

# Алгоритм расчета дальности Wi-fi сигнала

## Algorithm for calculating the Wi-fi signal range

**Габдуллин Р.Б.**

Студент кафедры «Средства связи и информационная безопасность» Омского государственного технического университета

e-mail: Rustem.gabdullin@mail.ru

**Gabdullin R.B.**

Student, Department "Communications and information security", Omsk State Technical University

e-mail: Rustem.gabdullin@mail.ru

### Аннотация

На данный момент беспроводные сети – это одна из наиболее перспективно развивающихся отраслей ИТ-сферы. Благодаря беспроводным технологиям интернет без применения проводных соединений становится гораздо более мобильным, позволяя человеку свободно перемещаться. В данной статье рассмотрены основные понятия, которые необходимы для расчета дальности беспроводного канала связи. Разобраны некоторые нюансы в математическом расчете дальности Wi-fi сигнала. Также указаны основные расчетные формулы. В заключение продемонстрирован непосредственный расчет дальности Wi-fi сигнала.

**Ключевые слова:** канал, дальность, передатчик, приемник, расстояние.

### Abstract

At the moment, wireless networks are one of the most promising IT industries. Thanks to wireless technologies, the Internet without the use of wired connections becomes much more mobile, allowing people to move freely. This article discusses the basic concepts that are necessary for calculating the range of a wireless communication channel. Some nuances in the mathematical calculation of the Wi-fi signal range are analyzed.

**Keywords:** channel, range, transmitter, receiver, distance.

Для начала разберемся в том, что представляет из себя технология Wi-fi. Данная технология – это один из форматов передачи цифровой информации по радиоканалам. Ранее устройства Wi-fi предназначались для корпоративных пользователей в качестве замены стандартных кабельных сетей.

Чтобы передать информацию с помощью технологии Wi-fi применяют диапазон сверхвысоких частот (СВЧ).

Радиоволна в момент распространения в пространстве занимает объем в виде эллипсоида вращения с максимальным радиусом в середине пролета (зона Френеля). Естественные препятствия (земля, холмы, деревья) и искусственные преграды (здания, столбы), которые попадают в это пространство, имеют свойство ослаблять сигнал.

Определение зон Френеля основано на принципе Гюйгенса. Данный принцип гласит, что каждая точка некоторой среды, до которой доходит возмущение, сама становится источником вторичных волн, и поле излучения вполне имеет шанс рассматриваться как суперпозиция всех вторичных волн. На основе принципа Гюйгенса возможно продемонстрировать, что объекты, которые лежат внутри концентрических окружностей, проведенных вокруг линии прямой видимости двух трансиверов, имеют возможность влиять на качество как положительно, так и отрицательно. Любое препятствие, которое попадает внутрь 1-ой окружности (1-ой зоны Френеля), оказывает более негативное влияние. При

создании радиомоста между двумя сетями надо знать тот факт, что пространство вокруг прямой линии, проведённой между приёмником и передатчиком, должно быть свободно от отражающих и поглощающих препятствий в радиусе, сравнимом с 0.6 радиуса первой зоны Френеля.

Проблеме распространения радиоволн внутри зданий и помещений в последнее время уделяется значительное внимание. Это связано, прежде всего, с модернизацией локальных информационных сетей с помощью технологии Wi-fi. Наличие внутри здания стен, перегородок, мебели, радиоэлектронной аппаратуры и других объектов создает сложную среду для распространения радиоволн, которая существенно отличается от свободного пространства. Основными эффектами, наблюдаемыми при распространении радиоволн внутри помещений, являются многолучевость, обусловленная многократными отражениями радиоволн от стен и других объектов, дифракция на многочисленных острых кромках предметов и затухание радиоволн при распространении на расстояние и при прохождении через препятствия. Эти эффекты обуславливают сложную структуру электромагнитного поля.

Итак, проведем расчет дальности сигнала Wi-fi.

Формула, которая позволяла бы нам рассчитать дальность связи, выводится из другой формулы (для расчета потерь в свободном пространстве) [1, с. 341-344]:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D), \quad (1)$$

где  $F$  – центральная частота канала (МГц);  $D$  – расстояние между двумя пунктами (км).

$FSL$  можно найти благодаря суммарному усилению системы, которое рассчитывается по формуле [2, с. 54-55]:

$$Y_{\text{дБ}} = P_{t,\text{дБмВт}} + G_{t,\text{дБи}} + G_{r,\text{дБи}} - P_{\text{min},\text{дБмВт}} - L_{t,\text{дБ}} - L_{r,\text{дБ}}, \quad (2)$$

где  $P_{t,\text{дБмВт}}$  – мощность передатчика (ПРД);  $G_{t,\text{дБи}}$  – коэффициент усиления (КУ) передающей антенны (ПРДА);  $G_{r,\text{дБи}}$  – КУ приемной антенны (ПРМА);  $P_{\text{min},\text{дБмВт}}$  – чувствительность приемника (ПРМ) на определенной скорости;  $L_{t,\text{дБ}}$  – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах тракта ПРД;  $L_{r,\text{дБ}}$  – потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах тракта ПРМ.

Таблица 1

**Зависимость скорости передачи информации от чувствительности**

Скорость	Чувствительность
52 Мбит/с	-66 дБмВт
48 Мбит/с	-71 дБмВт
36 Мбит/с	-76 дБмВт
24 Мбит/с	-80 дБмВт
18 Мбит/с	-83 дБмВт
12 Мбит/с	-85 дБмВт
9 Мбит/с	-86 дБмВт
6 Мбит/с	-87 дБмВт

Частота  $F$  берется из табл. 2.

Для каждой скорости ПРМ имеет определенную чувствительность. Для небольших скоростей – чувствительность наименьшая, для высоких скоростей – намного выше. В табл. 1 приведена данная зависимость.  $FSL$  находится следующим образом:

$$FSL = Y_{\text{дБ}} - SOM, \quad (3)$$

где  $SOM$  – запас в энергетике радиосвязи (дБ).

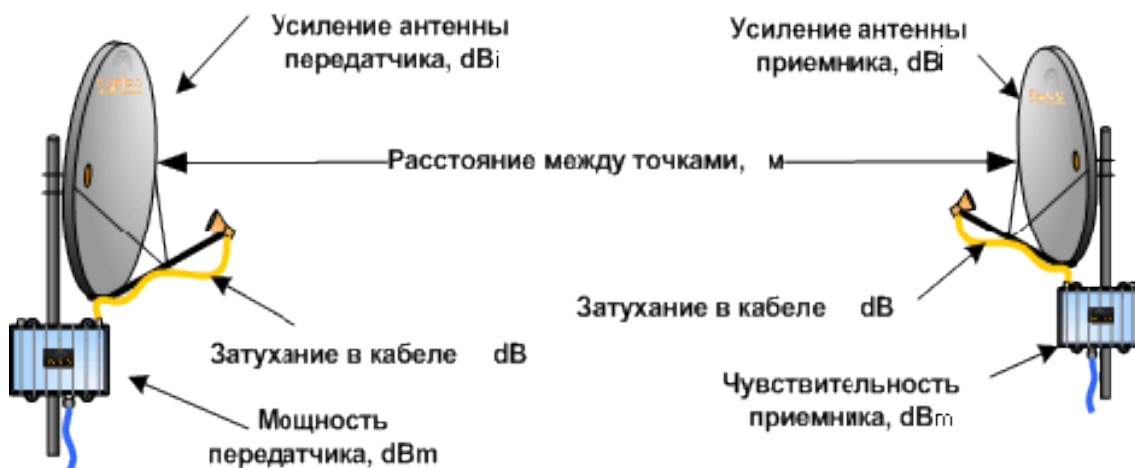


Рис. 1. Расположение передающей и принимающей сторон

Таблица 2

Зависимость канала и центральной частоты

Канал	F (МГц)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484

SOM (обычно берется равным 10-20 дБ) учитывает ряд факторов, которые негативно влияют на дальность связи [3, с. 142-144]. Он учитывает возможные факторы, негативно влияющие на величину дальности связи, такие как: температурный дрейф чувствительности приемника и выходной мощности передатчика; всевозможные атмосферные явления: туман, снег, дождь; рассогласование антенны, приемника, передатчика с антенно-фидерным трактом.

По итогу дальность связи рассчитывается следующим образом:

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} \lg F\right)}$$

Исходя из всего вышеуказанного, произведем расчет дальности Wi-Fi сигнала.

Будем исходить из WDS радиомоста на 2-х точках доступа.

Исходные параметры:

- мощность: 800 мВт (29 дБм);
- чувствительность приёмника: (-97 дБм);
- коэффициенты усиления антенн (ПРДА и ПРМА): 12 дБм и 13 дБм;
- запас по энергетике: 20 дБ;
- F = 2412 МГц.

Вычислим FSL по следующему алгоритму:

$$Y_{\text{дБ}} = 29 + 12 + 13 - 97 - 4 - 4 = -51 \text{ дБ}$$

$$FSL = -51 - 20 = -71$$

Вычислим дальность связи

$$D = 10^{\left(\frac{-71}{20} - \frac{33}{20} \lg 2412\right)} = 14.8 \text{ км}$$

Итак, расчет дальности Wi-Fi сигнала успешно произведен.

## Литература

1. *Помаскин А.А.* Дальность работы беспроводного канала связи 802.11n/ac [Текст] / Помаскин А.А. // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых: сборник научных трудов XVIII научно-технической конференции аспирантов и студентов в г. Донецке 22-24 мая 2018 г. – Изд.: Донецк: ДОННТУ, 2018. – 544 с.
2. *Владимиров С.С.* Беспроводные сети передачи данных: практикум [Текст] / Владимир С. С. // Изд.: СПбГУТ., Санкт-Петербург, 2016. – 58 с.
3. *Ватаманюк А.И.* Беспроводная сеть своими руками [Текст] / А.И. Ватаманюк. – Москва: Книга по Требованию, 2011. – 194 с.