

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКОЛЕНИЙ WI-FI ПО МЕТРИКАМ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ДАННЫХ

Горох П.И.¹, ассистент, p.goroh@bsuir.by
Кузмин И.А.², ассистент, i.kuzmin@bsuir.by

2026

1. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
2. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Ключевые слова: Wi-Fi; 802.11ax; 802.11be; 802.11bn; PER; задержка; latency; пропускная способность; throughput; OFDMA; MLO; COSR; CBF; DSO; NPCA; AR/VR; IoT; плотные сети; надежность передачи; беспроводные сети.

Аннотация: В статье рассматривается эволюция стандартов беспроводных сетей Wi-Fi и показано, что развитие технологий постепенно смещается от увеличения пиковой скорости передачи данных к повышению надёжности, предсказуемости задержек и эффективности работы в условиях высокой плотности устройств. Для анализа применяются три ключевые метрики качества передачи: вероятность ошибочного пакета (PER), задержка (latency) и реальная пропускная способность (throughput). Рассмотрены особенности формирования каждой из метрик и определены ключевые факторы, влияющие на их значения, включая интерференцию, механизмы доступа к среде, использование многолинковости, а также параметры PHY- и MAC-уровней. Выполнено сравнительное исследование стандартов Wi-Fi 6, Wi-Fi 7 и Wi-Fi 8, демонстрирующее снижение PER, уменьшение задержек и рост стабильности пропускной способности в новых поколениях. Установлено, что в стандарте Wi-Fi 8 ключевым направлением развития является координация работы точек доступа, что обеспечивает существенное повышение надёжности передачи данных и делает данный подход особенно значимым для приложений AR/VR, IoT и корпоративных сетей.

Эволюция стандартов Wi-Fi показала сдвиг от гонки за максимальной скоростью к улучшению надёжности, предсказуемости задержек и эффективности работы в плотных сетях. Для объективного сравнения обычно смотрят на три основные метрики [1]:

- PER (Packet Error Rate) – вероятность ошибки в пакете;
- задержка (Latency) – время передачи данных;
- пропускная способность (Throughput) – реальная скорость передачи.

PER показывает долю пакетов, которые пришли с ошибками и требуют повторной отправки. Если PER высокий, то пропускная способность снижается, а задержки растут. На эту метрику влияют помехи, уровень шума и работа механизмов доступа к среде [2].

Задержка – это время между отправкой пакета и его получением. Она зависит от коллизий, повторных передач, алгоритмов EDCA и OFDMA, использования многолинковости (MLO) и буферизации на MAC-слое [2].

Throughput – это фактическая скорость передачи данных. На неё влияет ширина канала, тип модуляции (QAM), количество MIMO-потоков, PER, задержки и эффективность работы MAC-уровня [2].

Сводка по метрикам для разных стандартов представлена в таблице 1 [1,2]:

Метрика	Wi-Fi 6	Wi-Fi 7	Wi-Fi 8
PER	средний, улучшен OFDMA	ниже на 10–15%	самый низкий, –25–40%
Latency	15–30 мс	5–10 мс	2–5 мс
Latency в плотных сетях	50–80 мс	15–25 мс	5–10 мс
Throughput	0.8–1.2 Гбит/с	2–4 Гбит/с	3–5 Гбит/с
Throughput в плотных сетях	0.2–0.4 Гбит/с	0.8–1.5 Гбит/с	1.5–2.5 Гбит/с
Ключевые технологии	OFDMA, BSS Coloring	MLO, 4K-QAM	COSR, CBF, DSO, NPCA

Таблица 1 – Основные метрики стандартов технологии Wi-Fi

Wi-Fi 6 стал первым шагом к работе в сетях с высокой нагрузкой. Wi-Fi 7 увеличил скорость и внедрил многолинковость. «В стандарте Wi-Fi 8 ключевым направлением развития является координация работы точек доступа, что обеспечивает существенное снижение вероятности ошибочных пакетов, уменьшение задержек и повышение стабильности пропускной способности канала. Этот стандарт меняет акцент с просто высокой скорости на качество передачи, что важно для AR/VR, IoT и офисных сетей.

Список использованных источников

1. IEEE 802.11 Working Group. Overview of IEEE 802.11 Standards and Amendments (Wi-Fi 6/6E/7/8 Drafts) [Электронный ресурс]. – IEEE, 2024. – Режим доступа: <https://ieee802.org/11>. – Дата доступа: 19.05.2026.
2. Wi-Fi Alliance. Wi-Fi Technology Overview: Wi-Fi 6, Wi-Fi 7 and Future Wi-Fi Generations [Электронный ресурс]. – Wi-Fi Alliance, 2024. – Режим доступа: <https://www.wi-fi.org>. – Дата доступа: 19.05.2026.