

УДК 519.7

Технические особенности нового поколения стандарта Wi-Fi

Статья посвящена обзору отличительных черт нового стандарта беспроводной широкополосной связи. Рассмотрены основные отличия от предыдущей версий стандарта.

Р. А. ЖЕРНОСЕКОВ,
соискатель

Д. Г. ГАРЕЛИК,
соискатель

Белорусский государственный университет информатики радиоэлектроники

Ключевые слова: Wi-Fi 6, OFDMA, MU-MIMO.

Введение. За время своего существования технология беспроводной передачи данных Wi-Fi постоянно подвергалась улучшениям и изменениям. Дорабатывались параметры помехозащищенности, безопасности подключения, и самое важное, постоянно увеличивалась скорость передачи данных.

В настоящее время одной из ключевых проблем, с которой приходится сталкиваться, является дефицит доступного радиочастотного спектра. Нагрузка на диапазоны частот, где разрешена нелегальная работа устройств передачи данных, возросла многократно, в силу широкого распространения различных устройств. Плохая помеховая обстановка и загруженность диапазона частот 2,4 ГГц вынудила консорциум Wi-Fi Alliance сфокусироваться на освоении доступного диапазона частот, выделенного для безлицензионной работы устройств, – 5 ГГц.

Отличительные черты стандарта Wi-Fi 6. В пятом поколении Wi-Fi (IEEE 802.11ac) ставка была сделана на диапазон частот 5 ГГц, а диапазон 2,4 ГГц был исключен из использования в силу высокой загруженности другими радиопередающими устройствами. При эксплуатации устройств стандарта Wi-Fi 5 оказывала влияние специфика диапазона частот 5 ГГц. Проблема заключалась в малой зоне покрытия из-за быстрого затухания полезного сигнала.

В новом стандарте Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) было принято решение об использовании двух диапазонов частот – 2,4 ГГц и 5 ГГц. Как показала практика, такое решение оказалось оптимальным, поскольку позволило реализовать многодиапазонные сети Wi-Fi с возможностью выбора наилучшего варианта использования радиодиапазонов.

1. Нововведением стандарта Wi-Fi 6 является применение в своем составе технологии OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access – множественный доступ с ортогональным частотным разделением). По сути, это один из вариантов технологии OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing), которая находит широкое применение на практике в современных системах связи.

Как и OFDM, OFDMA разделяет на поднесущие канал связи с помощью быстрого преобразования Фурье, но при этом используется ортогональный интервал, разделяющий частоты поднесущих. Сами поднесущие плотно упакованы и могут нести большие массивы информации, не требуя при этом разделительных частотных полос. Ортогональность поднесущих позволяет приемнику детектировать нужную поднесущую из множества поднесущих, разделив канал на единицы ресурса. Эти единицы ресурса могут быть распределены среди каждого пользователя сети. При этом остается высокая пропускная способность используемого канала.

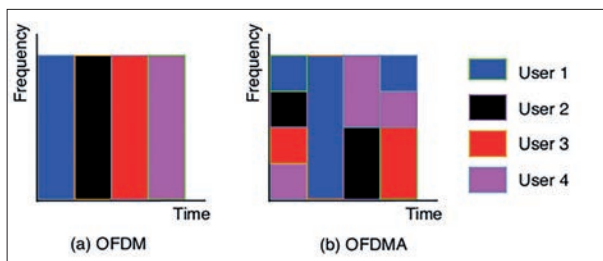


Рисунок 1 – Сравнение технологий OFDM и OFDMA

2. Квадратурная амплитудная модуляция (QAM) – это одна из перспективных схем модуляции, которая широко используется в сфере связи. QAM-сигнал позволяет обеспечивать высокое



Рисунок 2 – Сравнение технологии Mu-MIMO и SU-MIMO

качество беспроводной связи. Это сигнал, в котором две несущие, сдвинутые на четверть волны относительно друг друга, модулируются, и в результате получаем выходной сигнал, в котором происходят изменения, как амплитуды, так и фазы.

В стандарте Wi-Fi 5 сигнал QAM имеет ограничения в 256 QAM, новый стандарт Wi-Fi 6, включает в себя модуляцию высокого уровня 1024QAM (а в некоторых случаях – 2048QAM), при использовании которой каждый символ кодируется большим количеством бит данных, при этом полезный сигнал имеет более плотное созвездие модуляции. Использование 1024QAM в реальных условиях позволяет на 25 % увеличить пропускную способность канала в точке доступа Wi-Fi 6.

3. Увеличить скорость передачи данных в стандарте Wi-Fi 6 помогает и использование технологии MU-MIMO (Multi User – Multi Inputs, Multi Outputs). С помощью этой технологии маршрутизатор может обмениваться данными с несколькими устройствами одновременно. В предыдущих стандартах Wi-Fi это осуществлялось в порядке очереди, что было не совсем удобно для конечного пользователя. В стандарте Wi-Fi 6 заложена

возможность одновременной работы с восемью устройствами пользователей. Также стандарт позволяет передавать информацию пользователю, фокусируя сигнал с антенн в направлении конкретного устройства.

4. Матрица из четырех приемных и четырех передающих антенн увеличивает скорость передачи в 4 раза по сравнению с одиночным потоком. Но в практических условиях не всегда возможно обеспечить такое количество антенн, особенно если речь идет о малогабаритных устройствах, таких как смартфоны. Но при этом можно применить многопользовательский подход (MU-MIMO), когда передатчик с четырьмя антеннами на выходе устанавливает соединения с многопользовательскими устройствами, оснащенными только двумя антеннами. При этом необходимо разделить нисходящий (Downlink) и восходящий (Uplink) потоки между приемником и передатчиком. Для этого требуется высокая направленность луча излучения антенны, которая обеспечивается за счет электронного управления ФАР (фазированной антенной решеткой).

5. В стандарте Wi-Fi 6 реализована технология CSMA/CA (Carrier sensing multiple access with collision avoidance), которая представляет собой множественный доступ с контролем несущей частоты и избеганием конфликта при передаче данных. Суть метода заключается в следующем: в среду передачи отправляется сигнал (Jam), который информирует, что устройство готово передавать данные, и только после этого начинается сеанс передачи. Если сигнал Jam уже передан, то

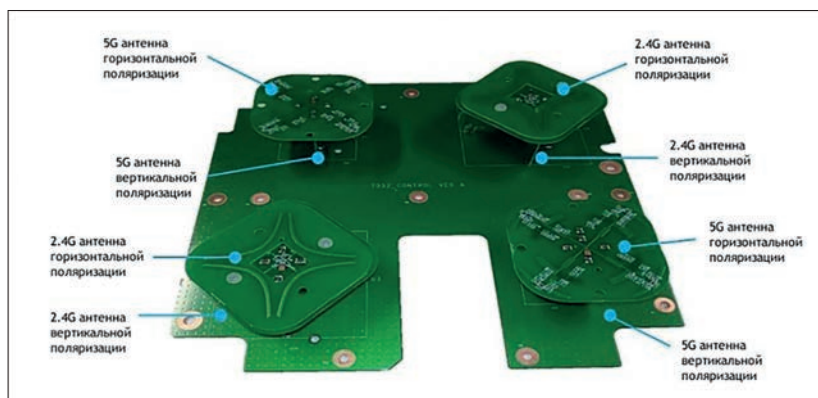


Рисунок 3 – Пример многонаправленной антенны в составе точки доступа Wi-Fi 6



устройство находится некоторое время в ожидании и осуществляет контроль передающей среды на наличие подобных Jam-сигналов. При обнаружении таких сигналов в передающей среде устройство ждет еще некоторое время, и процесс повторяется. Если в передающей среде не обнаруживаются такие сигналы, то устройство начинает сеанс передачи данных и продолжает его до тех пор, пока они не будут полностью переданы. При реализации такого подхода, даже если и будет обнаружен Jam-сигнал чужого устройства в передающей среде, это приведет не к конфликту при передаче данных и их потере, а лишь к конфликту Jam-пакетов.

6. Еще одна технология, которая нашла свое применение в стандарте Wi-Fi 6, – BSS coloring. Ее основная идея состоит в том, что точкам доступа в передающей среде присвоены разные цвета. Другими словами, каждая точка доступа будет иметь свой номер, который обозначен цветом. В стандарте Wi-Fi 6 предполагается использование 63 цветов или номеров. Пространственное «цветовое» разделение каналов BSS coloring при условии работы нескольких точек доступа на одном

канале (каналах) позволяет передавать данные со своим «цветовым» идентификатором, устанавливать параллельные беспроводные соединения и не создавать друг другу помех, так как благодаря «цвету» каналы различают данные друг друга. Применяя технологию BSS coloring, можно добиться более эффективной работы канала связи.

7. Особое внимание в стандарте Wi-Fi 6 уделяется важнейшему вопросу безопасности и защиты подключения. При под-

ключении к слабозащищенным беспроводным сетям хакеры мошенники могут легко получить доступ к любой информации в смартфоне или ноутбуке жертвы. Новая защита, реализованная в стандарте Wi-Fi 6, имеет новый протокол безопасности WPA3, взломать который намного сложнее, чем предыдущий – WPA2. Стоит отметить, что и использованный ранее протокол WPA2 был устойчив к внешнему воздействию. Разрядность шифрования протокола расширилась с 128 до 192 бит, таким образом удалось надежно защитить даже слабые пароли.

Заключение. Внедрение стандарта Wi-Fi 6 позволяет быстро и комфортно обмениваться большими массивами данных, а при необходимости – производить переконфигурацию беспроводной сети, адаптируя ее к изменившимся окружающим условиям. Также стандарт имеет высокую степень защиты личных данных.

Введение в эксплуатацию нового стандарта Wi-Fi создает предпосылки для интегрирования беспроводных сетей в развивающуюся технологию 5G, которая начинает внедряться в Республике Беларусь в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Blokdyk, G. 802.11ax A Complete Guide – 2020 Edition / Gerardus Blokdyk. – 2020: Art of Service. – 300 p.
2. Истишев, В. Что такое Wi-Fi 6 и зачем он нужен? Разбор технологии / В. Истишев // Droider. – Режим доступа: <https://droider.ru/post/что-такое-wi-fi-6-i-zachem-on-nuzhen-14-04-2020/>. – Дата доступа: 02.04.2021.
3. Что такое стандарт Wi-Fi 802.11ax, и насколько он быстрее по сравнению с 802.11n // Bitconnect. – Режим доступа: <https://bitconnect.ru/tehnologii/что-такое-standart-wi-fi-80211ac.html>. – Дата доступа: 06.04.2021.

This article provides an overview of the distinguishing features of the new wireless broadband standard. The main differences from the previous versions of the standard are considered.

Keywords: Wi-Fi 6, OFDMA, MU-MIMO.

Получено 17.05.2021.