

“Radio” is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,

К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),

Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ

Обложка: В. М. МУСЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

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

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: [ref@radio.ru](mailto:ref@radio.ru)

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: [advert@radio.ru](mailto:advert@radio.ru)

Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО “Журнал “Радио”, ИНН 7708023424,

р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.10.2019 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:

по каталогу «Роспечати» — 70772;

по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;

по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

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 публикацию в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD 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—2019. 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. 03895-19

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

[www.drweb.com](http://www.drweb.com)  
 Бесплатный номер службы поддержки в России:  
 8-800-333-79-32

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»**

**RINET**  **Internet Service Provider**

Телефон: (495) 981-4571  
 Факс: (495) 783-9181  
 E-mail: [info@rinet.ru](mailto:info@rinet.ru)  
 Сайт: <http://www.rinet.net>



## Ваш номер — ШЕСТОЙ

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

*“Если бы Эдисон не изобрёл электричество — до сих пор бы смотрели телевизор при свечах”.*

**(Школьный курс физики 2030 г.)**

В 2019 г. “семейство” стандартов Института инженеров электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers) IEEE 802.11, известное более как Wi-Fi, отмечает своё двадцатилетие. Одновременно на мировой рынок вышел очередной представитель этого семейства — стандарт Wi-Fi 6, известный ранее как IEEE 802.11ax (анонсирован Wi-Fi Alliance в 2018 г.). Что касается организации Wi-Fi Alliance, то она объединяет крупнейших производителей компьютерной техники и беспроводных устройств, которые в октябре 2018 г. решили ввести упрощённую схему обозначения стандартов Wi-Fi, которые приняты в IEEE. Вместо сложных для глаза и уха неискушённого потребителя названий стандартов IEEE стали использоваться порядковые номера. Поэтому вся история “семейства” теперь выглядит так:

Wi-Fi 1 — IEEE 802.11a (1999 г.);

Wi-Fi 2 — IEEE 802.11b (1999 г.);

Wi-Fi 3 — IEEE 802.11g (2003 г.);

Wi-Fi 4 — IEEE 802.11n (2009 г.);

Wi-Fi 5 — IEEE 802.11ac (2014 г.);

Wi-Fi 6 — IEEE 802.11ax (2019 г.).

Зачем всё это нужно? Унификация Wi-Fi должна помочь производителям проще продвигать фирменное оборудование. Больше не придётся задаваться вопросом, что лучше — ac или n? Вместо этого можно ориентироваться на номер — очевидно, чем он больше, тем современнее.

К тому же довольно часто встречается ситуация, когда пользователи покупают ноутбуки, поддерживающие стандарт, с которым не может работать их домашний роутер. В результате более новое устройство прибегает к механизмам обратной совместимости, когда обмен данными осуществляется с помощью более “древнего” стандарта. В некоторых случаях это может снижать скорость передачи данных на 50...80 %, причём в глазах пользователя во всём будут виноваты ноутбук и его производитель. Для того чтобы наглядно показать, какой стандарт поддерживает тот или иной гаджет, Wi-Fi Alliance и предложил новую маркировку — иконка Wi-Fi, поверх которой указана соответствующая цифра:

Wi-Fi 4 —  ; Wi-Fi 5 —  ; Wi-Fi 6 —  .

Таким образом, в будущем при подключении к Wi-Fi-сети маршрутизатор укажет версию соединения, благодаря чему вы сможете легко выбрать более новый стандарт.

Кстати, термин Wi-Fi придуман изобретателями корпорации Alliance и образован от рекламного слогана The Standard for Wireless Fidelity. Его сначала сократили до Wireless Fidelity, а потом до Wi-Fi.

Теперь несколько слов о происхождении всего вышеуказанного. Как это часто бывает, единственного автора у разработки технологии Wi-Fi, очевидно, не существует. С одной

стороны, конечно, всегда найдутся люди, готовые бескорыстно помочь вам нести тяжкое бремя славы, с другой — когда во многих головах созрели все предпосылки, чрезвычайно трудно выделить именно первую. Так было и с телефоном, и с радио, и с телевидением, и с мобильной связью, и с Wi-Fi тоже было. В целом гений — это существо, способное решать проблемы, о которых вы не знали, способом, который вам непонятен.

Часто "отцом" Wi-Fi называют радиоастронома из Канберры Джона О'Салливана, под руководством которого в 1991 г. в ходе проведения эксперимента в лаборатории CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) по регистрации мини-взрыва чёрной дыры возникла необходимость во внедрении беспроводной сети, технология которой и была разработана в 1991 г.

Однако известно, что ещё в 1990 г. комитет по стандартам IEEE 802 сформировал рабочую группу по стандартам для беспроводных локальных сетей 802.11, когда появились первые образцы оборудования, преодолевшие проблему его несовместимости у разных производителей. Эта группа занялась разработкой всеобщего стандарта для радиооборудования и сетей, работающих на частоте 2,4 ГГц со скоростями доступа 1 и 2 Мбит/с. Работы были завершены в июне 1997 г., когда была ратифицирована первая спецификация 802.11. Говорят, О'Салливан разработал первую версию данного протокола.

Ещё одним "отцом" Wi-Fi называют голландского инженера Вика Хейза, сотрудника корпораций NCR и Agere, который возглавлял в 90-е годы рабочую группу IEEE 802.11 и внёс большой вклад в разработку стандартов. Ещё развитию Wi-Fi помогло открытие в 1985 г. Федеральной комиссией по связи США (FCC) отдельных полос радиочастот для публичного использования, что подстегнуло интерес радиоинженеров к его освоению.

Но оказывается, у Wi-Fi есть ещё и "мать" — известная в 40-е годы голливудская актриса (!) Хэди Ламарр. Именно ей принадлежит патент на "Систему секретных сообщений" (выдан патентным агентством США в 1940 г.), которая исключала риск перехвата информации за счёт возможности изменения частоты (предтеча "скачков по частоте" или frequency hopping, превратившихся в XXI веке в технологию OFDM). 88 радиочастот данной системы соответствовали набору клавиш фортепиано. До начала 60-х годов патент на секретное изобретение не предавался огласке, и только в 1962 г. возможности устройства Хэди Ламарр нашли применение на подводных лодках США, а позже были использованы в разработках IEEE. В 1997 г. Хэди Ламарр удостоилась медали Чести Конгресса США и, кстати, награды IEEE (что многое объясняет).

Стандартом 802.11 определён единственный подуровень MAC (Medium Access Control), взаимодействующий с тремя типами протоколов физического уровня, соответствующих различным технологиям передачи сигналов по

радиоканалам в диапазонах 915 МГц и 2,4 ГГц с широкополосной модуляцией и прямым расширением спектра (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) и частотных скачков (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS), а также с помощью инфракрасного излучения. В зависимости от условий приёма использовалась модуляция, при которой обеспечивалось наилучшее соотношение между скоростью и достоверностью передачи данных (пусть медленнее, но без ошибок).

Используется также метод коллективного доступа с обнаружением несущей и предотвращения коллизий при попытке одновременной передачи пакетов разными передатчиками (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance, CSMA/CA), что напоминает технологию коллективного доступа, используемую в сетях Ethernet.

Диапазон 2,4 ГГц (от 2,4 до 2,4835 ГГц) наиболее интересен для использования, поскольку в нём меньше помех от посторонних источников сигналов. В свою очередь, диапазон 915 МГц не только мал, но и находится в полосе сетей стандарта GSM. В режиме FHSS весь диапазон 2,4 ГГц используется как одна широкая полоса (с 79 подканалов). В режиме DSSS этот же диапазон разбит на несколько широких DSSS-каналов, которых одновременно может быть использовано не более трёх. Метод FHSS предусматривает изменение несущей частоты сигнала при передаче информации. При использовании FHSS конструкция приёмопередатчика получается очень простой, но этот метод применим, только если пропускная способность не превышает 2 Мбит/с. Кстати, эта проблема стала одной из главных причин создания новых версий стандарта.

На MAC-уровне определяются базовые структуры архитектуры сети и перечень услуг, предоставляемых этим уровнем. Стандартом определяются два основных типа архитектуры сетей: Ad Hoc и Infrastructure Mode.

В режиме Ad Hoc, который называют также IBSS (Independent Basic Service Set) или режим Peer to Peer (точка-точка), станции непосредственно взаимодействуют друг с другом. Для этого режима требуется минимум оборудования. Каждая станция должна быть оснащена беспроводным адаптером. При такой конфигурации не требуется создания какой-либо сетевой инфраструктуры, её создают сами клиентские устройства. Основные недостатки режима Ad Hoc — ограниченный радиус возможной зоны обслуживания, проблемы с подключением к внешней сети (например, к Интернету), а также более вероятная перегрузка сети при росте трафика.

В режиме Infrastructure Mode станции взаимодействуют друг с другом не напрямую, а через точку доступа (Access Point), которая выполняет в беспроводной сети роль своеобразного концентратора (аналогично тому, как это происходит в традиционных кабельных сетях). Рассматривают два режима взаимодействия с точками доступа: BSS (Basic Service Set) и ESS (Extended

Service Set). В режиме BSS все станции связываются между собой только через точку доступа, которая может выполнять также функцию моста с внешней сетью. В расширенном режиме ESS существует инфраструктура нескольких сетей BSS, причём точки доступа взаимодействуют друг с другом, что позволяет передавать трафик от одной BSS к другой. Сами точки доступа соединяются между собой либо с помощью сегментов кабельной сети, либо с помощью радиомостов.

Первое коммерческое устройство Wi-Fi под названием WaveLan произвела американская компания AT&T.

Итак, в сентябре 1999 г. IEEE ратифицировал расширение предыдущего стандарта IEEE 802.11b (известное, как 802.11 High Rate), что определяло стандарт для беспроводных сетей, которые работают на скорости 11 Мбит/с в частотном диапазоне 2,4 ГГц. Потом появился стандарт 802.11a с максимальной скоростью передачи данных до 54 Мбит/с в частотном диапазоне 5 ГГц (от 5,15 до 5,350 ГГц и от 5,725 до 5,825 ГГц). И понеслось...

Последний стандарт Wi-Fi 6 ориентирован на увеличение пропускной способности и улучшенную спектральную эффективность в условиях плотной абонентской среды. Он имеет диапазоны 2,4 и 5 ГГц (в перспективе будут добавлены диапазоны 1 ГГц и 6 ГГц) и рассчитан на поддержку устройств предыдущих стандартов и оптимизирован для сценариев с высокой плотностью абонентских устройств и устройств IoT (раньше всего сенсоров и датчиков, которые, как правило, характеризуются редким выходом в эфир с малым количеством передаваемых данных). Алгоритмы, позволяющие точкам доступа согласовывать время следующего выхода в эфир, второе увеличивают срок эксплуатации их аккумуляторов. Временной интервал можно эффективно дробить для большого количества устройств Интернета вещей (IoT), обеспечивая тем самым предсказуемый сервис. Например, прибору учёта воды достаточно выходить в эфир хотя бы раз в день, но уж точно не 20 раз в секунду. Согласно прогнозу Организации экономического сотрудничества и развития (OECD), к 2022 г. с развитием IoT среднее число подключённых к Интернету устройств в доме составит около 50 (в настоящее время — до 10).

Шестое за 20 лет существования технологии поколение Wi-Fi не несёт принципиальных изменений, однако специалисты ожидают от него возрастания воздействия на бизнес-среду. Сегодня многие участники рынка работают над развитием экосистемы партнёров, что характеризуется проектами, связанными не только с совместимостью оборудования, терминальных устройств, но и с обеспечением плавного роуминга, бесшовного перехода между сетями Wi-Fi и LTE (а затем и 5G), комфортного подключения к публичным сетям Wi-Fi. Ожидается, что Wi-Fi 6 и 5G с их новыми скоростями стимулируют волну инноваций, появление новых бизнес-моделей, изменят подходы к ведению бизнеса в разных сферах деятель-



ности. Достаточно вспомнить, насколько LTE сумел изменить роль смартфона в жизни каждого человека. Возможно пересечение зон применения Wi-Fi 6 и 5G, где могут использоваться обе технологии. Например, в условиях высокой динамики и мобильности бизнеса фиксированный беспроводной доступ на 5G может оказаться наиболее подходящим вариантом для микрофилиалов. То же самое можно сказать и об организации доступа для устройств IoT или для сетевого обслуживания критически важных приложений (в силу более высокой помехозащищённости 5G).

Но тут есть одна оговорка: все эти клиенты должны обязательно поддерживать Wi-Fi 6, поэтому "старые" гаджеты окажутся "за бортом". Исторически при выходе нескольких устройств в эфир возникали коллизии (если эфир занят, устройство вынуждено переводиться в спящий режим). По мере повышения плотности подключаемых устройств применение такого механизма становится невозможным, и переход к технологии OFDMA позволяет гарантировать меньшую задержку. В восходящем канале Wi-Fi 6 предусмотрен планировщик ресурсов. Устройство "договаривается"

кола безопасности Wi-Fi за последние 14 лет, которое будет использоваться в Wi-Fi 6. Устройства, использующие WPA3, будут устойчивы к самому популярному методу взлома путём брутфорса, когда хакер пытается подобрать пароль всеми допустимыми комбинациями символов. Безопасность гарантирует новый механизм аутентификации SAE (Simultaneous Authentication of Equals) с усиленным шифрованием. Также примечательно, что поддержка протокола безопасности WPA3 является обязательным требованием для сертификации Wi-Fi 6.

В Wi-Fi 6 появится поддержка технологии MU-MIMO, которая позволяет маршрутизатору обмениваться данными с несколькими устройствами одновременно вместо поочерёдной передачи. В Wi-Fi 5 технология MIMO (Multiple Input Multiple Output) позволяла транслировать данные четырём клиентам с помощью разных поднесущих. В Wi-Fi 6 число возможных подключений устройств увеличили до восьми. В Wi-Fi Alliance заявляют, что системы MU-MIMO в купе с OFDMA помогут организовывать максимальную многопользовательскую передачу данных со скоростью до 11 Гбит/с по нисходящей линии связи.

Если смотреть на Wi-Fi 6 шире, то усиление поддержки многопользовательских технологий, и особенно введение поддержки одновременного приёма сигнала от нескольких пользователей, совпадает с ростом требований к качеству обработки пользовательских данных, которые будут собираться с устройств IoT и обрабатываться с помощью технологий искусственного интеллекта. В будущем новый стандарт может быть интегрирован в экосистему цифровой экономики. Основные отличия между Wi-Fi 4, Wi-Fi 5 и Wi-Fi 6 приведены в таблице.

Лидеры отрасли, в частности, Qualcomm, полагают, что в будущем для адекватного качества сервиса сетям Wi-Fi потребуются более широкий диапазон, чем могут обеспечить стандартные 2,4 ГГц и 5 ГГц. Диапазон 2,4 ГГц уже давно заполнен разными электронными устройствами, а 5 ГГц представляет недостаточную полосу для каналов повышенной ширины (например, 80 или 160 МГц), к тому же отдельные части диапазона 5 ГГц (в том числе в РФ) подразумевают ограничения на его использование. Компания Qualcomm предложила выделить в свободной области частот в районе 5 ГГц полосу шириной около 1280 МГц под открытые информационные технологии. В ответ на публичный опрос, проведённый FCC в июле 2017 г., более 30 компаний, включая Qualcomm, внесли предложение, в котором утверждается, что полоса частот от 5925 до 7125 МГц (так называемый диапазон 6 ГГц) — именно то, что отвечает всем требованиям следующего поколения широкополосных беспроводных средств связи общего назначения. Применительно к Wi-Fi это предложение означает, что диапазон 6 ГГц будет открытым и будет подразделяться на четыре поддиапазона с различными техническими требованиями, в том числе в части помехозащищённости.

Стандарт	802.11n (Wi-Fi 4)	802.11ac (Wi-Fi 5)	802.11ax (Wi-Fi 6)
Год утверждения	2009	2014	2019
Диапазон частот, ГГц	2,4 и 5	5	2,4 и 5 (в перспективе 1 и 6)
Ширина канала, МГц	20, 40 (опционально)	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40 (2,4 ГГц); 80, 80+80, 160 (5 ГГц)
Размер FFT	64, 128	64, 128, 256, 512	64, 128, 256, 512, 1024, 2048
Частотный интервал между поднесущими, кГц	312,5	312,5	78,125
Длительность передачи символа OFDM, мс	3,6 (с коротким интервалом), 4 (с длинным интервалом)	3,2 (контрольная сумма — 0,4/0,8 мс)	12,8 (контрольная сумма — 0,8/1,6/3,2 мс)
Предельный вид модуляции	64-QAM	256-QAM	1024-QAM
Скорость передачи данных, Мбит/с	54...600 (максимум из четырёх потоков)	433 (80 МГц, один поток), 6933 (160 МГц, восемь потоков)	600 (80 МГц, один поток), 9607,6 (160 МГц, восемь потоков)
Поддержка SU/MU-MIMO-OFDMA	SU-MIMO-OFDM	SU-MIMO-OFDM, MU-MIMO-OFDM	MU-MIMO-OFDM

Что касается отличия Wi-Fi 6 от предыдущего поколения стандарта, прежде всего, это производительность. Wi-Fi 6 обеспечивает максимальную скорость до 9,6 Гбит/с. Новый стандарт поддерживает модуляцию до 1024-QAM (Wi-Fi 5 — до 256-QAM). То есть теперь в единице спектра можно разместить значительно больше информации. Впрочем, максимальные скорости являются лишь теоретическими максимумами, которых вы вряд ли когда-либо достигнете при обычном использовании Wi-Fi в домашних условиях. А если и достигнете, не очень понятно, для чего это можно использовать. Например, средняя скорость загрузки данных в США порядка 72 Мбит/с, что менее 1% от теоретической максимальной скорости.

Ещё одно важное преимущество технологии — меньшая задержка (что, кстати, крайне важно в 5G). Для кодирования используются сигналы в радиointерфейсе OFDMA (а не OFDM). По сути, эта технология является многопользовательской версией OFDM. Она позволяет делить сигнал на поднесущие частоты и выделять их группы для обработки отдельных потоков данных. Это позволит синхронно транслировать данные сразу нескольким клиентам Wi-Fi 6 с усреднённой скоростью.

с точкой доступа о том, когда нужно выйти в эфир. Проще говоря, OFDMA контролирует скорость передачи данных и вероятность ошибок индивидуально для каждого пользователя сети и позволяет одновременно передавать информацию от девяти устройств.

Технология целевого времени пробуждения (Target Wake Time, TWT) по большей части предназначена для устройств IoT и позволит точке доступа определять конкретное время для доступа к среде в процессе обмена информацией между клиентом и маршрутизатором. TWT определяет время, когда устройство бездействует, а когда работает. Если оно не передаёт данные в конкретный промежуток времени (например ночью), его Wi-Fi-подключение "засыпает". Для каждого устройства устанавливается "целевое время пробуждения" — момент, когда условный ноутбук всегда передаёт данные (например, в рабочие часы в корпоративных сетях). В такие периоды режим сна активироваться не будет. Поддержка функции снизит общее энергопотребление сети и, соответственно, уменьшит расход батареи и уменьшит загрузку сети.

В 2018 г. Wi-Fi Alliance представил WPA3 — крупнейшее обновление прото-

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

Ноябрь 2019 год

Принимая во внимание то, что стандарт Wi-Fi 6 в настоящий момент находится в разработке, а США входят в число стран, принимающих решение об открытии диапазона 6 ГГц, рабочая группа IEEE закрепила поддержку этого диапазона в стандарте Wi-Fi 6. Объявление диапазона 6 ГГц, который появится в устройствах Wi-Fi 6 второй волны, открытым является привлекательным решением для компаний, поскольку в этом случае они смогут использовать данную полосу частот без дополнительных согласований. Ожидается, что это станет новым стимулом для инноваций и инвестиций, которые в результате приведут к так называемой "четвёртой технологической революции".

Впрочем, Wi-Fi 6 — это лишь один из многих разрабатываемых в настоящее время новых стандартов беспроводной связи, которые будут определять требования к разнообразным сетям с различными типами устройств. В частности, новые стандарты, от 802.11aj/ay, которые предполагают скорости порядка десятков гигабит в секунду в миллиметровом диапазоне (60 ГГц), до низкочастотных (до 1 ГГц) спецификаций, например, 802.11ah, который предлагает относительно низкую пропускную способность при большей дальности действия (актуально для устройств IoT), войдут в перечень стандартов 5G, регламентирующих использование открытых и специальных (требующих дополнительного согласования) диапазонов частот.

Ожидается, что первые устройства с поддержкой Wi-Fi 6 появятся на рынке в начале 2020 г. Они будут обозначены соответствующей маркировкой. Однако участники ИТ-сообщества видят у Wi-Fi 6 большой минус в контексте внедрения технологии. Ведь ощутимый результат перехода на Wi-Fi 6 окажется заметен только в том случае, если все устройства сети будут поддерживать новый стандарт. А с этим определённно возникнут проблемы.

Некоторые маршрутизаторы уже могут содержать информацию о том, что они поддерживают технологию 802.11ah, но на самом деле настоящего Wi-Fi 6 ещё нет, как нет и доступных клиентских устройств Wi-Fi 6.

Wi-Fi Alliance ожидает, что стандарт будет завершён, а аппаратное обеспечение будет выпущено в 2019 г. Впрочем, всем потенциальным пользователям не стоит даже думать об этом слишком много: в будущем новые маршрутизаторы, смартфоны, планшеты, ноутбуки и другие Wi-Fi-устройства будут поставляться с этой технологией.

Остаётся напомнить, что релиз Wi-Fi 6 ожидается в декабре 2019 г.

По материалам [wifigid.ru](http://wifigid.ru),  
[connect-wit.ru](http://connect-wit.ru), [cisco.com](http://cisco.com),  
[vedomosti.ru](http://vedomosti.ru), [if24.ru](http://if24.ru), [trashbox.ru](http://trashbox.ru),  
[tadviser.ru](http://tadviser.ru), [habr.com](http://habr.com), [itweek.ru](http://itweek.ru),  
[fb.ru](http://fb.ru), [kunegin.com](http://kunegin.com), [network.xsp.ru](http://network.xsp.ru),  
[nix.ru](http://nix.ru)

## МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, ATmega и других на заказ.

Сбор данных, передача на сервер, управление, свет, звук, CAN и LIN, генерация сигналов, измерения и т. д.

E-mail: [micro51@mail.ru](mailto:micro51@mail.ru)  
т. +7-912-619-5167

\* \* \*

### Для Вас, радиолюбители!

РАДИО элементы, наборы, материалы, корпуса — наложенным платежом.

От Вас — оплаченный конверт для каталога.

**426072, г. Ижевск, а/я 1333.**

ИП Зиннатов РК.

Тел. 8-912-443-11-24,

**[rte-prometej@yandex.ru](mailto:rte-prometej@yandex.ru)**

\* \* \*

СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ, СВЕТИЛЬНИКИ И ВСЁ ТАКОЕ...

**[www.new-technik.ru](http://www.new-technik.ru)**

\* \* \*

SDR приёмники и аксессуары:  
**[www.radiospy.ru](http://www.radiospy.ru)**