

УДК 004.732

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ РАБОТЫ БЕСПРОВОДНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

***М. В. КОВАЛЕВСКАЯ***

***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д. А. ДОВГЯЛО)***

*Рассмотрены основные характеристики стандартов группы IEEE 802.11, методы передачи данных, позволяющие передать кадр подуровня MAC с одной станции на другую. Приведена общая диаграмма перекрытия частотных каналов в диапазоне 2,4-2,5ГГц.*

**Введение.** Стандарты IEEE 802.11, известные как Wi-Fi, представляют собой набор спецификаций, определяющих работу беспроводных локальных сетей (WLAN). Эти стандарты развиваются с течением времени, добавляются новые возможности и повышается производительность сетей, например, стандарты 802.11a/b/g/n/ac/ax/be обеспечивают увеличение скорости, уменьшение задержек и расширение дальности действия, а дополнения типа 802.11k/v/r помогают улучшить роуминг клиентов между точками доступа.

**Основная часть.** Разработка стандартов IEEE 802. Разработкой стандартов IEEE 802 занимается организация IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Стандарт IEEE 802.11 разработан в 1996 году в лаборатории CSIRO (Канберра, Австралия) и является базовым для всех последующих спецификаций (802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac). Коммерческое название этих сетей - Wi-Fi (Wireless Fidelity)- «беспроводная точность», что говорит о гарантировано-качественной беспроводной связи.

В стандарте IEEE 802.11 регламентируется работа оборудования на центральной частоте 2,4 ГГц с максимальной скоростью до 2 Мбит/с. [1].

Технология Wi-Fi используется для организации сетей, работающих в международном нелицензируемом диапазоне частот 2,4 ГГц и 5 ГГц:

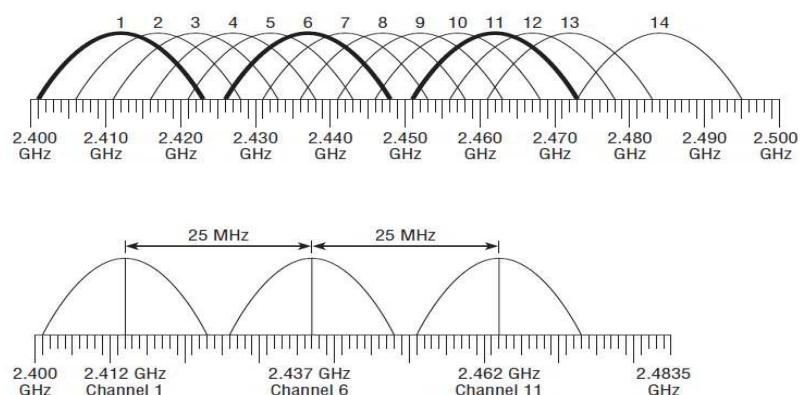
- Industrial/Промышленный: 902 – 928 МГц (ширина 26 МГц);
- Scientific/Научный: 2400 – 2500 МГц (ширина 100 МГц);
- Medical/Медицинский: 5725 – 5875 МГц (ширина 150 МГц).

Для сетей стандарта Wi-Fi используется в основном часть диапазона 2400 - 2500 МГц. В полосе частот Wi-Fi 2.4 ГГц доступны 3 неперекрывающихся канала: 1, 6, 11. Данное выделение строится на требовании IEEE по обеспечению минимума в 25 МГц для разнесения центров неперекрывающихся частотных каналов Wi-Fi. При этом ширина канала составляет 22 МГц.

На физическом уровне базового протокола IEEE 802.11 реализовано 2 метода передачи данных, позволяющих передать кадр подуровня MAC с одной станции на другую:

- метод скачкообразной перестройки частоты с расширением спектра FHSS;
- опционный метод прямой последовательности расширения спектра DSSS.

Общая диаграмма перекрытия частотных каналов в диапазоне 2,4-2,5ГГц изображена на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Общая диаграмма перекрытия частотных каналов  
в диапазоне 2,4-2,5ГГц**

Диапазон 5 ГГц (также известный как UNII) фактически состоит из трех субдиапазонов: UNII 1 (5.15 – 5.25 ГГц), UNII 2 (5.25 – 5.35 ГГц) и UNII 3 (5.725 – 5.825 ГГц). При использовании одновременно

двух субдиапазонов UNII 1 и UNII 2 получаем до восьми непересекающихся каналов против всего лишь трех в диапазоне 2.4 ГГц. Для поиска свободного канала связи необходимо скоординировать подключение сети с администрациями других сетей. Каждая сеть должна использовать канал-частоту, отделенную от другого канала полосой 25 МГц [2].

Беспроводной доступ на частотах 5150 – 5350 МГц и 5650 – 6425 МГц обеспечивает высокую скорость передачи данных в сети Интернет и для работы в указанных диапазонах не требуется специального разрешения. Формирование каналов WiFi в 5 ГГц изображено на рисунке 2.

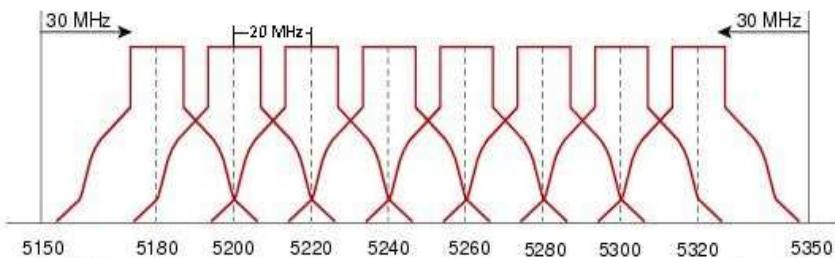


Рисунок 2. – Формирование каналов WiFi в 5 ГГц

В стандарте IEEE 802.11 для передачи сигналов используются фазовые модуляции (ФМ): BPSK, DQPSK, QPSK.

BPSK (Binary Phase Shift Keying) – двоичная фазовая модуляция, являющаяся самой простой формой фазовой модуляции. Работа схемы двоичной ФМ заключается в смещении фазы несущего колебания на одно из двух значений, нуль или  $\pi$  ( $180^\circ$ ). Двоичную фазовую модуляцию можно также рассматривать как частный случай квадратурной модуляции (QAM-2).

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) – при квадратурной фазовой модуляции используется со-звездие из четырёх точек, размещенных на равных расстояниях на окружности. За счет использования четырех фаз, в QPSK на один символ приходится два бита. Анализ показывает, что скорость может быть увеличена в два раза относительно BPSK при той же полосе сигнала, либо скорость остается прежней, но полоса пропускания уменьшается вдвое.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation) – для передачи на более высоких скоростях используется квадратурная амплитудная модуляция. Данный тип модуляции подразумевает, что информация кодируется не только за счёт изменения фазы сигнала, но и за счёт его амплитуды. В протоколе 802.11a используются модуляции 16-QAM и 64-QAM. В первом случае имеется 16 различных состояний сигнала, что позволяет закодировать четыре бита в одном символе. Во втором случае имеется уже 64 возможных состояния сигнала, что позволяет закодировать последовательность шесть битов в одном символе. Модуляция 16-QAM применяется на скоростях 24 и 36 Мбит/с, а модуляция 64-QAM - на скоростях 48 и 54 Мбит/с [3].

Сегодня широко используются только несколько стандартов группы IEEE 802.11. В таблице 1 представлены основные технические параметры, регламентированные в стандартах.

Таблица 1. – Основные характеристики стандартов группы IEEE 802.11

Стандарт	Спецификации				
	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac
Частотный диапазон, ГГц	5	2.4	2.4	2.4 и 5	5
Скорость передачи, Мбит/с	до 54	до 11	до 54	до 300	до 600
Ширина канала, МГц	20	22	20	20 или 40	20, 40, 80 или 160
Антennaя технология	SISO	SISO	SISO	MIMO	MIMO, MU-MIMO
Технология расширения спектра	OFDM	HR-DSSS	DSSS, OFDM	OFDM	OFDM
Метод кодирования	BCC	Baker11, CCK	Baker11, CCK	BCC, LDPC	BCC, LDPC
Метод модуляции	BPSK, QPSK, QAM-16, QAM-64	DBPSK, DQPSK	DBPSK, DQPSK, BPSK, QPSK, QAM-16, QAM-64	BPSK, QPSK, QAM-16, QAM-64	BPSK, QPSK, QAM-16, QAM-64, QAM-256
Количество пространственных потоков	1	1	1	от 1 до 4	от 1 до 8

**Заключение.** В настоящее время наиболее широко используются стандарты 802.11n и 802.11ac. В диапазоне 2.4 ГГц работает большое количество устройств, в том числе и некоторые бытовые приборы, поэтому он наиболее сильно подвержен электромагнитным помехам. Диапазон 5 ГГц менее загружен и способен стабильно транслировать сигнал на высокой скорости, при этом имеет до 23-х непересекающихся каналов, что обеспечивает широкие возможности выбора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации : учеб.пособие / В.М. Вишневский [и др.]; под общ. ред. В.М. Вишневского. – Москва : Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Алексеев, В. А. Беспроводные локальные сети IEEE 802.11 Wi-Fi / В.А. А Алексеев. – методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Сети ЭВМ и телекоммуникации. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.– 26 с.
3. Что такое модуляция сигнала //D-linkforbusiness [Электронный ресурс].2013. –Режим доступа: <http://ftp.dlink.ru/pub/Wireless/knowlegebase/f29.pdf>–Дата доступа: 25.09.2025.