

## ОСОБЕННОСТИ РАДИОЧАСТОТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ WI-FI СЕТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ БОЛЬШОГО СКОПЛЕНИЯ АБОНЕНТОВ

**Семашко В.В., студент; Лозинская В.Н., асс.**

*(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)*

В последнее десятилетие лавинообразный рост количества абонентов становится основной причиной для поиска новых, более дешевых способов и технологий передачи в современных телекоммуникационных сетях (ТКС). В связи с этим, технологии беспроводного доступа становятся все более популярными.

С другой стороны, особенности проектирования ТКС на основе беспроводных технологий ставят перед исследователями задачу о нахождении наилучшей методики планирования месторасположения точек доступа. Особенно актуальной данная задача становится при планировании в замкнутом пространстве с большой площадью покрытия и большим количеством абонентов, например спортивного комплекса или стадиона [1].

Целью данной работы является выработка рекомендаций по подбору методики планирования расположения точек доступа для технологии беспроводного доступа.

ТКС с радиочастотным каналом передачи данных в основном используются в том случае, если использование других технологий нецелесообразно либо затруднено. Основными протоколами беспроводных локальных сетей доступа, на данный момент, являются: UWB, ZigBee, Wi-Fi. Каждая из них имеет свои особенности, например UWB, ZigBee позволяют разворачивать маломощные беспроводные сети на коротких расстояниях. Сети, организованные на протоколе Wi-Fi могут обеспечивать высокую площадь покрытия при правильном радиочастотном и территориальном планировании. Под территориальным в данном случае понимается месторасположение точек доступа.

В настоящий момент термин Wi-Fi применяется для обозначения беспроводных сетей группы стандартов IEEE 802.11. Наиболее распространенными на данный момент являются стандарты 802.11g, предусматривающий работу на скорости до 54 Мб/с, и 802.11n, теоретически допускающий работу на скоростях до 600 Мб/с. Однако практически устройства стандарта n поддерживают скорости до 150 Мб/с. Для беспроводных сетей Wi-Fi определено 2 диапазона:

2.4 ГГц (2.4 - 2.4835 ГГц);

5 ГГц (5.15 - 5.35 и 5.725 - 5.825 ГГц).

Каждый диапазон имеет свои характеристики по площади покрытия и по качеству обслуживания. Так, для диапазона 5 ГГц, определена меньшая площадь покрытия, но большая пропускная способность по сравнению с 2.4 ГГц. Также для каждой страны существуют собственные ограничения на использование частотного спектра и на величину мощности передатчика. Т.о. производители выпускают продукцию, подходящую под законодательство разных стран, то есть сертификацию в определенных регуляторных доменах.

Рассмотрим основные требования к проектируемой беспроводной сети :

- 1 тип передаваемых данных (передача данных, голоса или позиционирование);
- 2 плотность пользователей;
- 3 требования к покрытию;
- 4 особенности клиентских устройств (мощности передатчика, поддерживаемые диапазоны и каналы, поддерживаемые скорости передачи данных);
- 5 требования к безопасности сети.

В зависимости от типа данных, которые планируется передавать, ставится требование к средней пропускной способности каналов связи и диапазону передатчика, которые будут организованы в данной сети. Средняя пропускная способность канала передачи данных

зависит от требований по качеству обслуживания и является достаточно нетривиальной задачей. Основопологающим в данном случае остается трафик приложений реального времени – VoIP. Для определения необходимой пропускной способности каналов передачи данных можно воспользоваться следующим приближением: качественная передача голосового трафика ограничена скоростью используемого кодека. Также следует помнить, что при доступе нескольких абонентов к одной точке доступа удельная пропускная способность для одного абонента снижается. Исходя из этого, формируется следующее требование к необходимому и достаточному количеству абонентов, которые будут обслуживаться беспроводной сетью.

Необходимое и достаточное количество абонентов, которые могут подключиться к одной точке доступа, ставит требование к мощности передатчика и распределения частотных каналов. Чем ниже мощность передатчика, тем меньше скорость организованного канала и тем меньше можно подключить абонентов к одной точке доступа. Оптимальное количество абонентов – от 16 до 20.

При планировании не следует забывать особенность излучателя клиентского устройства: как правило, мощность передатчика сетевой карты клиента не превышает 50мВт. Соответственно, клиентское устройство будет отлично «слышать», но при этом его мощности не хватит для того чтобы точка доступа его «услышала». Таким образом, в общем случае, выставление мощности у точки доступа более 50мВт (17 dBm) не желательно.

Безопасность беспроводных сетей зависит от использования ряда технологий: шифрования, цифровой подписи, паролей, смены ключей и прочего. То, как используются эти технологии, сильно влияет на уровень защищенности сети. Вопросам безопасности беспроводных сетей посвящено большое количество исследований.

Основной проблемой при проектировании беспроводных сетей доступа или их расширении является не перекрытие частот соседних точек доступа во избежание взаимных помех и снижения скорости передачи. В общем случае это достигается настройкой соседних точек на неперекрывающиеся по частоте каналы 1, 6 и 11. Чередуя каналы таким образом, что соседние точки с каналами 1, 6 и 11 окажутся в вершинах равностороннего треугольника, можно охватить беспроводной связью сколь угодно большую площадь без перекрытия частот (рисунок 1).

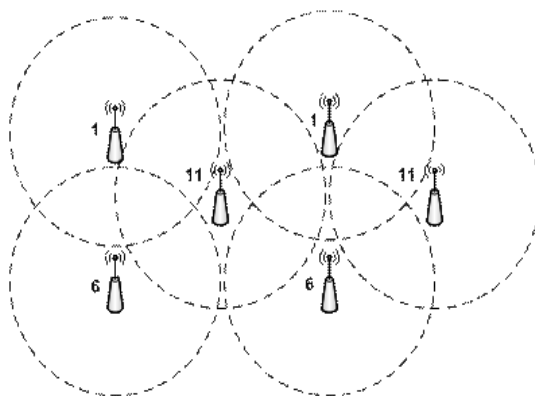


Рисунок 1 – Зоны покрытия и каналы

Как следствие, для успешного планирования месторасположения точек доступа необходимо исследовать функциональные зависимости следующих величин друг от друга:

- диапазон;
- используемые каналы выбранного диапазона;
- мощность передатчика;
- тип и коэффициент усиления антенны;
- разрешенные скорости передачи данных.

Так как выявить функциональные зависимости перечисленных величин достаточно сложная задача, то на практике используются эмпирические методики определения месторасположения точек доступа. К таким методикам относятся статистические модели (требуют только общего описания типа здания), а также одно- или многолучевые модели (оценивают уровень принимаемого сигнала и основаны на учете потерь на всех препятствиях на пути прохождения сигнала).

Модели, выражают величину потери мощности сигнала в произвольной точке. Для этого необходимо определить потерю мощности при идеальных условиях - отсутствии препятствий, отражений, и без учета наличия нескольких возможных траекторий передачи сигнала, описывается по формуле Фрииса [3]:

$$\frac{P_R}{P_T} = G_T G_R \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (1)$$

где,  $d$  – расстояние в метрах между передающей и принимающей антенной.

$P_T$  – мощность передающей антенны на расстоянии  $d$ , в дБм.

$P_R$  – мощность принимаемая антенной в дБм.

$G_T$  – коэффициент усиления передающей антенны.

$G_R$  – коэффициент усиления принимающей антенны.

$\lambda$  – длина волны в метрах.

Формула (1) выражена в децибелах, при коэффициентах усиления, равных единице:

$$L = 10 \log \left( \frac{P_R}{P_T} \right) = 10 \log \left( \frac{G_T G_R \lambda^2}{(4\lambda)^2 d^2} \right) 20 \log \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right) \quad (2)$$

Из (2) вычислим потерю мощности сигнала в свободном пространстве:

$$L_{FS} = 32,45 + 20 \log(d) + 20 \log(f), \quad (3)$$

при условии измерения расстояния в километрах, а частоты  $f$  в мегагерцах.

Рассмотрим для примера статистическую модель One slope, которая описывает зависимость увеличения потери мощности сигнала с расстоянием, с усредненным учетом препятствий:

$$L(d) = L_{FS} + 10n \log \left( \frac{d}{d_0} \right) \quad (4)$$

где,  $d_0 = 1$  м;

$L_{FS}$  – потери в свободном пространстве на расстоянии  $d_0$ ,

$n$  – коэффициент, зависящий от типа помещения, количества препятствий и их материала.

Несмотря на это основными методиками расчета количества точек доступа остаются методики определения по количеству абонентов, по геометрическим параметрам. Также существует достаточное количество программных продуктов, которые отражают вышеперечисленные методики. К одному из них относится Planner Pro.

Оценим количество точек доступа и их оптимальную мощность. Для определенности в качестве объекта покрытия выбран спортивный комплекс «Кальмиус Арена». Работать точки доступа будут в диапазоне 2.4 ГГц. Исходя из количества абонентов (15000 аб.) у нас получается 36 точек доступа, для обеспечения необходимого уровня покрытия оптимальная мощность будет 11.0 dbm. Исходя из геометрических параметров комплекса, у нас получается 30 точек доступа, а оптимальная мощность будет 12.0 dbm. Рассчитав количество точек доступа с помощью программы Wi-Fi Planner Pro, у нас получилось 26 точек доступа, а мощность будет равна 16 dbm.

Сравнивая полученные значения количества точек доступа и результаты моделирования с помощью пакета программ Wi-Fi PlannerPro, можно сделать следующие выводы.

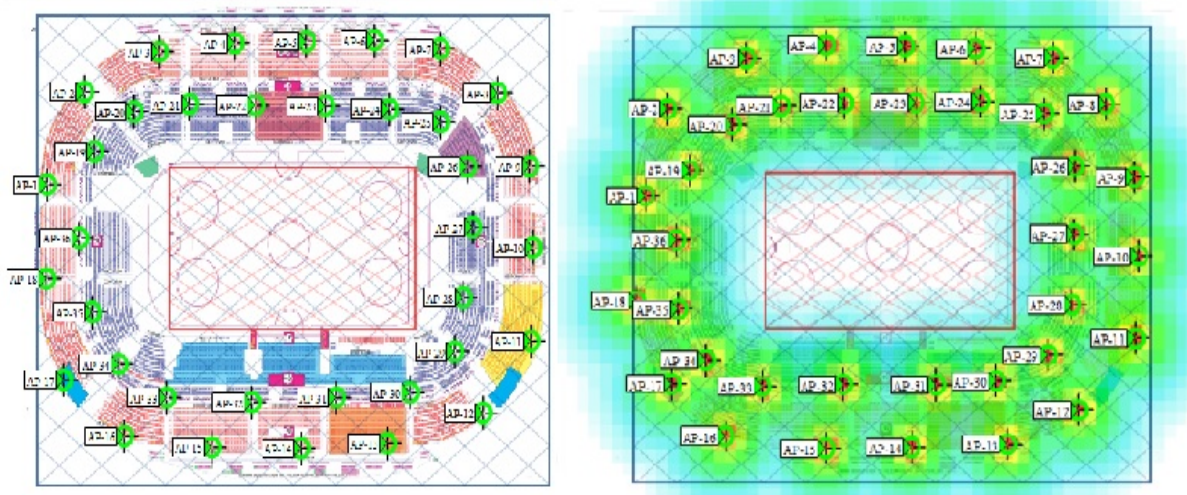


Рисунок 2 – Размещение точек доступа и их покрытие исходя из количества абонентов

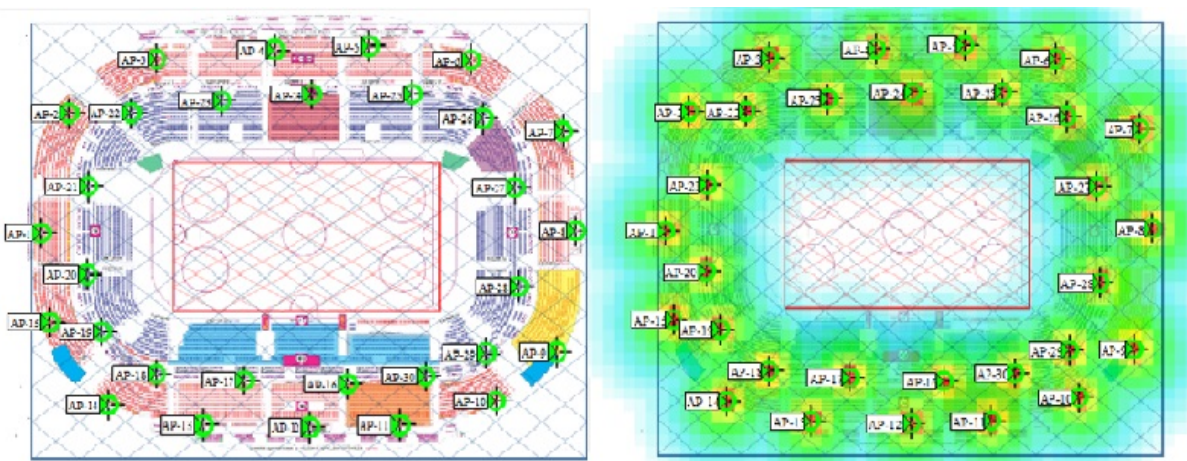


Рисунок 3 – Размещение точек доступа и их покрытие исходя из геометрических параметров комплекса.

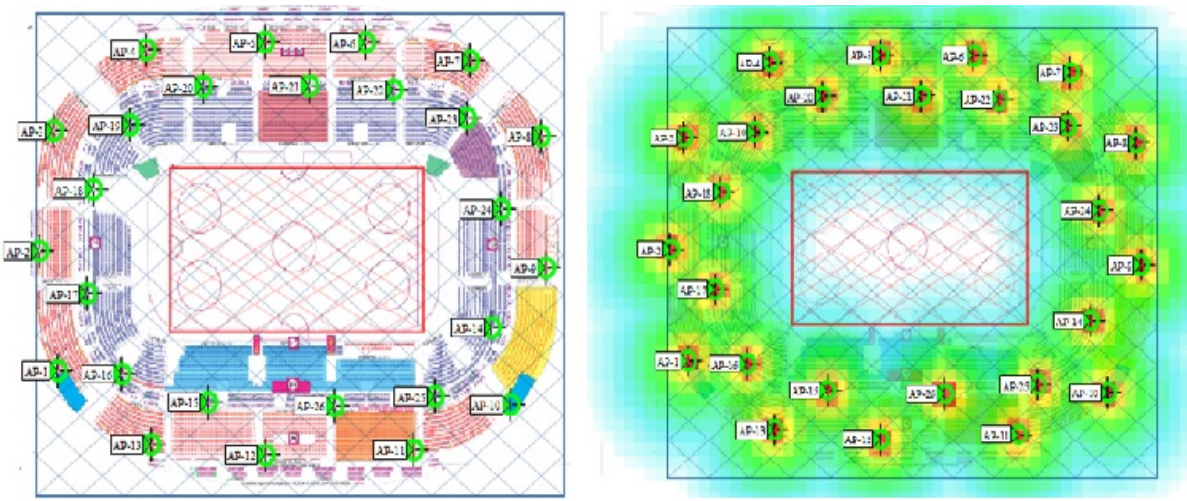


Рисунок 4 – Размещение точек доступа и их покрытие исходя в Wi-Fi Planner Pro.

Большое количество точек доступа, полученная на основе количества абонентов нам не подходит, потому что такое количество точек доступа не является необходимой, и в первую очередь является избыточной и экономически невыгодной.

Количество точек доступа рассчитанной в пакете программы не будет достаточной для качественного обслуживания и удовлетворения требований конечного пользователя, так как количество этих точек мала и приходится повышать мощность до 16dbm, что как описано выше - нежелательно.

Поэтому, опираясь на все вышесказанное, выбираем количество точек по учетом геометрических параметров - 30. Именно это количество точек доступа обеспечит покрытие для удовлетворения требований конечного пользователя.

#### Перечень ссылок

1 Романенко В.Д. Адаптивное управление технологическими процессами на базе микро ЭВМ: учебн. пособие [для студ. высш. учебн. завед.] / В.Д. Романенко, Б.В. Игнатенко. - М.: Недра, 1990. – 334 с.

2 И.О. Молоковський В.В. Турупалов, Л.О. Шебанова . Аналіз технологій бездротового зв'язку у технологічних мережах промислових підприємств. Наукові праці Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту. – Донецьк, 2011. – Випуск 28. – С. 88-93.

3 Saunders S.R. Antennas and propagation for wireless communication systems. England: John Wiley & Sons Ltd, 2007. P. 175-179.

4 Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи за програмою освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» для студентів напряму підготовки 6.050903 «Телекомунікації» /-Донецьк, ДонНТУ, 2013.– 34 с.