## "Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный релактор В. К. ЧУЛНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,

С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСИЯКА Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18. E-mail: ref@radio.ru

Приём статей — e-mail: mail@radio.ru

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: advert@radio.ru Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты: получатель — AHO "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,

р/сч. 40703810538090108833 Банк получателя— ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.11.2021 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в жур-

нале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом. Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2021. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати» 142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 03425-21.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под цитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:

8-800-333-79-32

## **«ТЭНИЧ» КОМПАНИЯ «РИНЕТ»**



## Вперёд к семёрке далее!

## А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Я по натуре оптимист. Всё будет хорошо, а дату лучше не уточнять".

Неизвестный разработчик

🚺 ем дальше, тем лучше. Казалось бы, в конце 2018 г. миру инфокоммуникаций был презентован новый в тот момент стандарт для беспроводных сетей Wi-Fi 6, он же IEEE 802.11ax. С середины 2020 г. Wi-Fi Alliance начал сертификацию устройств с поддержкой Wi-Fi 6, и на рынке появились устройства с соответствующими возможностями. Вроде бы ах, какой стандарт — под стать сетям 5G с максимальной скоростью передачи данных 9,6 Гбит/с. А вот уже стучится в дверь Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be), который сможет обеспечивать скорость скачивания данных до 30 Гбит/с (теоретически до 46 Гбит/с). Говорят, для передачи потокового видео на данном этапе это будет в самый раз, потому что будет меньше проблем с перегрузками (а они уже наблюдаются) и параллельно вырастет качество обслуживания.

Напомним, что стандарт Wi-Fi 6 способен работать в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц, а его главное преимущество — в повышении ёмкости и избавлении замусоренности каналов, как это было в IEEE 802.11п. Применённая в нём технология OFDMA позволяет более эффективно использовать спектр радиочастот, за что особенно благодарны сервис-провайдеры, поскольку теперь они смогут "упаковать тяжёлое" видео в 4К и 8К и уменьшить задержки его доставки. Адептам Интернета вещей (IoT) в то же время больше не придётся опасаться, что полсотни "умных лампочек" в квартире, которым обязательно нужен доступ в Интернет, будут воевать за каждый свободный кусочек радиочастот с холодильником и микроволновкой. Использование технологии многопользовательского беспроводного обмена данными с множественными входами и выходами — MU-MIMO (Multiuser Multiple Input, Multiple Output) позволило превратить точки доступа в ощетинившегося антеннами ежа, благодаря чему каждая антенна работает с отдельным подключённым оконечным устройством, что дало возможность повысить общую пропускную способность. Теперь беспроводный маршрутизатор отправляет курьеров к каждому устройству, не беспокоя остальные.

Теперь же речь пошла о ещё более скоростном стандарте. Однако скорости — это хорошо, но сетевые перегрузки снова настигли потребителей, да и чудес не бывает, потому указанные выше скорости должны быть подкреплены соответствующим радиочастотным ресурсом. Известно, что в США и Европе для работы нового стандарта беспроводной передачи данных планируется выделить дополнительные радиочастотные ресурсы, причём не в привычных для Wi-Fi весьма загруженных диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц, а в диапазоне 6 ГГц и, разумеется, с весьма широкой полосой (иначе речь не шла бы о реальной скорости 30 Гбит/с).

Как отмечают специалисты, в диапазоне 2,4 ГГц стало тесно уже сравнительно давно, и крупные производители соответствующего оборудования, вроде Cisco и Apple, рекомендуют своим клиентам переходить в диапазон 5 ГГц несмотря на то, что на 2,4 ГГц и дальность выше, и стоимость устройств ниже. На частоте 5 ГГц больше свободных каналов для работы Wi-Fi (23 неперекрывающихся канала), поэтому абонентские терминалы работают на скоростях до 1,3 Гбит/с против 400-600 Мбит/с в диапазоне 2,4 ГГц (три неперекрывающихся канала). Однако, если все устройства (не будем забывать о теоретических миллиардах терминалов из IoT) начнут использовать диапазон 5 ГГц, перегрузка не заставит себя ждать и там.

В соответствии с полученным прогнозом в Федеральной комиссии по связи США (FCC) начали искать способы расширения радиочастотного ресурса под системы Wi-Fi. Одним из вариантов могло быть использование радиочастот в диапазоне 5,9 ГГц, но ещё 20 лет назад он был отдан под создание интеллектуальных транспортных систем (ITS) для беспилотных авто и управления движением. Раз такое дело, пришлось пойти выше по диапазону. В FCC обратили внимание на диапазон 6 ГГц, который частично используется для спутниковой связи. Собственно, большинство действующих геостационарных спутниковых систем работают в диапазонах С (6/4 ГГц) и Ки (14/11 ГГц).

Свои опасения выразили представители коалиции фиксированных беспроводных коммуникаций (Fixed Wireless Communications Coalition, FWCC) и национальной ассоциации управления спектром (National Spectrum Management Association, NSMA). Они опасались, что использование диапазона 6 ГГц для Wi-Fi пагубно скажется на работе фиксированных каналов связи. Беспокойство также выразили власти Нью-Йорка, Лос-Анджелеса и Денвера. В этих городах диапазон 6 ГГц используют полицейские и пожарные службы. Была вероятность, что с распространением нового стандарта им придётся пересмотреть свою ИТ-инфраструктуру. Далее усилиями компании RKF Engineering Solutions при поддержке Apple, Facebook, Google, Microsoft, Broadcom, Qualcomm и других крупных игроков, включая Wi-Fi Alliance, были проведены исследования, показавшие, что использование диапазона 6 ГГц для Wi-Fi не создаст помехи для работы каналов связи упомянутых спутников. Крупные технологические корпорации заверили, что задействуют методы предотвращения помех, среди которых ограничение мощности передачи данных, динамический выбор частоты (DFS Dynamic Frequency Selection), ограничение коэффициента усиления антенны и другие методы. Представители указанных выше компаний отмечали, что диапазон 6 ГГц позволит реализовать в сетях Wi-Fi (которые, в общем-то, являются дополнением сетей мобильной связи) стриминг в формате ultra-HD и проекты виртуальной и дополненной реальности (AR/VR). После некоторых колебаний FCC выдала разрешение на использование диапазона 6 ГГц для устройств стандарта Wi-Fi 6. Наконец,

23 апреля 2020 г. FCC провела голосование и разрешила использовать новый диапазон. В Wi-Fi Alliance уже подготовили спецификацию соответствующего протокола — Wi-Fi 6E.

Кстати, о применении технологии DFS производители беспроводных маршрутизаторов (а точнее, зарубежные регуляторы) задумались ещё при использовании начальных частот в диапазоне 5 ГГц, которые ранее были отведены для работы радаров и для военных целей. Этот дополнительный спектр стал доступен для Wi-Fi-трафика в 2007 г. Регуляторы поняли, что радары и прочие системы, под которые занят диапазон, во-первых, не расположены повсюду, а во-вторых, очень многие из них не работают круглосуточно. Таким образом, индустрия Wi-Fi могла бы перейти на эти частоты, пока их абонентские устройства реализуют механизм DFS, чтобы не мешать радиолокационным системам.

DFS действует примерно так. Когда он видит радиолокационный сигнал в одном из этих защищённых каналов, он быстро переносит весь трафик Wi-Fi на другую полосу. Маршрутизатор с DFS должен прослушивать весь спектр не менее 60 с, прежде чем объявлять канал свободным для использования, а затем продолжить прослушивание, пока на канале будет использоваться трафик Wi-Fi. Если механизм обнаруживает радиолокационный импульс, передатчик Wi-Fi должен очистить канал и оставить его на полчаса.

Получилось так, что до последнего времени в беспроводных сетях заботились в основном об увеличении скорости передачи данных, и лишь только недавно стали задумываться о доступном спектре, а точнее, об интеллектуальном выборе каналов. Возможно, в будущем предложенная технология DFS будет собирать информацию не только о радарах, но и о любых видах помех, а также отправлять эту информацию на облачный сервер. Специалисты уже называют это сетевой самооптимизацией.

В общем, с появлением Wi-Fi 6E стандарт получил самое важное обновление за 20 лет, и специалисты говорят, что его можно сравнить с отказом от обычной двухполосной дороги в пользу восьмиполосного скоростного шоссе. Правда, оборудование этого стандарта, работающее в диапазоне 6 ГГц, не сможет функционировать в России, поскольку данные частоты заняты средствами фиксированной радиосвязи и радиорелейными линями связи. К тому же часть диапазона в будущем в РФ можно отдать под перспективные сети 5G.

Что касается других стран, согласно данным Wi-Fi Alliance по состоянию на начало года, зелёный свет использованию 6 ГГц для Wi-Fi дали Великобритания, Евросоюз, ОАЭ, Чили и Южная Корея. Рассмотрением данного вопроса в настоящее время заняты регулирующие органы, в частности, в Бразилии, Канаде, Мексике и Японии, а также в ряде других стран мира. Появление на мировом рынке устройств с поддержкой Wi-Fi 6E уже состоялось. К началу 2022 г., по прогнозам исследователь-

ской компании IDC, 20 % устройств, поставляемых с Wi-Fi 6, также будут поддерживать и Wi-Fi 6E. Но это, как мы понимаем, был лишь пролог.

Итак, институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) планирует к 2024 г. завершить работу над стандартом IEEE 802.11be (Wi-Fi 7). Он станет развитием стандарта IEEE 802.11ax. Итак, Wi-Fi 7 позволит использовать для передачи данных полосу частот 6 ГГц при сохранении полноценной поддержки 5 и 2,4 ГГц, к тому же три полосы частот смогут работать одновременно. Диапазоны 5 и 2,4 ГГц поддерживает и Wi-Fi 5. а в Wi-Fi 4 поддержка 5 ГГц является опциональной (в ранних версиях Wi-Fi есть только 2,4 ГГц). Одновременная работа в обоих диапазонах в этих технологиях не предусмотрена. В свою очередь, Wi-Fi 7 сможет использовать два диапазона одновременно, а возможно, и все три (2,4 ГГц, 5 ГГц и 6 ГГц). Это можно сравнить с тремя одновременными разговорами по телефону. Для человека это непросто, а для компьютера вполне выполнимая зада-

Согласно уже имеющейся документации, новый стандарт 802.11be будет по-прежнему базироваться на технологии многоканального доступа с ортогональным частотным разделени-(Orthogonal Frequency-Division Multiple Access, OFDMA), но с применением другой модуляции. В Wi-Fi 7 заявлен отказ от использования квадратурной амплитудной модуляции сигнала 1024-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), применяемой в Wi-Fi 6, в пользу 4096-QAM. Этот вид модуляции сигнала представляет собой сумму двух несущих колебаний одной частоты, сдвинутых по фазе на 90 градусов относительно друг друга, каждое из которых модулировано по амплитуде своим сигналом. Переход на 4096-QAM и станет основной причиной скачка скорости передачи данных. А заключается он в умении помещать больше информации в радиосигнал посредством её сжатия.

Помимо этого, MU-MIMO в новой версии стандарта получит дальнейшее развитие в виде технологии CMU-MIMO (Coordinated Multi-User Multiple Input Multiple Output). Она представляет собой улучшенную версию технологии MU-MIMO. Последняя в настоящее время используется в Wi-Fi 6 и позволяет передавать восемь потоков данных одновременно, CMU-MIMO увеличит это число до 16. Другими словами, Wi-Fi 7 обеспечит стабильную передачу данных не на восемь, как Wi-Fi 6, а сразу на 16 устройств одновременно. Ожидается, что это даст увеличение пропускной способности на 20 %. Впрочем, разработчики считают данную технологию весьма сложной, которая может возникнуть при проектировании Wi-Fi 7, поэтому CMU-MIMO в новом стандарте будет продвигаться всего лишь как дополнительная опция, наряду с режимами с меньшим числом каналов.

Собственно, OFDMA и MU-MIMO — это взаимодополняющие технологии, что, кстати, с успехом используется в сетях 5G. В то время как OFDMA более чем удачно подходит для обслуживания



абонентских станций с низкой пропускной способностью, таких как IoT-датчиков, технология MU-MIMO увеличивает пропускную способность и эффективность в приложениях с высокой пропускной способностью вроде критически важных голосовых вызовов и особенно потокового видео.

Другим серьёзным прорывом Wi-Fi 7 станет увеличение ширины каналов до 320 МГц, что вдвое больше по сравнению с Wi-Fi 6. Расчёт на возможность использования столь широких частотных полос под каждый канал обусловлен перспективами адаптации частотного диапазона 6 ГГц для нужд беспроводных сетей на безлицензионной основе, по крайней мере, в некоторых странах, где этот диапазон уже изучается регуляторами на предмет использования с сетями Wi-Fi 6E.

Удвоение максимальной ширины каналов соответственно позволит удвоить производительность сетей Wi-Fi 7. Для увеличения пропускной способности стандарт также предусматривает комбинированное сочетание канальных полос 160+160 МГц, 240+180 МГц и 160+80 МГц, в том числе, с возможностью объединения частотных блоков в несмежных участках спектра.

Также в Wi-Fi 7 будет предусмотрена многоканальная работа, что позволит беспроводным устройствам передавать и принимать данные одновременно по разным каналам или в разных диапазонах с разделением каналов управления и обмена данными. Именно эта технология, по мнению разработчиков, обеспечит Wi-Fi 7 возможность значительного наращивания скорости обмена данными в сети из нескольких устройств наряду с повышением стабильности обмена трафиком за счёт снижения задержек. Также устройства Wi-Fi 7 смогут передавать и принимать данные посредством нескольких точек доступа. Данная технология агрегирования каналов ускорит адаптацию новых частотных диапазонов. В частности, в Великобритании идут разговоры о выделении для Wi-Fi полос в диапазоне 100 ГГц.

Создатели Wi-Fi 7 также учитывают тот факт, что к моменту коммерциализации стандарта частотный диапазон 6 ГГц будет изрядно загружен трафиком других бес-проводных сервисов, включая сотовые сети 5G. По этой причине в финальных спецификациях Wi-Fi 7 также появится разрабатываемый в настоящее время автоматический частотный координатор — AFC (Automated Frequency Coordinator), задачей которого является эффективное использование частотного спектра. Собственно, его задача в чём-то похожа на ту, что решает упомянутая выше технология DFS. Если речь идёт о точках доступа Wi-Fi вне помещений, то они могут ставить помеху работающим (и лицензированным) радиосредствам, которые работают в том же диапазоне. Поэтому любые новые нелицензированные пользователи (Wi-Fi) должны убедиться, что они не влияют на текущие услуги, предоставляемые через другие радиосредства. Как определено FCC, ответ на этот вопрос заключается

в создании способа координации использования спектра, чтобы избежать проблем с помехами. Основная концепция АГС заключается в том, что новое беспроводное устройство (точка доступа) будет обращаться к зарегистрированной базе данных, чтобы подтвердить, что его работа в диапазоне 6 ГГц не повлияет на зарегистрированного пользователя.

Провайдер AFC будет содержать базу данных существующих операторов диапазона 6 ГГц, включая геолокацию, частоты, уровни мощности, покрытие антенны и т. д. База данных АFC построена на области существующей базы данных FCC, в которой действующие пользователи должны регистрировать свои передатчики. Как только эта система будет задействована, может быть задана соответствующая мощность точки доступа Wi-Fi 7 в диапазоне 6 ГГц для работы вне помещений. Итак, перед началом работы стандартная точка доступа должна обратиться к локальной системе АГС для гармонизации частотной работы:

- связь может осуществляться напрямую от точки доступа к АFC или, что более вероятно, через прокси-сервер, такой как система управления сетью;
- как и действующий передатчик 6 ГГц, точка доступа должна предоставлять всю информацию о своём местоположении, покрытии и запланированных частотах и мощности;
- AFC либо одобрит запрос на использование, либо предоставит альтернативы, доступные каналы и т. д.;
- только после этого точка доступа 6 ГГц может начать работу.

Следует также заметить, что процесс работы AFC всё ещё находится в разработке, поэтому фактическое утверждение и конкретные правила ещё только предстоит определить. Как считают специалисты, вряд ли системы AFC будут введены в эксплуатацию до 2022 г.

Разработчикам Wi-Fi 7 также предстоит решить проблему энергоэффективности, ведь обработка нескольких потоков данных рискует уменьшить время работы мобильных устройств. Однако переход с Wi-Fi 5 на Wi-Fi 6 несколько лет назад сократил энергопотребление абонентских устройств на 40 %. Смогут ли специалисты ІЕЕЕ достигнуть аналогичных показателей в Wi-Fi 7, станет известно через три года. Также новый стандарт будет включать улучшения на уровне безопасности и конфиденциальности, но подробности по этому направлению пока не сообшаются.

Конечно, многое будет зависеть и от существующей инфраструктуры оператора, который предоставляет услуги подключения, и от внутридомовых препятствий, которые могут влиять на прохождение беспроводного сигнала (например, толстые бетонные стены с прутами арматуры внутри).

Посмотреть видео в Интернете, загрузить фотографии в социальную сеть, обменяться новостями с другом в мессенджере, а потом поиграть в любимую онлайн-игрушку, — казалось бы, для этих действий достаточно скоро-

стей, которые обеспечивает современный стандарт Wi-Fi 6. Но разрешение видеороликов с каждым годом растёт, а если учесть, что современные смартфоны обладают экранами UHD, есть соблазн смотреть на них фильмы в ультравысоком 4К-разрешении. А "весят" такие фильмы немало.

Камеры мобильных телефонов тоже становятся всё круче и круче, предлагая огромные размеры фотографий (в частности с расширением RAW), которые можно распечатать в плакатном разрешении, и "весят" они столько, что можно минут пять ждать их загрузки в облако, особенно если соединение с Интернетом нестабильно. То же самое касается топовых онлайн-игр с передовой графикой.

Ускорить передачу данных потокового видео и больших файлов — это и есть главная задача Wi-Fi 7. Но изменение будет происходить в несколько этапов, начиная с улучшений Wi-Fi 6/6E, которые заложат основу для ожидаемого появления Wi-Fi 7 к весне 2024 г. А это позволяет нам говорить о том, что Wi-Fi 6 — лишь первая ступень ожидаемых улучшений, которая впоследствии станет основой для развёртывания инфраструктуры "умных" городов и "умной" жизни вообще. Гаджеты и так уже круглосуточно на связи с Интернетом, при этом объёмы потребляемой информации постоянно растут. Дальше больше.

"Наша глобальная задача состоит в том, чтобы максимально быстро доставлять гигабайты информации в любую точку дома конечного потребителя услуг связи, — говорит вице-президент Qualcomm по развитию технологий В. К. Джонс. — В будущем каждый уголок вашего жилища сможет предоставить скорости подключения, в разы более высокие, чем по проводу".

Интересно, что максимальный рекорд сетей 5G составил 35 Гбит/с. Но при идеальных условиях и на частоте 70 ГГц. Нетрудно догадаться, что Wi-Fi 7 разрабатывается ещё и для того, чтобы не оставлять всю власть мобильным сетям 5G. На данный момент Wi-Fi 6 дополняет стандарт 5G, но с внедрением Wi-Fi 7 ситуация немного изменится, и уже стандарт 5G будет дополнять Wi-Fi 7. Однако это не последняя разработка, которой заняты инженеры.

В настоящее время Wi-Fi Alliance и IEEE разрабатывают ещё несколько стандартов. В частности, стандарт IEEE 802.11аг предоставляет решение для геолокации. Ожидается, что он должен пройти сертификацию в 2023 г. Главная задача инженеров — реализация технологии Fine Time Measurement (FTM), определяющей расстояние между пользовательскими устройствами по RTT (Receive-Transmit Time или время приёма—передачи).

В телекоммуникациях RTT — это длительность в миллисекундах, которая требуется для сетевого запроса, чтобы перейти от начальной точки к месту назначения и обратно к начальной точке. RTT является важным показателем при определении состояния подключения по локальной сети или сети Интернет и обычно используется сете-

выми администраторами для диагностики скорости и надёжности сетевого соединения. В контексте компьютерных сетей сигнал обычно представляет собой пакет данных. RTT также известен как время ping и может быть определён с помощью команды ping.

Интересно, что это не первая попытка реализовать в Wi-Fi геолокацию. Несколько лет назад аналогичную функциональность реализовали в ІЕЕЕ 802.11mc. Её даже тестировали в Google — корпорация выпустила приложение WifiRttScan, однако тогда стандарт не прижился из-за высокой погрешности в определении местоположения, которая превышала пять метров. Специалисты ІЕЕЕ говорят, что теперь внесли в IEEE 802.11аz ряд улучшений, например, добавили обработку сигналов с нескольких точек доступа, что позволило увеличить точность до одного метра. В перспективе это значение обещают довести до нескольких сантиметров. Эксперименты исследовательского центра NYU Wireless показали, что это вполне возможно реализовать на диапазоне частот 140 ГГц.

Новый стандарт поможет отыскать потерянный в доме смартфон и расширит возможности управления IoT-устройствами (например, роботами-пылесосами). Технология может найти применение и в ритейле. В частности, крупные торговые центры устанавливают Вluetooth-маячки, которые помогают посетителям с навигацией на территории и отслеживают их перемещение (для сбора статистики по продажам). IEEE 802.11аz позволит делать это без посторонних устройств средствами местной сети Wi-Fi. Однако же и это не всё.

В начале 2015 г. в прессе, с подачи ежедневника USA Today, по США прокатилась волна публикаций о ручном радаре Range-R, применяемом американской полицией и другими государст-

венными службами. Аппарат позволял видеть сквозь стены, а точнее, фиксировать движение внутри закрытых помещений. Причём чувствительность прибора была такова, что он мог почувствовать даже дыхание человека, притаившегося где-то в глубине здания за несколькими перегородками. Существование подобного устройства для многих журналистов, описывающих возможности Range-R, оказалось сюрпризом. Между тем такие радары уже давно массово выпускаются для нужд военных и спецслужб и, в частности, применяются ФБР в операциях по освобождению заложников, пожарными при поиске людей в завалах, службой федеральных маршалов, отлавливающей беглых преступников, и т. д. Раньше подобная техника была доступна лишь государственным службам, да и то не всем. Сегодня благодаря совершенствованию технологий и сопутствующему снижению цен ситуация меняется. Тот же Range-R стоит около 6 тыс. долл., а экспериментальные модели новых радарных систем вообще строятся на основе недорогих и общедоступных Wi-Fi-модулей. К 2021 г. все эти наработки позволили говорить о появлении очередного стандарта беспроводной связи.

Кстати, специалисты из китайского Университета науки и технологии ещё несколько лет назад использовали Wi-Fi для захвата движений и распознавания жестов. В то же время развивались инициативы, в рамках которых инженеры смотрели сквозь стены с помощью беспроводной технологии путём анализа изменений в электромагнитном поле, возникающих при движении объектов, а затем определяли их расположение. Однако такие проекты не выходили за пределы лабораторий, но только до недавнего времени — к 2024 г. IEEE обещает окончательно сформулировать стандарт IEEE 802.11bf со специализированной технологией SENS, превращающий Wi-Fi-устройства в сенсоры, способные определять объекты в пределах досягаемости сигнала.

В перспективе новый стандарт поспособствует развитию интересных технологий. Например, в Вашингтонском университете разработаны гаджеты, которые сделаны из пластика и передают данные по Wi-Fi без использования электроники. Трансляция информации происходит за счёт отражения сигнала маршрутизатора. В перспективе на подобных механизмах можно будет построить системы пассивных сенсоров.

Однако экспертов уже беспокоят потенциальные риски информационной безопасности, которые могут стать причиной утечек персональных данных. Ведь теоретически SENS позволит считывать даже нажатие клавиш на клавиатуре компьютера. К тому же по традиции разработчики увлечены, в первую очередь, реализацией чисто технических аспектов, а не вопросами информационной безопасности. Возможно, в будущем устройства, использующие эту технологию, будут предлагать отключить SENS насовсем. Но нетрудно догадаться, как с этим, к примеру, будут поступать мошенники.

Вот так с помощью технологий беспроводной передачи данных человечество движется к получению способностей, которыми, как ему представляется, его обделила природа. Что из этого получится, покажет только время. И хочется надеяться, что вопросы информационной безопасности будут решены до массового распространения новых технологий.

По материалам **cnews.ru, 3dnews.ru, habr.com, nag.ru, extre**menetworks.com, kaspersky.ru