

УДК 004.73

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ УЛИЧНЫХ СЕТЕЙ WI-FI

Киренберг Александр Григорьевич,

кандидат технических наук, e-mail: [ag-k@yandex.ru](mailto:ag-k@yandex.ru)

Колесников Олег Михайлович,

кандидат физико-математических наук, e-mail: [colo@list.ru](mailto:colo@list.ru)

Кемеровский институт (филиала) Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39.

***Аннотация.** В настоящее время количество беспроводных уличных сетей резко выросло, что привело к возникновению взаимных радиопомех. Целью нашего исследования является поиск решения данной проблемы экспериментальным путем. Авторами выбран метод минимизации потерь мощности несущей волны за счет автоматического выбора оптимального диапазона вещания базовых станций. Предложен усовершенствованный алгоритм программного решения поставленной задачи.*

***Ключевые слова:** Интернет, уличные сети, Wi-Fi, радиопомехи.*

Проблемы предоставления надежного, качественного доступа к сети Интернет клиентам, живущим в частном секторе и малоэтажных застройках, до настоящего времени не решены и остаются актуальными для городов, где доля таких территорий превышает 1/3 [1]. Проблемы обусловлены несколькими ключевыми факторами:

– операторы сотовой связи редко могут обеспечить круглосуточно стабильный канал доступа к Интернету на скорости, при которой работа в сети может считаться эффективной (по нашим данным выше 2 Мбит/сек);

– количество всевозможных больших и малых беспроводных уличных сетей постоянно увеличивается, что приводит к возникновению взаимных радиопомех.

Такая ситуация характерна для любого города России, причем чем больше город, тем эти проблемы более ярко выражены. Так, в г. Кемерово на 2015 год можно выделить три наиболее значимых «игрока» на рынке предоставления услуг доступа к Интернету в частном и малоэтажном жилом секторе [2] – Skymax, Gigamax, Wi-Te. И это только официальные операторы беспроводного доступа к сети Интернет, на самом же деле беспроводных сетей в городе гораздо больше. Это объясняется наличием скрытых частных, ведомственных сетей, собственники которых провайдерами не являются, но радиопомехи создают.

Следует отметить, что в стране существует специальная инспекция по радионадзору, которая должна обеспечивать чистоту радиоэфира. Однако решить эту задачу на сто процентов очень сложно, и объясняется это несколькими причинами:

– оборудование для создания простейших беспроводных сетей с каждым годом становится все более доступным, находясь в свободной продаже;

– использовать его может любой желающий, не нарушая при этом законодательства;

– многие домашние точки доступа способны обеспечивать устойчивую зону приема радиосигнала

не только в данном помещении, но и на расстоянии до 100 м, если точку доступа установить, к примеру, на подоконник.

Таким образом, на практике функции радионадзорной инспекции фактически сводятся к обработке жалоб, поступающих от граждан из районов города, где качество радиосвязи не позволяет нормально эксплуатировать телевизор, сотовый телефон или радиоприемник. Иногда такие обращения исходят от самих операторов радиостанций или сотовых операторов, однако и им инспекция ничем помочь не может, и чаще всего решение технических проблем по обеспечению устойчивой зоны покрытия ложится на плечи самих операторов беспроводных сетей.

Складывается неутешительная, но вполне объяснимая картина – чем больше базовых станций различных операторов связи сосредоточено в данной местности, тем больше помех будет испытывать каждая из них во время приема-передачи данных. Многолетняя практика борьбы с помехами в цифровых сетях передачи данных во многом была построена на теории, заимствованной из истории развития аналоговых радиосетей середины 20-го века. Поэтому здесь мы не рассматриваем агрессивные способы борьбы с помехами для уличных сетей Wi-Fi, которые основаны на глушении сигнала конкурирующих базовых станций.

Чтобы перейти к описанию более цивилизованных методов борьбы с радиопомехами следует привести краткую информацию о сути физических явлений, так или иначе имеющих отношение к рассматриваемым проблемам. Известно, что волны с одинаковой частотой интерферируют. Интерференция вносит помехи в распространение волны, ослабляет и искажает ее. Это справедливо для любых волн, в том числе лежащих в радиодиапазоне, который используется Wi-Fi сетями. Более того, интерференция может возникать для волн с близкими или кратными частотами. Последние носят название гармоник. Следовательно, во избежание интерференции частоту сигнала базовой станции нужно выбирать такой, чтобы она как минимум на 11 МГц

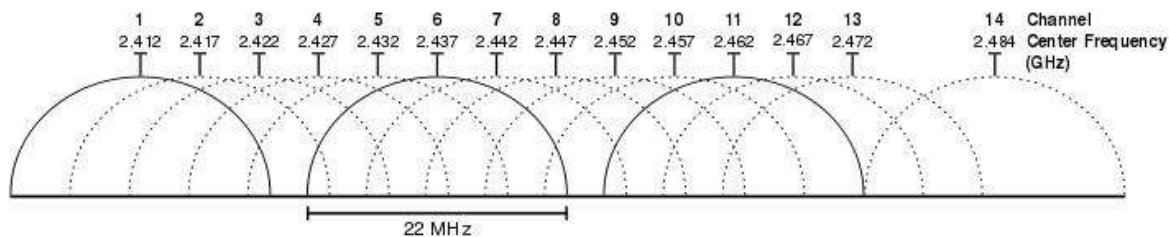


Рис.1. Распределение стандартных каналов Wi-Fi диапазона 2,5 ГГц по частотам

отличалась от частоты сигнала конкурирующей базовой станции, поскольку в этом случае хотя бы половина полосы пропускания может остаться свободной от перекрытия (рис.1).

Необходимо, чтобы выбранная частота не являлась как минимум второй или третьей гармоникой сигнала конкурирующей станции. Таким образом, основной и наиболее действенный метод улучшения связи в сетях Wi-Fi и им подобных – выбор оптимальной частоты вещания (частотного канала) базовых станций в пределах не лицензируемого частотного спектра [3]. В теории это так, но на практике далеко не все так просто, как кажется на первый взгляд, и вот почему. Основные проблемы здесь кроются в следующем:

- из рис. 1 следует, что каналов всего 14 (14-й канал доступен только в устройствах с японской прошивкой, в России большинство устройств на такой частоте работать не могут);
- источников Wi-Fi в любом многоквартирном доме на сегодняшний день гораздо больше 13-ти, а значит, интерференция неизбежна;
- в поисках наиболее качественной связи владельцы точек доступа имеют возможность изменять частоту сигнала своих устройств, что влечет изменение радио-обстановки во всем окружающем эфире;
- если удастся найти относительно свободную частоту, то через какое-то время и на ней качество связи может ухудшиться.

Примерное состояние радиоэфира в диапазоне Wi-Fi 2,5 ГГц, число точек доступа и степень интерференции можно оценить на основании рис. 2.

Мы видим в данной точке 14 источников сигнала,

из них 13 используют ширину канала 22 МГц, одна – «MetaGeek\_QA\_1» использует ширину канала в 44 МГц, тем самым интерферируя с восемью конкурирующими точками доступа. Остальные точки доступа интерферируют с четырьмя-пятью конкурирующими.

Многие производители оборудования для уличных сетей Wi-Fi понимают эту проблему и предлагают некоторые решения, способные частично улучшить ситуацию. Так, например, некоторые производители на своих точках доступа в диапазоне 2,5 ГГц делают не 13 или 14 каналов, а более 30. Более того, для удобства оператора базовой станции во многих устройствах есть возможность автоматического выбора наилучшего частотного канала. Однако, практика наблюдения за работой уличных точек доступа показала, что алгоритм автоматического выбора оптимального канала несовершенен, зачастую ручной выбор канала дает гораздо лучшие результаты.

Другие производители активно продвигают принципиально новые диапазоны Wi-Fi: 3,5 ГГц, 5 ГГц и 6 ГГц. Безусловно, данное решение способствует обеспечению чистоты радиоэфира, но только временно, пока эти диапазоны используются малым перечнем устройств. Как только линейка данного оборудования расширится, и стандарты начнут поддерживаться устройствами различных производителей, новые диапазоны постигнет та же участь, что и диапазон 2,5 ГГц.

Резонно возникает вопрос: что делать в данной ситуации? Очевидно, что постоянно отслеживать, проверять и выбирать вручную частотные



Рис. 2. Распределение Wi-Fi - источников по частотным каналам.

каналы – задача невыполнимая, а значит, нужен какой-то более совершенный программный алгоритм для автоматического выбора канала.

Прежде чем описать предлагаемое авторами решение необходимо определить критерии, по которым можно судить об относительном качестве беспроводного канала. Так, например, многие пользователи применяют онлайн-простейший тест скорости через сайты <http://www.speedtest.net>, <http://2ip.ru/speed> и другие. Более продвинутые пользователи измеряют время передачи файла

другому узлу глобальной сети, зная размер файла. Считается, что именно этот метод показывает скорость приема/передачи информации более достоверно. Геймеры особенно пристально следят за величиной ping, которой в свою очередь пользуются сетевые и системные администраторы при тестировании канала в локальных сетях. Казалось бы - есть выбор из критериев, но какой пригоден для работы в условиях Wi-Fi? Оборудование точек доступа накладывают свои ограничения на этот выбор, потому что только часть его позволяет за-

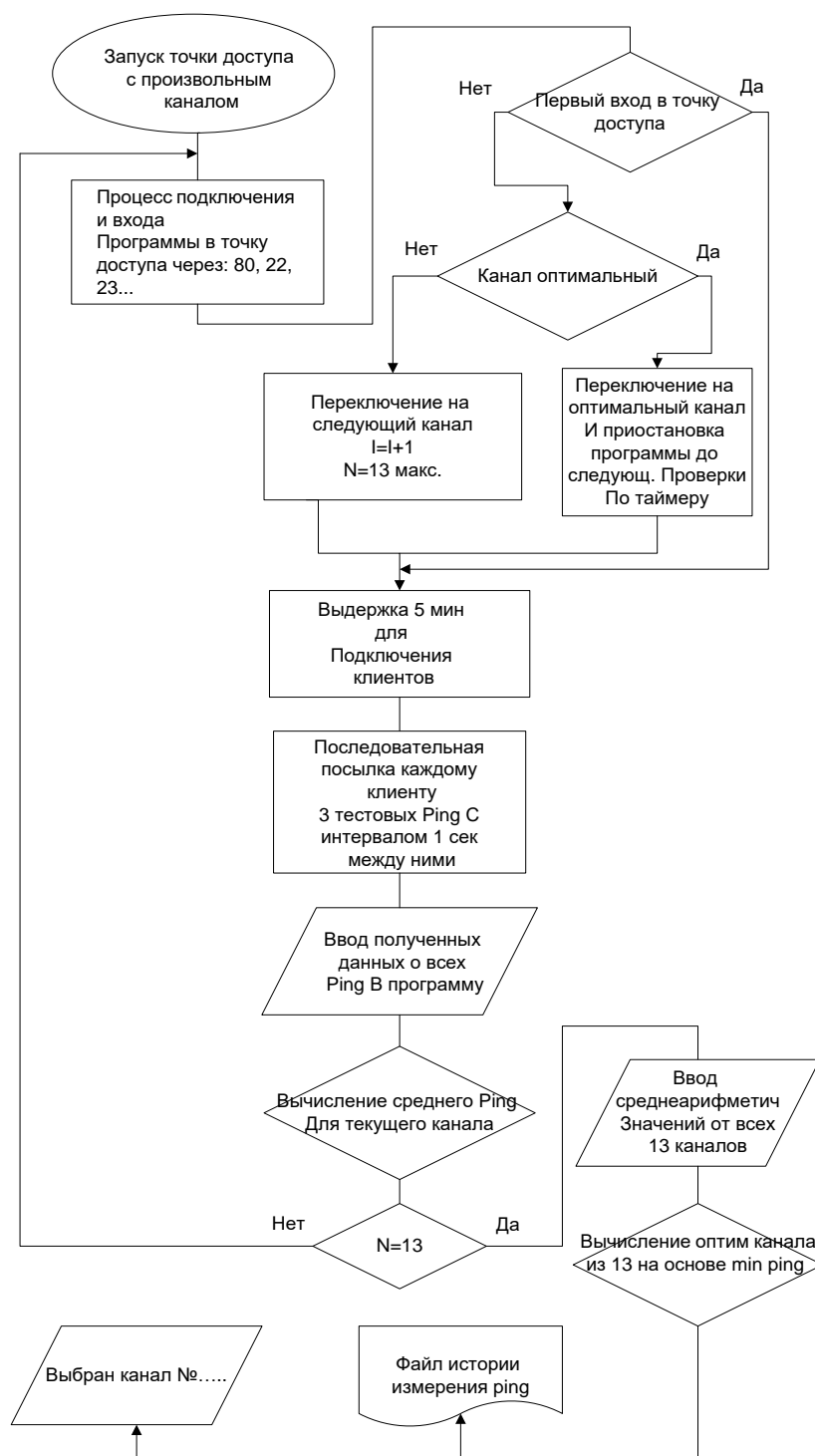


Рис.3. Блок-схема сервисной программы.

мерить скорость беспроводного канала в привычных нам Мбит/сек до клиентского устройства и обратно. При этом такое тестирование может длиться до 1 мин на канал, что при большом их количестве будет приводить к дополнительным нагрузкам на программную и аппаратную часть базовой станции. Этот метод вряд ли подойдет для частого и регулярного применения. Обратило на себя внимание то, что практически все точки доступа имеют возможность проверять качество беспроводной связи с помощью встроенной утилиты ping. Именно на основе этой утилиты и основано предлагаемое авторами решение.

Суть его заключается в следующем. Необходимо создать сервисную программу, которая будет автоматически через заданный промежуток времени проверять каждый частотный канал с помощью команды ping до какого-либо клиентского устройства, а затем выбирать из числа каналов самый оптимальный, т.е. у которого ping будет наименьшим. Алгоритм программы приведен

на рис.3.

Для большей гибкости программы ниже приведенные величины должны быть настраиваемыми, то есть переменными. К ним следует отнести:

- количество тестируемых каналов;
- длительность выдержки для подключения клиентских устройств к точке доступа;
- количество тестовых посылок ping и интервал между ними;
- IP-адрес тестового клиента;
- интервал запуска программы.

Данная программа устанавливается на любой ПК, имеющий проводную связь с точкой доступа (возможно через маршрутизатор или свитч) и может использоваться для выбора оптимального канала как уличных, так и домашних или офисных точек доступа. На наш взгляд, данное решение позволит улучшить качество беспроводной связи Wi-Fi-диапазона в условиях зашумленного радиоэфира.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киренберг А.Г., Колесников О.М. Проблема подключения к интернету малоэтажного жилого сектора России и возможный способ ее решения // Вестн. Кузбасского гос. тех. ун-ва, 2014, № 1 (107). С. 84-87.

2. Сайт Интернет-журнала LiveBusiness [Электронный ресурс] [http://www.localit.ru/service/Kemerovo/podkluchenie\\_k\\_internetu](http://www.localit.ru/service/Kemerovo/podkluchenie_k_internetu)

3. Сайт практика применения Wi-Fi [Электронный ресурс] <http://wi-life.ru/tehnologii/wi-fi/wi-fi-frequency-bands-and-channels>

Поступило в редакцию 14.07.2015

UDC 004.73

## THE QUALITY IMPROVE OF OUTDOOR WI-FI NETWORKS

**Kirenberg Aleksandr G.,**

Dr. Sc. (Engineering), e-mail: [ag-k@yandex.ru](mailto:ag-k@yandex.ru)

**Kolesnikov Oleg M.,**

Dr. Sc. (Physico-Mathematical), [colo@list.ru](mailto:colo@list.ru)

G.V. Plekhanov Russian Economic University, Kemerovo Institute (branch), Kuznetskii pr, 39, Kemerovo, 650992, Russia

**Abstract.** *Currently, the number of wireless outdoor networks has increased dramatically, resulting in a mutual interference. The purpose of our research is to find a solution to this problem experimentally. The authors chose the method of minimizing the power loss of the carrier wave by automatically selecting optimum range of broadcasting base stations. It offers advanced software algorithm to solve this problem.*

**Keywords:** *Internet, outdoor network, Wi-Fi, radio interference.*

## REFERENCES

1. Kirenberg A.G., Kolesnikov O.M. Problema podklucheniya k internetu malojetazhnogo zhilogo sektora rossii i vozmozhnyj sposob ee resheniya // Vestn. Kuzbasskogo gos. teh. univ., 2014, № 1 (107). S. 84-87.

2. Sajt Internet-zhurnala LiveBusiness [Jelektronnyj resurs] [http://www.localit.ru/service/Kemerovo/podkluchenie\\_k\\_internetu](http://www.localit.ru/service/Kemerovo/podkluchenie_k_internetu)

3. Sajt praktika primenenija Wi-Fi [Jelektronnyj resurs] <http://wi-life.ru/tehnologii/wi-fi/wi-fi-frequency-bands-and-channels>

Received: 14.07.2015