

В.Н. Кулинченко, А.И. Кучеров
УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ
И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ
НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАВАЕМОГО СИГНАЛА
В ДИАПАЗОНЕ РАДИОЧАСТОТ ОТ 2 ДО 5 ГГц**

Введение

В современных беспроводных сетях в качестве среды распространения сигнала используются радиоволны (радиоэфир), и работа устройств и передача данных в сети происходит без использования кабельных соединений, что на данном этапе развития сетей весьма привлекательно с точки зрения мобильной связи. В связи с этим на работу беспроводных сетей воздействует большее количество различного рода помех и препятствий, которые мешают распространению радиосигналов Wi-Fi.

Поэтому необходимо знать, что влияет на работу беспроводных сетей Wi-Fi и может привести к прерывистой или нестабильной работе беспроводного подключения.

1. Причины возникновения помех, влияющих на работу беспроводных сетей Wi-Fi

Наиболее часто встречающиеся причины возникновения помех, влияющих на работу беспроводных сетей Wi-Fi (IEEE 802.11b/g/n/ac) как правило следующие:

1. Различные Wi-Fi-устройства, работающие в радиусе действия вашего устройства и использующие тот же частотный диапазон. Дело в том, что Wi-Fi-устройства подвержены воздействию даже небольших помех, которые могут создаваться соседними устройствами, работающими в том же частотном диапазоне. В беспроводных сетях используются два частотных диапазона - 2,4 и 5 ГГц. Беспроводные сети стандарта 802.11b/g работают в диапазоне 2.4 ГГц, сети стандарта 802.11a - 5 ГГц, а сети стандарта 802.11n могут работать как в диапазоне 2.4 ГГц, так и в диапазоне 5 ГГц.

802.11ac обратно совместим со стандартом 802.11n но работает только в 5 ГГц диапазоне. При разработке этого стандарта одной из главных целей ставилось достижение гигабитной скорости передачи данных. В то время как использование дополнительных, как правило, еще не задействованных каналов, позволяет разогнать даже 802.11n до внушительных 600 Мб/с (для этого будут использоваться 4 канала, каждый из которых работает на скорости 150 Мб/с). В смешанных сетях все устройства будут работать независимо от того, какую версию 802.11 они поддерживают. Для достижения этой цели 802.11ac будет по-прежнему работать на частоте до 6 ГГц. Последнее может показаться несколько противоречивым, поскольку на частоте 2.4 ГГц сигнал лучше распространяется на большие расстояния, эффективнее огибая препятствия. Однако этот диапазон уже занят огромным количеством «бытовых» волн и на практике его применение только ухудшает результат.

Другой причиной для отказа от 2.4 ГГц стало то, что в этом диапазоне не хватит спектра для размещения достаточного количества каналов шириной в 80-160 МГц каждый.

В полосе частот 2,4 ГГц для беспроводных сетей доступны 13 каналов шириной 20 МГц (802.11b/g/n) или 40 МГц (IEEE 802.11n) с интервалами 5 МГц между ними. Беспроводное устройство, использующее Wi-Fi один из 13 частотных каналов, создает значительные помехи на соседние каналы. Например, если точка доступа использует канал 6, то она оказывает сильные помехи на каналы 5 и 7, а также, уже в меньшей степени, - на каналы 4 и 8. Для исключения взаимных

помех между каналами необходимо, чтобы их несущие отстояли друг от друга на 25 МГц (5 межканальных интервалов).

На рисунке 1 показаны спектры 11 каналов. Группы непересекающихся каналов располагаются в следующих комбинациях диапазонов [1, 6, 11], [2, 7], [3, 8], [4, 9], [5, 10]. Разные беспроводные сети, расположенные в пределах одной зоны действия, следует настраивать на непересекающиеся каналы.

Для определения наиболее свободного канала Wi-Fi можно воспользоваться утилитой Wi-Fi Analyzer.

2. Устройства Bluetooth, работающие в зоне покрытия Wi-Fi устройства и имеющие тот же частотный диапазон, что и Wi-Fi-устройства, - 2.4 ГГц, следовательно, могут оказывать влияние на работу Wi-Fi-устройств.

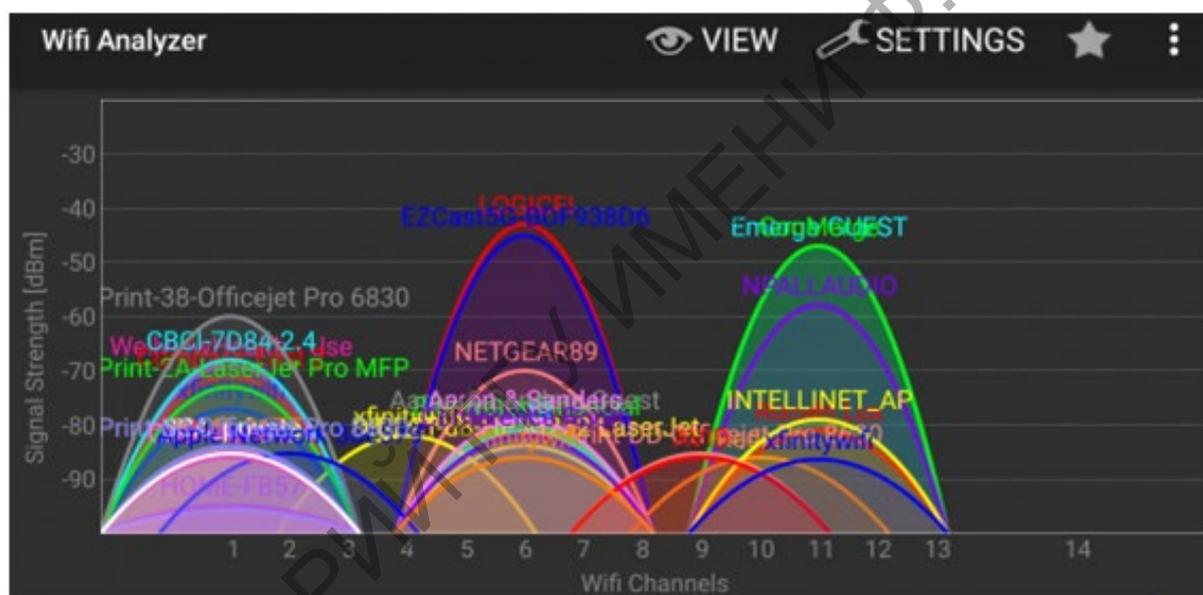


Рисунок 1 – Распределение диапазонов каналов Wi-Fi

3. Большие расстояния между Wi-Fi-устройствами. Необходимо помнить, что беспроводные устройства Wi-Fi имеют ограниченный радиус действия. Например, устройства фирмы Ubiquity имеет радиус действия до 30 м в помещении и до 200 м вне помещения. В помещении дальность действия беспроводной точки доступа может быть ограничена несколькими десятками метров

4. Препятствия. Различные препятствия (стены, потолки, мебель, металлические двери и т.д.), расположенные между Wi-Fi-устройствами, могут значительно отражать/поглощать радиосигналы, что приводит к частичной или полной потере сигнала. В городах с

многоэтажной застройкой основным препятствием для радиосигнала являются здания. Наличие капитальных стен (железобетона), листового металла, стальных каркасов и т.д. влияет на качество радиосигнала и может значительно ухудшать работу Wi-Fi-устройств. Внутри помещения причиной помех радиосигнала также могут являться зеркала и тонированные окна, а также расположения силовой проводки и различных электрощитовых.

5. Сигналы от операторов 3G и MMDS (в зависимости от региональных особенностей их зона вещания может перекрывать диапазон от 2,1 до 2,6 ГГц).

6. Бытовая техника, работающая в зоне покрытия Wi-Fi-устройства, в том числе:

- беспроводные радиотелефоны;
- микроволновые СВЧ-печи. Эти приборы могут ослаблять уровень сигнала Wi-Fi, т.к. обычно перекрывают диапазон 2,4 ГГц;
- детские радионяни. Эти приборы работают в диапазоне 2,4 ГГц и дают наводки, в результате чего ухудшается качество связи Wi-Fi;
- посудомоечные машины, стиральные машины и другая техника, оборудованная мощными электромоторами.

2. Влияния не 802.11 помех на Wi-Fi сигнал на примере пары СВЧ-печь – Wi-Fi сеть

На основе имеющихся теоретических данных было проведено исследование влияния не 802.11 помех на Wi-Fi сигнал на примере пары СВЧ-печь – Wi-Fi сеть.

Оборудование было установлено согласно схеме, указанной на рисунке 2.

На рисунке присутствуют подписи, а кружками обозначено расположение тестирующего оборудования.

Wi-Fi и микроволновая печь работают в одном диапазоне 2,45 ГГц, это собственная частота колебаний молекулы H₂O (или как принято писать – диполя воды), на этом основана работа микроволновой печи, на другой частоте она бы не грела (ну или разогревала что-то другое), выбор диапазона для Wi-Fi основан на том же принципе – этот диапазон частот (называемый кстати мусорным диапазоном) из-за наличия влаги в атмосфере) быстро затухает от расстояния и большое количество устройств друг другу не мешают.

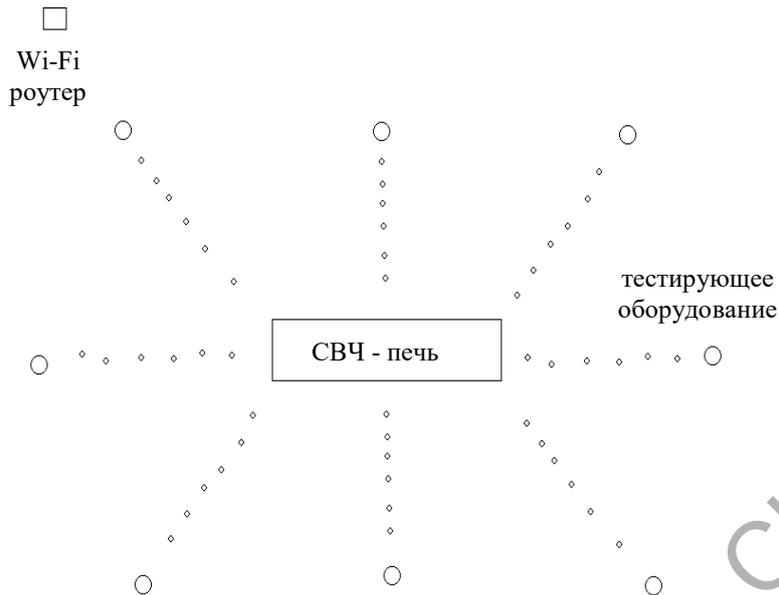


Рисунок 2 – Расстановка оборудования

На рисунке 3 приведены результаты, которые показало тестирующее оборудование в различных местах, при выключенной микроволновой печи. На рисунке 4 представлена диаграмма взаимодействия СВЧ-печи и Wi-Fi сети.

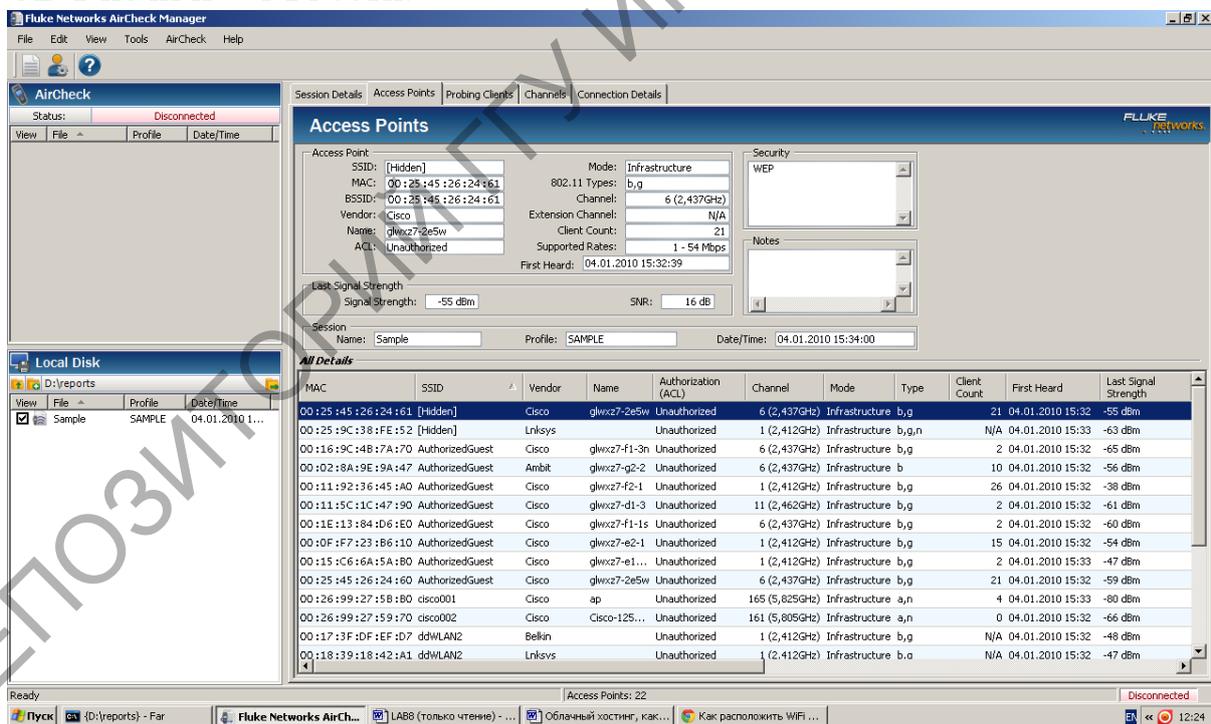


Рисунок 3 – Тестирование Wi-Fi клиентов

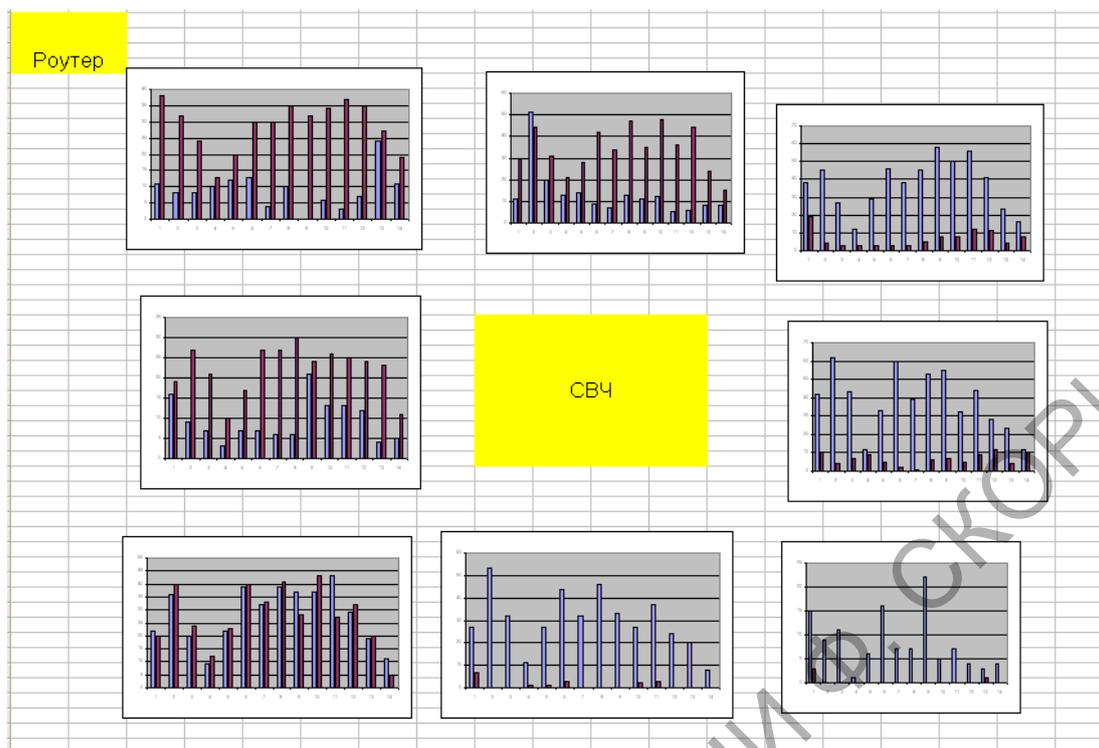


Рисунок 4 – Диаграмма взаимодействия СВЧ-печи и Wi-Fi сети

Таблица 1 – Потеря эффективности сигнала Wi-Fi при прохождении через различные среды

Препятствие	Дополнительные потери (dB)	Эффективное расстояние*
Открытое пространство	0	100%
Окно без тонировки (отсутствует металлизированное покрытие)	3	70%
Окно с тонировкой (металлизированное покрытие)	5-8	50%
Деревянная стена	10	30%
Межкомнатная стена (15,2 см)	15-20	15%
Несущая стена (30,5 см)	20-25	10%
Бетонный пол/потолок	15-25	10-15%
Монолитное железобетонное перекрытие	20-25	10%

Из проведенных опытов была получена следующая таблица потери эффективности сигнала Wi-Fi при прохождении через различные преграды.

Любая микроволновая печь имеет небольшую утечку излучения, мощность печи обычно колеблется от киловатта и более, так что даже доли процента микроволнового излучения дают серьезную помеху на фоне 100-200 милливаттного Wi-Fi оборудования, разрешенного в продажу провайдерами в бытовых целях (в промышленных могут использоваться точки доступа мощностью до 650 мВт). Соответственно можно предположить, что непосредственно у работающей печи работа Wi-Fi затруднена или даже невозможна.

Заключение

Для устранения влияния различного оборудования на сигналы Wi-Fi для решения рассмотренной проблемы можно использовать следующие варианты:

- перейти на стандарт 802.11n или 802.11ac или в диапазоне 5ГГц.
- сместиться в частоте, выбрав другой канал WiFi;
- заземлить все устройства, генерирующие помехи в диапазоне 2,4 ГГц;
- увеличить расстояние между микроволновой печью и устройством (от 2 метров влияние практически сводится к нулю, исходя из проведенных опытов) и поставить между устройством и печью что-нибудь проводящее (лист фольги, зеркало);
- использовать диапазон первых каналов спектра 5-ГГц для радаров и военных целей, но с механизмом под названием Dynamic Frequency Selection (DFS – динамический выбор частоты), чтобы не мешать радиолокационным сигналам. Открытие этих частот для потребителей может иметь огромное значение и временно решит проблему перегруженности каналов. Этот дополнительный спектр был доступен для Wi-Fi-трафика в 2007 году. Регуляторы поняли, что радары и прочие системы, под которые занят диапазон, не находятся повсюду, а многие не работают в режиме 24/7. Таким образом, индустрия Wi-Fi могла бы перевести Wi-Fi-связь на эти частоты.

Литература

1. Демиденко, О.М. Сравнительный анализ математических методов повышения надежности информационных и технических систем / О.М. Демиденко, А.И. Кучеров // Научно-технический журнал «Проблемы физики, математики и техники» Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – 2015. – №1(22). – С. 92–97.

2. Кулинченко, В.Н., Диагностика беспроводных соединений локальных вычислительных сетей / Воруев, А.В. // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2014. – № 6 (87). – С. 112–116.

3. Масштабирование сетей. Учебный материал курса CCNA Routing and Switching [Электронный ресурс] / Cisco Systems, Inc. – San Jose, 2017. – Режим доступа: <http://www.netacad.com>. – Дата доступа: 12.09.2018.