

УДК 004.735

ZIGBEE – ПРОТОКОЛ СОВРЕМЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**Закалюжный А.А., Кудряшев С.Б.***Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: zakalzhnyy-95@yandex.ru*

В данной статье рассмотрен протокол современной технологии беспроводной передачи данных ZigBee, его основные характеристики, достоинства и недостатки, история развития. Приведена краткая история возникновения и использования беспроводных сетей, в том числе и беспроводных сенсорных сетей, а также основные принципы их построения и функционирования. Раскрыто понятие популярной в настоящее время тенденции интернета вещей, а также промышленного интернета вещей. Произведен сравнительный анализ рассматриваемого протокола ZigBee с другими существующими протоколами беспроводной передачи информации, такими как Wi-Fi и Bluetooth. Рассмотрены основные характеристики и области применения каждой из приведенной выше технологий. На основе проведенного анализа даются практические рекомендации по выбору той или иной беспроводной технологии в конкретном проекте разработчика.

Ключевые слова: Интернет вещей, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, датчики, беспроводная сеть, частотный диапазон

ZIGBEE – PROTOCOL OF MODERN WIRELESS DATA TRANSMISSION TECHNOLOGY**Zakaluyzhnyy A.A., Kudryshov S.B.***Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: zakalzhnyy-95@yandex.ru*

The protocol of modern technology of wireless data transmission ZigBee, its main characteristics, advantages and disadvantages, history of development is considered in this article. A brief history of the emergence and use of wireless networks, including wireless sensor networks, as well as the basic principles of their construction and operation is given. The notion of the currently popular trend of the Internet of things, as well as the industrial Internet of things, is disclosed. A comparative analysis of the ZigBee protocol in question with other existing protocols for wireless information transmission, such as Wi-Fi and Bluetooth. The main characteristics and application areas of each of the above technologies are considered. On the basis of the analysis, practical recommendations are given for choosing a particular wireless technology in a specific project of the developer.

Keywords: Internet of Things, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, sensors, wireless network, frequency range

Интернет вещей или Internet of Things – методология вычислительной сети физических предметов, оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека. Если говорить более простым языком, то данное определение можно описать как единую сеть, соединяющую окружающие нас объекты реального мира и виртуальные объекты; концепция связи большого количества электронных устройств в общую сеть. Они общаются между собой через интернет: передают друг другу информацию и реагируют на неё. Например, собирают данные о погоде со всех концов Земли, управляют офисными зданиями или сообщают пути объезда, если впереди на дороге образовалась пробка. [1, 6].

Тенденция интернета вещей с каждым днем становится все популярнее и популярнее. Чаще всего понятие интернета вещей неразрывно связано с чем-то умным: «умный транспорт», «умные дома», «умные

предприятия». Одним из важнейших направлений развития интернета вещей является промышленный интернет вещей. Предполагается, что в будущем «вещи» станут активными участниками бизнеса, информационных и социальных процессов, где они смогут взаимодействовать и общаться между собой, обмениваясь информацией об окружающей среде, реагируя и влияя на процессы, происходящие в окружающем мире, без вмешательства человека [7]. Для того, чтобы обеспечить масштабное внедрение промышленного интернета вещей в жизнь человечества, должно быть совершенно еще множество технических усовершенствований. К ним относятся снижение стоимости хранения данных, уменьшение расхода энергии на беспроводную передачу данных и повышение уровня доступности сети. Подведение всех протоколов беспроводной передачи данных под единый стандарт тоже является необходимым условием развития промышленного интернета вещей.

В промышленности беспроводные сети передачи данных применяются уже более 30 лет. В прошлом они обычно представляли собой проприетарные технические

решения в диапазоне ниже 1 ГГц. В них использовалась простая амплитудная или частотная модуляция. Радиотракты для таких видов модуляции легко собирались из пригоршни дискретных элементов. К недостаткам такого подхода относятся полное отсутствие защиты информации и ограниченная полоса.

За последние два десятилетия был разработан ряд стандартов надёжной беспроводной связи. Из последних большинство обеспечивают достаточную для широкого применения защиту информации. Кроме того, в 80-х появилось несколько новых частотных диапазонов свободного использования, включая диапазоны 2,4 и 5 ГГц. На сегодняшний день внедрение стандартизованных решений радиосвязи стало экономически эффективным и безопасным средством для устройств мониторинга и управления, работающих в удалённых условиях или на промышленном предприятии. Возникает вопрос оптимального выбора стандарта беспроводной связи из множества доступных [5].

В последнее время наибольшее распространение приобретают беспроводные сенсорные сети. Беспроводная сенсорная сеть представляет собой самоорганизующуюся сеть множества исполнительных механизмов, а именно – датчиков и устройств, объединённых между собой посредством радиоканала. Среди сенсорных беспроводных сетей особенное значение имеет протокол ZigBee.

У истоков протокола стоит организация ZigBee Alliance, отвечающая за его развитие и продвижение, а также за сертификацию оборудования. Впервые ZigBee был представлен публике в 2004 году. Через год спецификации первой версии протокола были утверждены, и он стал внедряться в конечные устройства [3].

ZigBee – протокол верхнего уровня, базирующийся на беспроводном стандарте IEEE 802.15.4, позволяющим настраивать поверх радиосигнала различные протоколы. Zigbee предназначался для сетей из распределённых по значительной площади маломощных датчиков. Данный протокол связи использует ячеистую сетевую структуру, которая обеспечивает надёжную связь между узлами сети, криптографическую защиту данных, изолированные методы экономии энергии. Так, в протоколе Zigbeets предусмотрено быстрое включение и выключения прибора. Устройства ZigBee компактны и имеют невысокую стоимость.

Стандарт позволяет использовать каналы в нескольких частотных диапазонах. Наибольшая скорость передачи и наилучшая помехоустойчивость достигаются в диапазоне от 2,4 до 2,48 ГГц. В этом диапазоне предусмотрено 16 каналов по 5 МГц.

Однако, помимо перечисленных достоинств, у рассматриваемого протокола есть и существенные недостатки. Один из них – низкая скорость передачи данных. Средняя скорость передачи полезных данных, в зависимости от загрузки сети и числа ретрансляций, составляет от 5 до 40 кбит/с, хотя для работы с датчиками этой скорости вполне достаточно. Другим важным недостатком являются проблемы с совместимостью оборудования. Вызваны они целым рядом причин. Начнем с того, что стандарт пережил несколько обновлений – в 2006, 2007 и 2012 годах. Разумеется, авторы новых спецификаций уделили внимание вопросам совместимости, однако, практика показывает, что гаджеты разных стандартов в рамках одной сети лучше не использовать [4].

Прямыми конкурентами стандарта ZigBee являются такие известные сети, как Bluetooth и Wi-Fi. Рассмотрим особенности каждой из них [5].

Стандарт Wi-Fi или IEEE 802.11a/b/g/n является самым распространённым техническим решением организации беспроводной TCP/IP сети для пользовательских и промышленных устройств. Название Wi-Fi произошло от сокращения словосочетания Wireless Fidelity (точная беспроводная связь) и является стандартом связи устройств в беспроводной локальной вычислительной сети. Комитет, который координирует этот стандарт, ставил перед собой задачу создать как можно лучшую замену проводной сети TCP/IP. Среди приоритетными были параметры безопасности и скорости передачи данных. В результате этого пропускная способность 802.11n больше, чем у любого иного стандарта беспроводной связи ближнего радиуса действия. К недостаткам относится большая потребляемая мощность и необходимость в больших вычислительных ресурсах для эффективного обслуживания стека протоколов 802.11. В образовавшейся из-за этих недостатков свободной нише рынка возник ряд стандартов для устройств с расходом энергии.

Стандарт Bluetooth предназначен для организации персональной сети, которая окружает человека или интеллектуальное устройство и не требует значительно-

Общая классификация основных стандартов
беспроводной передачи данных

Характеристика	ZigBee	Bluetooth	Wi-Fi
Частотный диапазон, МГц	2400–2483	2400–2483	2412–2484
Скорость передачи данных, кбит/с	250	721	11000/54000
Дальность связи, м	200	Класс 1 – 100 Класс 2 -10 Класс 3 -1	100
Потребление тока (active, sleep), мА/мкА	30/1	70/20	450
Модуляция, доступ к среде	DSSS	FHSS	DSSS
Топология системы	«Точка – точка», «звезда», сеть	«Точка – точка», «звезда», сеть	«Точка – точка», «звезда»

го расхода энергии. Стандарт соответствует требованиям быстрого соединения, простоты человеко-машинного интерфейса и малого потребления энергии. В персональной сети допускается весьма близкое взаимное расположение множества передатчиков – в Bluetooth применяется синхронизация всех устройств во избежание наложения сигналов их передатчиков. При разработке Bluetooth также учитывалось обеспечение устойчивости к помехам от Wi-Fi устройств, с применением алгоритма скачкообразной перестройки частоты, чтобы сообщения Bluetooth устройств могли передаваться даже при одновременной активности в нескольких каналах Wi-Fi. Наконец, в силу очень малой мощности своего передатчика связь по Bluetooth меньше подвержена влиянию многолучевого распространения, по сравнению со связью по Wi-Fi. Благодаря этому для применения Bluetooth не требуется глубокое изучение и планирование радиобстановки в месте эксплуатации. Система весьма устойчива к воздействию посторонних и взаимных помех.

По рассмотренным протоколам беспроводных сетей составим таблицу общей классификации основных стандартов беспроводной передачи данных [2].

По вышеописанному можно сделать вывод, что на практике разделение между всеми стандартами беспроводной связи носит условный характер. Стандарты перекрываются друг другом и могут конкурировать в одних и тех же проектах. Каждый из рассмотренных стандартов имеет свои преимущества. Однако они не настолько серьезны, поэтому часто выбор той или иной технологии беспроводной связи зависит от субъективных предпочтений разработчика или определяется какими-либо внешними специфическими условиями. Это могут быть:

- Наличие развитой инфраструктуры. Например, известно, что во всех крупных городах в данный момент существует и активно развивается сеть точек доступа Wi-Fi. Понятно, что в данной ситуации разработчику наиболее целесообразно использовать в своей разработке модули стандарта Wi-Fi.

- Наличие высокого уровня стандартизации и широкая поддержка стандарта множеством устройств различных производителей. В этом случае абсолютными лидерами являются стандарты Bluetooth и Wi-Fi.

- Возможность покрытия беспроводной сетью обширных территорий при сохранении низкого энергопотребления. С этой точки зрения наиболее перспективным является стандарт ZigBee.

Список литературы

1. Закалюжный А.А., Кудряшев С.Б. Интернет вещей в системе контроля метеорологических параметров технологической среды при совершении логистических операций // Журнал гуманитарных наук. – 2017. – №17.
2. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM [Электронный ресурс]. URL: http://www.wireless-e.ru/articles/technologies/2011_4_6.php (дата обращения: 05.10.2017).
3. Протокол ZigBee: беспроводные технологии на службе «умного» дома [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ferra.ru/ru/digihome/review/SmartHome-ZigBee/> (дата обращения: 02.10.2017).
4. Сети ZigBee. Зачем и почему? [Электронный ресурс]. – URL: <https://habrahabr.ru/post/155037/> (дата обращения: 08.10.2017).
5. WiFi, Bluetooth или Zigbee – какой стандарт лучше? [Электронный ресурс]. – URL: <http://ua.automation.com/content/wifi-bluetooth-ili-zigbee-kakoj-standart-luchshe> (дата обращения: 08.10.2017).
6. Амперка. Интернет вещей [Электронный ресурс]. – URL: <http://amperka.ru/product/yodo-iot> (дата обращения: 26.09.2017).
7. Интересные публикации Geektimes [Электронный ресурс]. – URL: <https://geektimes.ru/post/149593/> (дата обращения: 25.09.2017).