

# Шесть способов организовать подключение к Интернету для приложений IoT

Р. Беддор

УДК 004.7:621.3 | ВАК 05.13.15

Скорее всего, вы подключены к Интернету через сотовую связь, Wi-Fi или Ethernet. Эти методы подключения широко распространены в бытовой электронике, но для граничных узлов (edge nodes) Интернета вещей (IoT) ситуация может быть иной. В отличие от потребителей, большинство периферийных устройств (edge devices) IoT не проверяет электронную почту и не транслирует фильмы, поэтому им не требуются высокие скорости передачи данных, используемые в бытовой электронике. Решения для IoT часто состоят из сотен или тысяч подключенных периферийных устройств (рис. 1). Типичные проектные ограничения, такие как стоимость и энергопотребление, усиливаются по мере добавления дополнительных периферийных устройств. В такой ситуации способ подключения вашего продукта к Интернету может определить, будет он успешным или нет. В статье приведен обзор наиболее распространенных типов подключения, используемых в приложениях Интернета вещей. Приведенная информация поможет оценить различные варианты и выбрать оптимальный способ подключения для вашего IoT-приложения.

## ETHERNET

Ethernet – это быстрый и надежный способ подключения к Интернету. Обычно используемый в промышленной автоматизации и автоматизации зданий, Ethernet лучше всего подходит для систем, которые включают в себя множество узлов в одной сети.

Поскольку Ethernet является проводным, это также по своей сути очень безопасный метод подключения.



Рис. 1. Интернет вещей (IoT) состоит из сотен или тысяч устройств, подключенных к одной сети

Существует также возможность питания устройства через кабель Ethernet с помощью технологии Power Over Ethernet (PoE), что устраняет необходимость в отдельном модуле питания.

Однако использование кабелей создает серьезные проблемы при проектировании и, конечно, имеет смысл не для каждого приложения. Узлы, подключенные через Ethernet, должны находиться рядом с роутером. Даже в приложениях с короткими расстояниями, таких как автоматизация частных домов и других зданий, прокладка Ethernet-кабелей представляет собой серьезную проблему. В современных зданиях автоматизированные системы освещения монтируются во время строительства, но установка системы Ethernet IoT в здании, заранее не спроектированном для этого, часто оказывается невозможной.

## WI-FI®

Беспроводная природа Wi-Fi – нашего любимого способа подключения к Интернету – невероятно привлекательна. Wi-Fi поддерживается наиболее распространенными устройствами и не содержит ограничений на подключение, связанных с использованием кабелей, присущих Ethernet.

Несмотря на широкое распространение Wi-Fi, добавить возможность Wi-Fi-подключения во встраиваемую



**Рис. 2.**  
Популярный вариант доступа к Интернету в бытовой электронике, Wi-Fi дает преимущества высокоскоростного и беспроводного подключения

систему, как правило, сложно. Wi-Fi привлекателен, потому что он беспроводной и быстрый (рис. 2), но эти функции достигаются за счет уязвимостей в безопасности и энергопотребления. В результате, проекты Интернета вещей на основе Wi-Fi требуют от инженера соблюдения тонкого баланса безопасности, потребляемой энергии и стоимости.

К счастью, сегодня существуют решения, которые помогают инженерам преодолевать эти препятствия. Использование модуля Wi-Fi, оптимизированного для Интернета вещей, упростит ваш дизайн и сэкономит время разработки. Такие модули, как WINCI500, полностью сертифицированы, поддерживают протоколы безопасности и оптимизированы для устройств с батарейным питанием, что позволяет подключаться посредством Wi-Fi без ущерба для стоимости и энергопотребления.

### LPWAN (LOW-POWER WIDE-AREA NETWORK – ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СЕТЬ ДАЛЬНОГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ)

LPWAN реже встречаются в потребительских товарах, поэтому вы, возможно, не так хорошо с ними знакомы. Но значительная часть приложений IoT связана с охватом обширных территорий, например при мониторинге окружающей среды.

Преимущество использования Интернета вещей для мониторинга окружающей среды заключается в возможности отслеживать сельские, прибрежные и труднодоступные районы (рис. 3). Проблема здесь в том, что вы не можете, например, быстро перезарядить устройство, плавающее в Марианской впадине, или подключиться к Wi-Fi в пустыне Мохаве.

При типичном использовании LPWAN радиус ее действия составляет примерно 10 км. Данные передаются с очень низкой скоростью, но если ваше решение для IoT не проверяет электронную почту и не передает видеоданные, вам, вероятно, не понадобится высокоскоростное соединение.



**Рис. 3.** Сельское хозяйство – идеальное применение LPWAN, потому что эти сети могут покрывать большие площади, потребляя при этом очень мало энергии

Хотя LPWAN обычно используются в сельском хозяйстве и в удаленных областях, у них есть и другие применения. Растет их городское использование, и одна из крупнейших коммерческих LPWAN для IoT в Северной Америке применяется для отслеживания транспортных средств на аукционах.

Существует два распространенных протокола LPWAN: LoRaWAN™ и Sigfox. Одно из различий между ними – стоимость. Sigfox – это услуга на основе подписки, которая работает аналогично сотовой связи. Если Sigfox доступен в вашем регионе, вы можете подключиться через местного провайдера, оформив подписку. С помощью LoRaWAN разработчики могут избежать абонентской платы, создав сеть «сделай сам», но большинство по-прежнему предпочитает использовать инфраструктуру шлюза LoRa местного сетевого провайдера и вносить плату за использование.

### СОТОВАЯ СВЯЗЬ

За исключением сугубо сельских и отдаленных районов, сотовая связь покрывает весь мир. Для встраиваемых систем, которым необходим такой охват, сотовая связь – единственный вариант. Однако это дорого. Вы должны пользоваться услугами оператора, и вы не можете создать свою собственную сеть без разрешения государственных органов. Стоимость встраиваемых компонентов и услуг оператора часто перевешивает преимущества обширного охвата, обеспечиваемого сотовыми сетями.

Тем не менее важно различать сотовую сеть, используемую для подключения устройств, и счет, который вы оплачиваете один раз в месяц за свой телефон. Сотовые сети, ориентированные на IoT, начинают конкурировать с LPWAN. Растущая сеть сотовой связи для Интернета вещей – LTE CAT-M. Буква М означает «машина»,

и это вариант с более низкой скоростью, более низкой стоимостью и меньшим энергопотреблением, оптимизированный для Интернета вещей. В то время как ваш счет за сотовую связь может быть значительным, тарифный план CAT-M составляет около семи долларов в месяц за 5 Мбайт данных. Другие варианты сотовых подключений для IoT – CAT-0, CAT-1 и более новый NB-IoT (NB – Narrow Band, «узкополосный»).

По мере развертывания 5G мы можем ожидать, что эта технология будет стимулировать инновации в IoT. Более высокие скорости 5G могут способствовать большему прогрессу в передовых приложениях IoT, таких как автономные транспортные средства, хотя и по более высокой цене, чем при использовании сетей, ориентированных на IoT. Покрытие 5G далеко не так масштабно, как у LTE или 3G, но оно расширяется. Некоторые отраслевые аналитики предсказывают, что в ближайшие пять лет 5G охватит до 20% населения мира.

## СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ

Сотовая связь может покрывать большую часть густонаселенного мира, но что делать, если вы хотите подключить устройства на обширных безлюдных территориях?

Спутниковая связь используется для приложений IoT, таких как транспортная логистика, в удаленных регионах Земли, которые не обслуживаются сотовой связью (рис. 4). Хотя ожидается, что по мере развития спутниковых технологий ситуация будет меняться, сейчас разработка IoT-приложения с использованием спутников не так удобна как с применением других вариантов подключения. Многие спутниковые группировки зарезервированы для использования в оборонных целях, но вы можете приобрести модули у компаний Iridium® и ORBCOMM®.



**Рис. 4.** Хотя спутники полезны для удаленных районов мира, не охваченных услугами сотовой связи, в настоящее время возможности их коммерческого использования для Интернета вещей ограничены

## BLUETOOTH®

Вы, вероятно, уже знакомы с Bluetooth. И классический (Classic) Bluetooth, и Bluetooth с низким энергопотреблением (Bluetooth Low Energy, BLE) имеют максимальную дальность действия более 100 м, но обычно используются для устройств, которые находятся в пределах нескольких метров друг от друга. В повседневной жизни мы видим Bluetooth в аксессуарах для наших телефонов и ПК – наушниках, клавиатурах и дисплеях.

Bluetooth отлично подходит для бытовой электроники, потому что он обладает низким энергопотреблением (особенно BLE), широко поддерживается и обеспечивает быстрое соединение.

В отличие от Wi-Fi, Bluetooth не подключается напрямую к Интернету. Для подключения вам нужно будет использовать шлюз. Хотя настройка собственного шлюза может показаться сложной задачей, зачастую это так же просто, как подключение к мобильному устройству, которое подключается к Интернету через Wi-Fi.

Bluetooth 5.0 – это новая версия, которая расширяет диапазон действия Bluetooth, чтобы его можно было использовать в домашних сетях. В то время как классический Bluetooth и Bluetooth LE обычно применяются для подключения устройств, расположенных на расстоянии нескольких метров друг от друга, с помощью Bluetooth 5.0 вы можете подключить весь дом. Этот расширенный диапазон позволяет использовать Bluetooth для домашней автоматизации, освещения и в промышленных приложениях.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

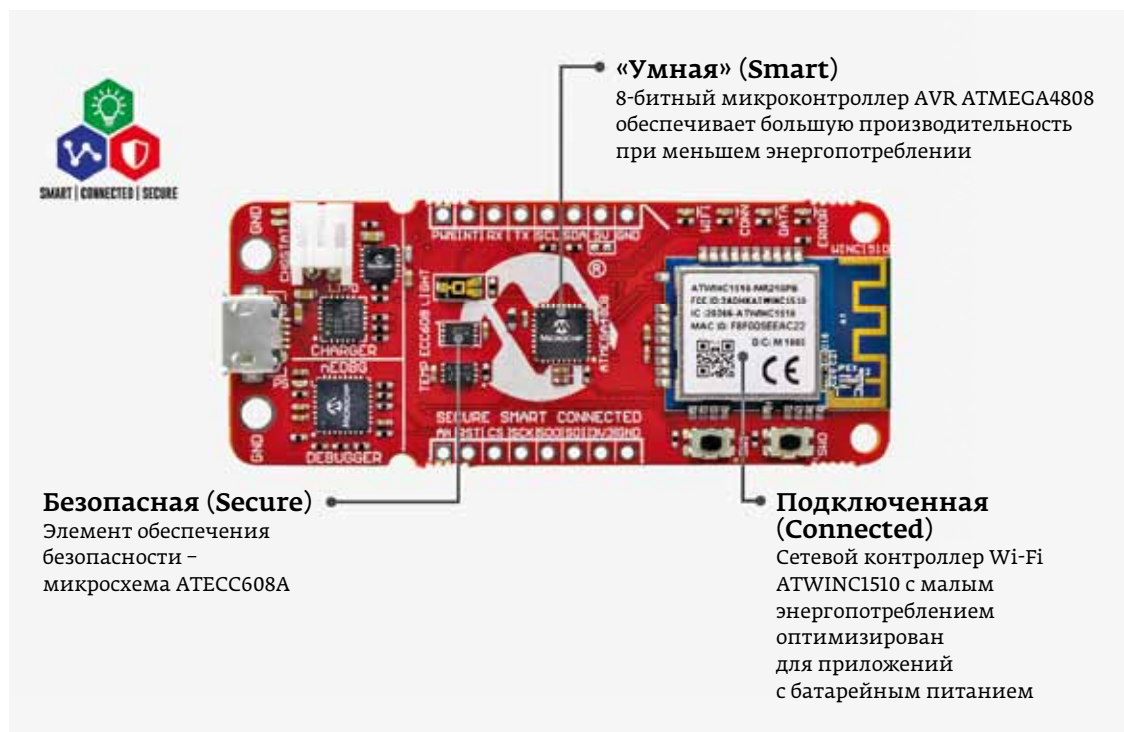
Основное различие рассмотренных методов подключения – простота реализации. Широко используемые сети, такие как Wi-Fi и Bluetooth, часто являются самым простым способом оценить и изучить проекты Интернета вещей. Эти сети не требуют от вас создания собственного шлюза или оплаты услуг провайдера.

Потребителям доступно несколько модулей прототипирования для Wi-Fi и Bluetooth, и многие из них поставляются с открытым исходным кодом и руководствами по их программированию. Рекомендуется использовать модули связи, поскольку это делает решение более гибким. Когда придет время адаптировать ваш проект для другой сети, вы можете заменить модуль вместо того, чтобы начинать с нуля.

## УПРОЩЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Подключение к Интернету – это лишь одна из составляющих решения для Интернета вещей. Системы Интернета вещей должны быть «умными» (smart), подключенными (connected) и безопасными (secure). Это приводит к необходимости использования трех электронных компонентов: микроконтроллера, модуля для подключения





**Рис. 5.** Макетная плата AVR-IoT WG предварительно настроена для безопасного подключения к Google Cloud

и элемента обеспечения безопасности (secure element). Сложность проектирования решений для Интернета вещей связана с интеграцией этих трех компонентов.

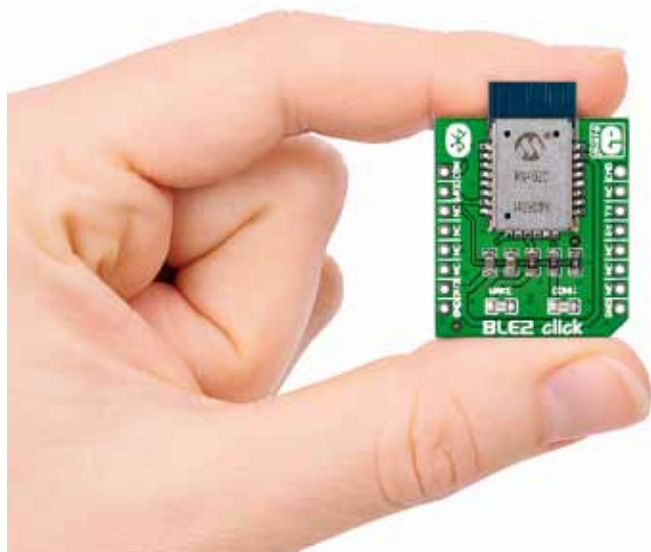
Макетная плата AVR-IoT WG компании Microchip (рис. 5) является примером выполненной в соответствии с современными требованиями платформы для разработки Wi-Fi-приложений. Плата предварительно настроена для безопасного подключения к Google Cloud. Благодаря элементу обеспечения безопасности, контроллеру Wi-Fi и микроконтроллеру на одной плате вы можете

пропустить большую часть рутинной работы и перейти к тому, что действительно важно: внедрению инноваций и более быстрому выводу своего IoT-продукта на рынок.

Arduino Uno WiFi Rev 2 также предлагает компоненты, позволяющие сделать систему «умной», подключенной и безопасной. Платформу Arduino поддерживает активное сообщество разработчиков, для нее существует множество руководств и открытых исходных кодов, доступных в Интернете.

MikroElektronika Click Board™ (рис. 6) – это модули для быстрого прототипирования, которые подключаются непосредственно к макетной плате AVR-IoT WG или через платы расширения (shields) для Arduino Uno WiFi Rev 2. Благодаря нескольким доступным вариантам, включая различные модули LoRa и Bluetooth, эти платы предлагают отличный способ добавить возможность подключения в ваше решение для Интернета вещей на этапе прототипирования.

С помощью удобных инструментов, таких как Arduino и плата разработки AVR-IoT WG, создание устройства IoT стало еще более доступным. Независимо от того, являетесь ли вы профессиональным разработчиком встраиваемых систем, производителем или просто любознательным подписчиком блога по электронике, вы способны построить сеть для Интернета вещей. Такая впечатляющая доступность, в сочетании со все более широким распространением концепции «связанного мира» (connected world), гарантирует, что возможность подключения будет самым активным образом способствовать прогрессу. ●



**Рис. 6.** Модуль MikroElektronika BLE2