то ошибка будет больше, по сравнению с другими детерминированными подходами.

Для первого шага строят дерево, в соответствии с распространением лучей, при этом в корне будет луч, проходящий от передатчика и для каждой из точек при процессе отражений или дифракций возникает дополнительный луч, то есть, имеем рекурсию. Глубину рекурсии рассматривают как исходный параметр.

Потом на основе деревьев, связанных с распространением лучей, идет рассмо-

трение по всем направлениям распространения для определенного приёмника. Затем осуществляют процесс преобразования двумерных картин распространения лучей в трёхмерные, и, применяя соответствующие формулы, делают расчеты лучей по отражению и дифракции. Для разных вариантов анализируют параллельно-перпендикулярного вид застроек. Можно наблюдать создание таких моделей, в которых есть два типа лучей. Первый тип обусловлен отраженными лучами, для них проводится анализ направлений движения на базе проводящихся отражений для главных и перпендикулярных улиц. Второй тип определяется лучами, в которых есть отраженные и дифрагированные составляющие, в нем есть лучи, которые отражаются при движении по главным улицам, идет дифракция на углах улиц [5] и при отражении происходит движение по перпендикулярным улицам.

В итоге, важно отметить, что разные детерминированные способы, применяемые при оценках характеристик электромагнитных волн в условиях сложных рельефов местностей, весьма высокая точность характерна для трассировки лучей. Для погрешностей при проведении расчетов обычно получают 1-3 дБ. Но даже когда применяются подобные алгоритмы можно получить большие вычислительные возможности. Как результат, проблемы, связанные с повышением скорости вычислений с сохранением характеристик точности являются весьма актуальными.

В настоящее время, при проектировании беспроводных систем связи, возникает множество проблем связанных как с определением зоны покрытия и уровня сигнала, так и с оптимальным расположением базовых станций (БС).

Задача топологического проектирования является особенно актуальной, ввиду того, что сложный рельеф местности или сложная городская застройка вносит свои, порой значительные, коррективы на уровень сигнала, и, соответственно, на зону обслуживания беспроводных систем связи.

При проектировании систем беспроводного доступа, в настоящее время руководствуются учётом как минимум, следующих параметров [1]:

- расстояние от базовой станции до антенны пользователя (группы пользователей);
- число пользователей, их тип, а также вид услуг, которые им будут предоставляться, то есть требуется, чтобы проводилась оценка нагрузок на базовые станции.

Когда разворачивается сеть, требуется, чтобы проводилось планирование того, как размещаются базовые станции. Это делается для того, чтобы определить оптимальное, как параметрам стоимости, так и по параметрам качества доступа, размещения БС.

Формально условие задачи может быть обозначено таким образом: существует M мест-кандидатов по размещению станций, N видов станций, K клиентов. По каждому типу станций есть информация по ограничению для суммарной ширины канала по всем подключенным к станции пользователям (рассматривают производительность). Важно сделать размещение станций по соответствующим местам и сделать подключение абонентов к станциям, при этом обеспечив минимизацию полную стоимости комплекса [1].

В данном случае решается задача минимизации целевой функции стоимости, тогда рассматривают систему псевдобулевых ограничений, относительно которых анализируется решение [1]. Псевдобулевы ограничения – особая форма ограничений с конечной областью, где все переменные определены в области $\{0,1\}$. Понятно, что осуществлять решение на основе метода полного перебора не представляется целесообразным. Полученную задачу псевдобулевой оптимизации можно решить, воспользовавшись достаточно эффективным для этих целей способом – методом ветвей и отсечений.

При выборе оптимального местоположения базовой станции большое внимание уделяется излучаемой мощности, что в свою очередь влияет на зону обслуживания. Другими словами, чем выше мощность излучаемая в эфир, тем радиус зоны обслуживания больше, но при этом теряется количество абонентов, которые могут воспользоваться услугами связи [8] – [9].

В данной статье предлагается алгоритм по оптимальному распределению базовых станций на заданной территории.

Расчёт производится относительно двух соседних базовых станций:

1. Из точек O_1 и O_2 под углом $\alpha = \beta = 60^\circ$ проводим прямые и находим точку пересечения (O_3 – центр следующей БС) (рис. 1).

В случае если расстояние от центра БС до каждой из границ покрываемой области больше максимального радиуса (R_{max}), то необходимо изменять углы α и β до тех пор, пока расстояния от центра БС до границ соседних БС не станут равными R_{max} . В случае, представленном на рис. 1 выбираются отрезки KO_3 и FO_3 .

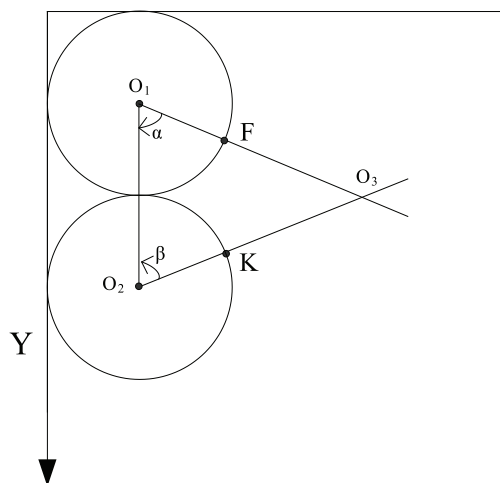


Рис. 1. Определение местоположения БС

2. Если расстояние от центра базовой станции до хотя бы одной из границ покрываемой области меньше максимального радиуса (R_{max}) (рис. 2), то углы α и β изменяются до тех пор, пока перпендикуляры, опущенные из центра базовой станции на стороны покрываемой области, не станут равными (или больше) расстоянию до границы соседних БС (относительно которых производится расчет) (рис. 3).

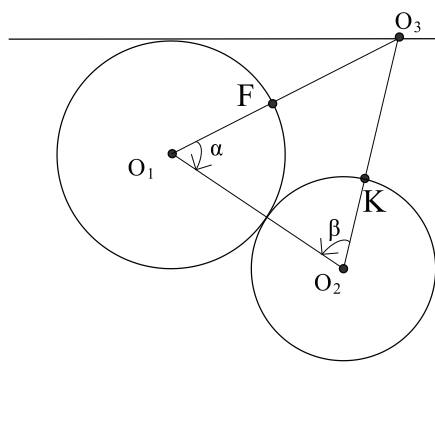


Рис. 2. Расчёт относительно границ

Из рис. 2 видно, что новое место для установки БС располагается на границе покрываемой области (O_3). В связи с этим необходимо провести коррекцию местоположения точки O_3 , таким образом, чтобы зона обслуживания находилась в пределах ограниченной области и зоны всех соседних БС касались поперно друг друга.

Для нахождения оптимального местоположения, необходимо изменять углы α и β , пока не будет найдено оптимальное место. На рис. 3 показано найденное место для установки БС (O_3), при этом отрезки (FO_3), (KO_3) и (GO_3) будут равной длины и рав-

ны радиусу обслуживания новой БС. Отрезок (LO_3) будет больше чем (GO_3), при этом установка дополнительной БС смежной с O_3 невозможна, из-за того, что радиус получающейся окружности будет весьма мал.

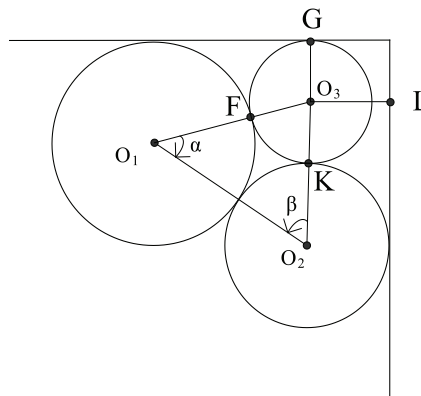


Рис. 3. Скорректированное место установки БС

3. Если БС установлена, то в матрицу смежности заносится информация о двух соседних БС (для рисунка 3 – O_1O_3 и O_2O_3), и удаляется информация о БС на основе которых была построена текущая (для рис. 3 – O_1O_2). Далее происходит проверка матрицы смежности на наличие соседних базовых станций, если таковые имеются, то происходит переход к шагу 1.

Установка БС прекращается, когда в матрице смежности будут отсутствовать хотя бы две БС.

Список литературы

1. Ермолаев С.Ю. Методы оптимизации размещения базовых станций для сетей стандарта WIMAX / С.Ю. Ермолаев // Информационные технологии. – 2007. – Т. 5, № 2. – С.19-22.
2. 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.
3. Львович И.Я. Разработка информационного и программного обеспечения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн / И.Я. Львович, А.П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 12. С. 63-68.
4. Преображенский А.П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн / А.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 1 (4). С. 3.
5. Преображенский А.П. Моделирование характеристик рассеяния объектов, в состав которых входят крошки / А.П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2016. № 2(13). С. 7.
6. Amaldi E. UMT S radio planning: Optimizing base station configuration / E. Amaldi, A. Capone, F. Malucelli, and F. Signori // In Proceedings of IEEE VTC Fall 2002, volume 2, pages 768–772, 2002.
7. Amaldi E. Optimizing base station location and configuration in UMT S networks / E. Amaldi, A. Capone, F. Malucelli, and F. Signori // In Proceedings of INOC 2003, pages 13–18, 2003.
8. Catrein D. Power control, capacity, and quality of up- and downlink in cellular CDMA systems / D. Catrein, L. Imhof, and R. Mathar // Technical report, RWT H Aachen, 2003.
9. Lajos Nagy 3G Base Station Optimal Positioning for Heterogenous Network with Fixed Sector and Adaptive Antennas / Lajos Nagy, Andrea Farkasvölgyi, and Robert Dady // PIERS Proceedings, Moscow, Russia, August, 2009.