

МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Кузьменко А. А., магистрант; Молоковский И. А., доц., к.т.н., доц.;

Лозинская В. Н., доц., к.т.н.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Существует много объектов автоматизации, где сложно обойтись без беспроводных сетей или где их применение явно желательно. В большинстве случаев, беспроводные сети позволяют достичь определенных преимуществ по сравнению с проводными сетями. Например, в случаях, связанных с эксплуатацией и обслуживанием кабельной инфраструктуры в технологической зоне. В промышленной автоматизации наибольшее распространение получили три типа беспроводных сетей: Bluetooth на основе стандарта IEEE 802.15.1, ZigBee на основе IEEE 802.15.4 и Wi-Fi на основе IEEE 802.11 [1].

С точки зрения требований к промышленным сетям беспроводные сети уступают проводным по нескольким характеристикам. К основным можно отнести:

–ограниченность дальности связи без использования ретрансляторов (обычно не более 100 м внутри помещений);

–резкое падение пропускной способности сети при увеличении количества одновременно работающих станций и коэффициент использования канала.

Физическими причинами возникновения перечисленных проблем являются рассеяние (переизлучение) и снижение плотности мощности излучения при увеличении расстояния от источника.

При проектировании беспроводных сетей передачи данных для нужд промышленной автоматизации, кроме нахождения, альтернативы между выбором мест расположения точек доступа для покрытия требуемой зоны обслуживания и их количеством с учетом параметров их работы, зачастую не учитывают вышеперечисленные проблемы. Т.о., целью данной работы является повышение эффективности проектирования беспроводных сетей передачи данных для нужд промышленной автоматизации на основе нахождения оптимального количества точек доступа и их альтернативного расположения с учетом физических свойств распространения радиосигнала.

Существует несколько подходов к определению дальности распространения радиоволны [2]:

1. Статистические модели – требуют только общего описания типа здания.

2. Одно- или многолучевые модели – оценивают уровень принимаемого сигнала и основаны на учете потерь на всех препятствиях на пути прохождения сигнала.

Статистические модели предполагают определение величины потери мощности сигнала в произвольной точке при идеальных условиях - отсутствии препятствий, отражений, и без учета наличия нескольких возможных траекторий передачи сигнала, описывается по формуле Фрииса:

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

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;

λ - длина волны в метрах.

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

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

Из (2) получается формула оценки потери мощности сигнала в свободном пространстве:

$$L = 32,45 + 20 \log(d) + 20 \log(f), \quad (3)$$

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

К статистическим методам также можно отнести и современные методики определения месторасположения и количества точек доступа, которые описаны в [3]. Данные методики характерны для офисных зданий в которых отсутствуют железобетонные перегородки, а точки доступа предполагают крепление к потолку и имеют сферическую диаграмму направленности антенны, ориентированную вниз.

Одной из основных формул расчета является:

$$b = l = \sqrt{2} \cdot R \approx 1.414 \cdot R, \quad (4)$$

где b - ширина, а l - длина предполагаемой зоны покрытия.

На самом деле это не соответствует действительности из-за нескольких факторов: ослабление сигнала в следствии распространения радиоволны в пространстве и наличие помех, также ослабляющих сигнал, но вследствие его поглощения (стены, железные перекрытия).

Все основные модели, описывающие распространение сигнала в пространстве, используют (3), но с дополнительными характеристиками:

1. Статистическая модель One slope описывает зависимость увеличения потери мощности сигнала с расстоянием, с усредненным учетом препятствий.

2. Статистическая модель Dual slope учитывает отличия потери мощности сигнала на дальних и ближних расстояниях. В ней появилось разделение расстояния между приемником и передатчиком на 2 зоны точкой разрыва: ближнюю и дальнюю.

3. Статистическая модель Log-distance аналогична модели One slope, но добавляет к потери мощности сигнала случайную величину.

4. Статистическая модель, рекомендованная Международным союзом электросвязи (ITU-R 1238) [4], была разработана для расчетов внутри зданий и помещений:

$$L = 20 \log f + N \log d + P_f(n) - 28, \quad (5)$$

где d в метрах, а f в мегагерцах;

N - коэффициент потери мощности сигнала с расстоянием;

n - количество препятствий (стен) между приемником и передатчиком;

$P_f(n)$ - параметр потери мощности сигнала при прохождении через препятствия.

Определяется эмпирически и зависит от количества пройденных препятствий.

Однолучевые модели Motley-Keenan и COST 231 Multi-wall представляют собой усовершенствованную модель One slope. Подход с возбуждением луча предполагает равномерное распределение ряда возбужденных лучей в пространстве вокруг передающей антенны. Траектория каждого луча прослеживается до тех пор, пока он не достигнет приемника, или его амплитуда не упадет ниже заданного уровня. Сравнение подхода с возбуждением луча и подхода с использованием изображений показывает, что первый метод более гибкий, поскольку дифрагированные и рассеянные лучи можно рассматривать вместе с зеркально отраженными. Далее, используя метод расщепления луча или вариационный метод, можно сократить время расчетов, сохранив при этом требуемое разрешение. Метод

возбуждения луча подходит для прогнозирования импульсной характеристики канала, обслуживающего обширную зону, тогда как метод изображений хорош для прогнозов в случае связи пункта с пунктом.

Важными факторами влияния, которые стоит учитывать при планировании беспроводных сетей для нужд автоматизации, являются:

– ориентация подвижного терминала;

– движение людей и предметов внутри помещения, особенно для объекта промышленной автоматизации.

В среде приема на портативные радиоустройства основными механизмами распространения сигнала являются его отражение и рассеяние. Поляризация передаваемого сигнала в результате рассеяния энергии часто преобразуется в ортогональную. В этих условиях возникновение связи за счет кросс-поляризации увеличивает вероятность того, что уровни принимаемых сигналов с портативных радиостанций, ориентированных случайным образом, окажутся одинаковыми. Измерение связи за счет кросс-поляризации, проведенное на частоте 816 МГц, показало высокую степень такой связи.

Движение людей и предметов по помещению вызывает временные изменения характеристик распространения внутри помещения. Эти изменения, однако, происходят очень медленно по сравнению с вероятной скоростью передачи данных, и поэтому фактически могут рассматриваться в качестве случайной переменной, инвариантной во времени. В случае портативного терминала на уровень принимаемого сигнала влияет близость головы и корпуса тела пользователя. Измерения на частоте 900 МГц, при использовании симметричного вибратора, показывают, что уровень принимаемого сигнала уменьшается на 4–7 дБ, когда терминал находится на уровне талии человека, и на 1–2 дБ, когда пользователь держит терминал на уровне головы, по сравнению с уровнем принимаемого сигнала, когда антенна расположена на расстоянии порядка нескольких длин волн от корпуса тела человека.

Итак, на данный момент существует большое количество моделей, позволяющих описывать распространение радиоволны внутри помещения. К недостаткам статистических моделей можно пренебречь такими параметрами как коэффициент потери мощности сигнала с расстоянием и количество препятствий между приемником и передатчиком. Это учитывается в лучевых моделях. Большое количество параметров, учитываемых в последних значительно усложняет саму модель. Следовательно, для планирования беспроводных сетей для нужд промышленной автоматизации, необходимо выбрать модель, учитывающую только основные параметры - модель, рекомендованную Международным союзом электросвязи (ITU-R 1238).

Перечень ссылок

1. Молоковский, И. А. Анализ беспроводных технологий для условий распространения радиоволн в ограниченном пространстве промышленных предприятий / И. А. Молоковский, В. А. Прысь // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов-на-Дону: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015. – часть 1. – С. 205-209.

2. Saunders, S. R. Antennas and propagation for wireless communication systems / S. R. Saunders. – England: John Wiley & Sons Ltd, 2007. – 546 p.

3. Профессиональные коммуникации в научной среде – фактор обеспечения качества исследований // Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции в г. Казань 27-28 апреля 2017 г. – Казань. КНИТУ-КАИ. – 350 с.

4. ITU-R P.1238-7 Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radio communication systems and the radio local area networks in the frequency range 900 MHz to 100 GHz. Geneva: ITU-R Recommendations, 2001.