

## Изменение скорости подключения к интернету в зависимости от количества сетей на одном WI-FI канале

*М.Б. Хорошко<sup>1</sup>, Джавад Х. А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *ИА Regnum,*

<sup>2</sup> *Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск*

**Аннотация:** Wi-Fi сети в настоящее время становятся основным методом подключения к интернету. При этом при развертывании и проектировании сетей не учитывается факт снижения пропускной способности сети при наличии нескольких сетей на одном канале. Данный фактор настолько же важен, как стены и перекрытия, которые снижают зону покрытия сигналом. В статье приводятся результаты эксперимента по измерению пропускной способности при подключении к интернету через сеть WI-FI при разном количестве сетей на одном канале. Подтверждается факт уменьшения пропускной способности сети при различном числе сетей. При двадцати точках доступа скорость подключения к интернету снижается в три раза. Таким образом, количество сетей на одном канале стоит учитывать при развертывании сети и управлении трафиком.

**Ключевые слова:** WI-FI сеть, пропускная способность, скорость сети, управление трафиком.

В настоящее время сети Wi-Fi стали очень популярны не только в частной среде, но и в корпоративной. На данный момент Wi-Fi — это основной метод подключения различных портативных устройств к сети Интернет [1]. Во многих ноутбуках, планшетных компьютерах и смартфонах, отсутствует интерфейс Ethernet, и Wi-Fi остается единственным способом подключения устройства не только в глобальную, но и в локальную сеть [2].

Кроме этого, растет количество сетей. В квартирных домах количество сетей практически равняется количеству квартир. Учитывая стены и перегородки, рядом находятся от 5 до 20 сетей [3]. Это сети, развернутые в соседних квартирах. В торговых центрах, аэропортах в одной точке доступно до 50 сетей, включая частные точки доступа.

Wi-Fi сети используют две частоты для работы - 2,4 ГГц и 5 ГГц. При этом большинство сетей работает на частоте 2,4 ГГц [4]. Следующим параметром в работе сети является частотный канал, на котором работает сеть. Рассмотрим сеть, работающую на частоте 2.4 ГГц. В ней доступно 13

---

каналов в РФ (таблица 1, рисунок 1) с различными частотами, при этом не пересекающимися являются только три канала: 1, 6, 11 (рисунок 2) [5]. Данное выделение строится на требовании IEEE по обеспечению минимума в 25MHz [6] для разнесения центров неперекрывающихся частотных каналов Wi-Fi. При этом ширина канала составляет 22MHz.

Таблица № 1

Удлинение и скорость деформации при испытании различных нитей

Канал Wi-Fi	Нижняя частота	Центральная частота	Верхняя частота
1	2.401	2.412	2.423
2	2.406	2.417	2.428
3	2.411	2.422	2.433
4	2.416	2.427	2.438
5	2.421	2.432	2.443
6	2.426	2.437	2.448
7	2.431	2.442	2.453
8	2.436	2.447	2.458
9	2.441	2.452	2.463
10	2.446	2.457	2.468
11	2.451	2.462	2.473
12	2.456	2.467	2.478
13	2.461	2.472	2.483

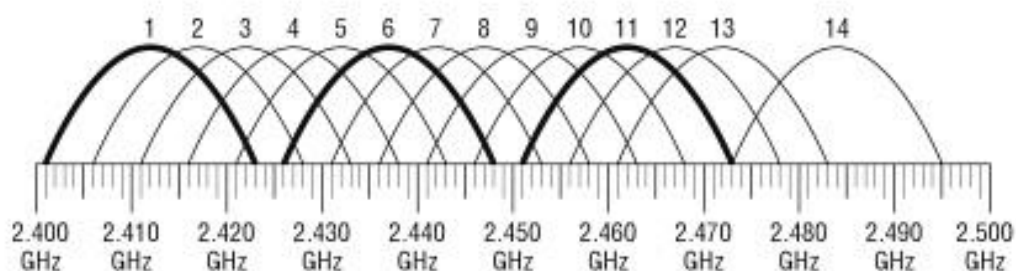


Рис. 1- Частотные каналы

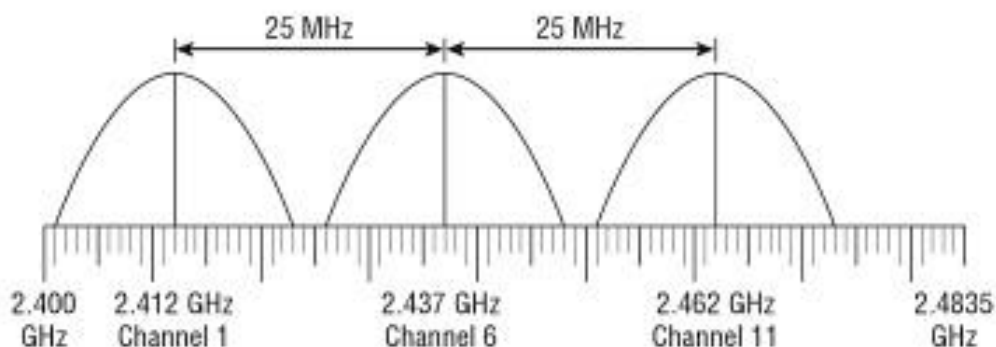


Рис. 2 - Не пересекающиеся каналы

В настройках роутера имеется возможность выбора канала, но по умолчанию канал выбирается в автоматическом режиме [7]. При этом существуют приложения, позволяющие посмотреть занятость канала, точнее наличие и количество сетей на одном канале. Одно из таких приложений — это Wi-Fi Analyzer (рис.3). В данном примере всего три сети, они находятся на 6, 9 и 11 канале.

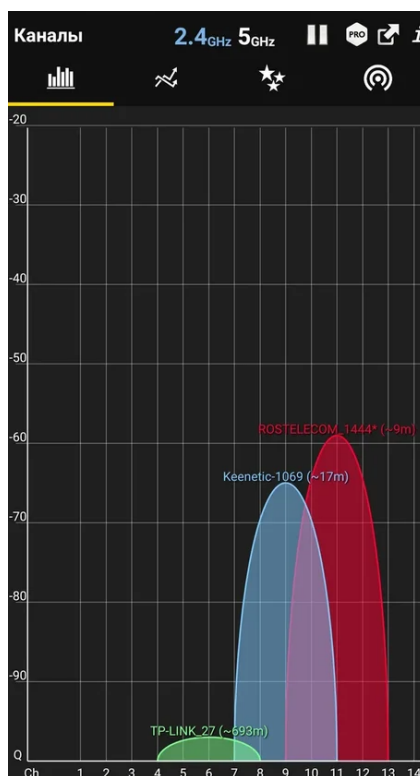


Рис. 3. – Пример работы Wi-Fi Analyzer

При этом общеизвестно, что Wi-Fi — это среда с общим доменом коллизий. То есть, чем больше устройств работают на одном канале ( $\pm 2$  соседних) [8], тем выше вероятность коллизии - одновременной попытки передачи пакета. Каждая такая коллизия требует задержки перед повторной попыткой передачи и снижает суммарную скорость всего канала. При этом неважно, к одной или нескольким точкам доступа подключены клиенты, домен коллизий один на канал [9]. Потери суммарной пропускной способности обычно принимают как 3-5% на каждое следующее устройство в том же или в соседних каналах, при этом в документации к оборудованию об этом не говорится [10].

Т.е. теоретическое снижение пропускной способности в процентах можно рассчитать по формуле:

$$S = (1 - k_1/100)^{(n-1)}, (1)$$

где  $n$  – количество сетей на одном канале;  $k_1$  - коэффициент снижения пропускной способности изначальный (3-5%).

Общую пропускную способность можно посчитать по следующей формуле:

$$P = p_{\text{подключения}} * S, (2)$$

где  $p_{\text{подключения}}$  – изначальная пропускная способность, равная скорости подключения.

Проведем эксперимент. У нас имеется сеть Wi-Fi, которая располагается на непрерывающемся канале с изначальной пропускной способностью  $p_{\text{подключения}} = 37$  Мбит/сек. Рассчитаем пропускную способность при разном количестве сетей на одном канале (таблица 2, рисунок 4). В результате расчета, при 20 устройствах пропускная способность снижается на 54%.

---

Таблица 2

Расчёт пропускной способности при разном количестве сетей

Количество сетей на канале	Пропускная способность, $k=5\%$	Пропускная способность, $k=3\%$
1	37,0	37,0
2	35,2	35,9
3	33,4	34,8
4	31,7	33,8
5	30,1	32,8
6	28,6	31,8
7	27,2	30,8
8	25,8	29,9
9	24,5	29,0
10	23,3	28,1
11	22,2	27,3
12	21,0	26,5
13	20,0	25,7
14	19,0	24,9
15	18,0	24,2
16	17,1	23,4
17	16,3	22,7
18	15,5	22,0
19	14,7	21,4
20	14,0	20,7

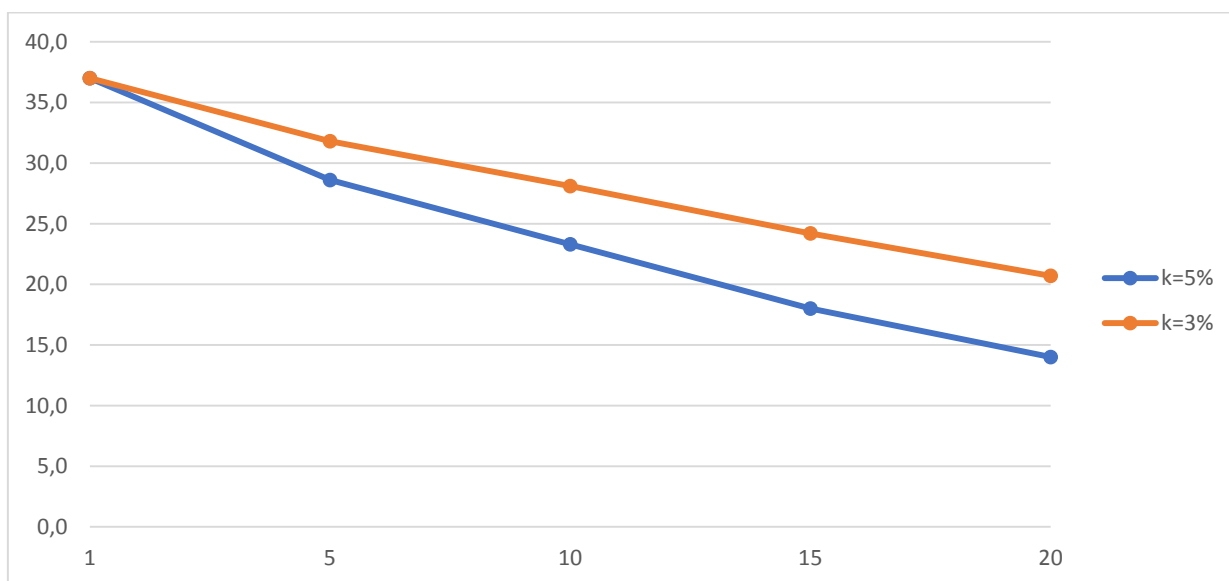


Рисунок 4. – Теоретическое снижение пропускной способности

Для сравнения теоретического снижения пропускной способности с фактическим, проведен эксперимент. Будем измерять скорость подключения к интернету на компьютере, подключенном к Wi-Fi роутеру Keenetinc-1916 при разном количестве сетей на этом же канале (сеть 2.4 МГц, стандарт 802.11n), зависимость показана на рисунке 5.

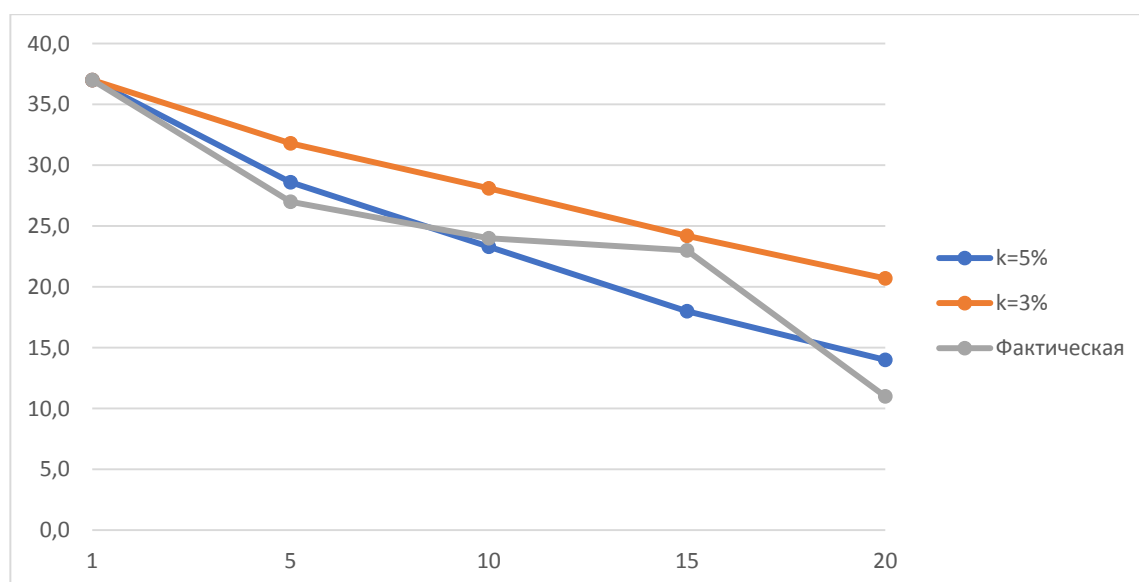


Рисунок 5. – Результаты эксперимента

Эксперимент проводился с постепенным подключением роутеров на 6 канале. Роутеры включались на канале поочередно, первые 5 роутеров – TP-Link TL-MR150, вторые 5 роутеров - Keenetic-1916, оставшиеся 10 роутеров - TP-Link TL-MR6400. Каждый роутер имел независимое подключение к интернету по 4G. Уменьшение пропускной способности, скорее всего, зависит от типа оборудования, но при 20 точках доступа скорость падает до 11Мб, т.е. более чем в три раза. При этом пропускная способность снижалась не равномерно. Данный эксперимент доказывает возникновение коллизий, и значимость этого параметра при проектировании Wi-Fi сетей, в случае выбора канала при управлении трафиком также стоит закладывать коэффициент снижения порядка 7-15% в зависимости от количества сетей и типа здания (частный дом, офисное здание, аэропорт).

### Литература

1. Wang D., Zhao F., Wang T., Zhang X. Wi-Fi fingerprint based indoor localization with iterative weighted knn for wifi ap missing. В сборнике: IEEE Vehicular Technology Conference. 88. Сеп. "2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference, VTC-Fall 2018 - Proceedings" 2019. P. 8690648.
2. Мельник В.А., Чепелев М.Ю., Хорев Н.П. Установка для изучения распространения радиоволн wifi диапазона // В сборнике: Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Федеральная служба исполнения наказаний, Федеральное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежский институт ФСИН России. 2014. С. 228-229.



3. Гудин М., Федоров М. Некоторые тенденции развития технологий wifi, wimax, действующих на частоте 2.4 гГц. // Беспроводные технологии. 2006. № 1 (2). С. 4-6.
4. Степанова И.В. Вопросы построения и проектирования систем беспроводного широкополосного доступа технологий WIFI и MESH. // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 2. С. 25-33.
5. Чернега В.С. Оценка реальной пропускной способности компьютерных wifi сетей на транспортном уровне. // Таврический научный обозреватель. 2017. № 3-1 (20). С. 119-128.
6. Гайер, Дж., Гайер Э., Кинг Дж.Р. Беспроводные сети. Установка и устранение неполадок за 5 минут. - М.: НТ Пресс, 2015. - 176 с.
7. Альбекова З.М., В.О. Квашурин, Тутик Н.А. Анализ эволюции технологии беспроводных сетей и прогнозы развития инфокоммуникационных сетей в России // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3933](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3933).
8. Фиговский О. Новейшие нанотехнологии (обзор) // Инженерный вестник Дона. 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/725](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/725).
9. 1. Бачаров С. Выбор технологии беспроводного обмена данными для решения задач автоматизации систем жизнеобеспечения офисно-производственных помещений // Беспроводные технологии, 2007, №2. – URL: [wirelesse.ru/articles/technologies/2007\\_2\\_58.php](http://wirelesse.ru/articles/technologies/2007_2_58.php) (дата обращения 04.03.2019).
10. 4. WI-FI в промышленных средах // ARMAN – системная интеграция для промышленности. URL: [arman-engineering.ru/info\\_center/articles/1102](http://arman-engineering.ru/info_center/articles/1102) (дата обращения 04.03.2019).



## References

1. Wang D., Zhao F., Wang T., Zhang X. IEEE Vehicular Technology Conference. 88. Ser. "2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference, VTC-Fall 2018 - Proceedings" 2019. p. 8690648.
  2. Mel'nik V.A., CHEpelev M.YU., Horev N.P. Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Federal'naya sluzhba ispolneniya nakazaniy, Federal'noe kazennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya Voronezhskij institut FSIN Rossii. 2014. pp. 228-229.
  3. Gudin M., Fedorov M. Besprovodnye tekhnologii. 2006. № 1 (2). pp. 4-6.
  4. Stepanova I.V. T-Comm: Telekommunikacii i transport. 2016. T. 10. № 2. pp. 25-33.
  5. CHernega V.S. Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'. 2017. № 3-1 (20). pp. 119-128.
  6. Gayer, Dzh, Gayer E., King Dzh.R. Besprovodnye seti. Ustanovka i ustranenie nepoladok za 5 minut. [Wireless network. Installing and troubleshooting 5 minutes]. M. NT Press, 2015. 176 p.
  7. Al'bekova Z.M., V.O. Kvashurin, Tutik N.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3933](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3933).
  8. Figovskiy O. Inzenernyj vestnik Dona. 2012. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazne/archive/n1y2012/725](http://ivdon.ru/ru/magazne/archive/n1y2012/725).
  9. Bacharov S. Besprovodnye tekhnologii, 2007, №2. URL: [wirelesse.ru/articles/technologies/2007\\_2\\_58.php](http://wirelesse.ru/articles/technologies/2007_2_58.php).
  10. ARMAN – sistemnaya integraciya dlya promyshlennosti. 2019. URL: [armanengineering.ru/info\\_center/articles/1102](http://armanengineering.ru/info_center/articles/1102).
-