

БЕСПРОВОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ZIGBEE: ПРИМЕНЕНИЕ, ТОПОЛОГИИ И СТАНДАРТЫ КЛАССИФИКАЦИИ

Д.Р. Комилов, А.К. Рахимова, И.А. Махмудов

Ферганский филиал Ташкентского университета информационных
технологий имени Мухаммада аль-Хорезми

E-mail: komilovdavronbek1@gmail.com

АННОТАЦИЯ

ZigBee стал популярной технологией построения сетей устройств. ZigBee — это технология беспроводной связи, широко используемая в устройствах Интернета вещей. В данной статье рассмотрены особенности ZigBee и его применение в IoT. Были проведены теоретические исследования предложенных вариантов и даны авторские выводы.

Ключевые слова: ZigBee, Интернет вещей, топология сети, ячеистая сеть, координатор, маршрутизатор.

ZigBee — это беспроводной протокол, который использует маломощные радиосигналы для подключения устройств. Он основан на стандарте IEEE 802.15.4, который определяет физический уровень и уровень управления доступом к среде передачи для низкоскоростных беспроводных персональных сетей (LR-WPAN). Сети LR-WPAN предназначены для маломощных устройств с ограниченными вычислительными возможностями и возможностями памяти.

ZigBee — это технология ячеистой сети, что означает, что она может создавать сеть устройств, где каждое устройство может выступать в качестве маршрутизатора для других устройств в сети. Это позволяет ZigBee обеспечивать надежные и резервные каналы связи даже в сложных условиях. Радиус действия ZigBee составляет до 100 метров, а поддержка до 65 000 устройств в одной сети.

Эта технология широко используется в устройствах Интернета вещей, таких как устройства умного дома, интеллектуальное освещение и промышленная автоматизация. Устройства ZigBee обычно имеют низкое энергопотребление, что делает их идеальными для устройств с батарейным питанием.

ZigBee работает путем создания ячеистой сети устройств, которые общаются друг с другом с помощью радиосигналов малой мощности. Каждое устройство в сети может действовать как маршрутизатор, то есть получать и пересылать сообщения другим устройствам в сети. Это позволяет ZigBee

создавать резервный путь связи между устройствами, что повышает надежность сети.

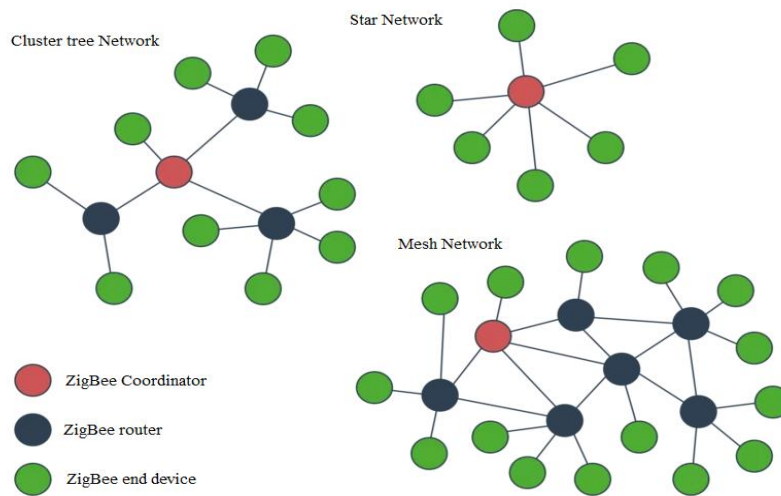


Рисунок 1. Сеть ZigBee и устройства.

ZigBee также использует уникальную схему адресации, которая позволяет однозначно идентифицировать устройства в сети. Эта схема адресации позволяет ZigBee предоставлять функции безопасности, такие как шифрование и аутентификация, для защиты сети от несанкционированного доступа.

ZigBee — это основанная на стандартах беспроводная технология, надежная, безопасная и простая в использовании. Некоторые из ключевых особенностей ZigBee включают в себя:

– Низкое энергопотребление: ZigBee разработан для работы с низким энергопотреблением, что делает его идеальным для использования в устройствах с батарейным питанием.

– Ячеистая сеть: ZigBee поддерживает ячеистую сеть, которая позволяет устройствам взаимодействовать друг с другом по нескольким путям, повышая надежность и дальность действия.

– Низкая задержка: ZigBee Обеспечивает связь с низкой задержкой, позволяя осуществлять управление и мониторинг в режиме реального времени.

– Простота использования: ZigBee Простота использования и возможность подключения по принципу «подключи и работай».

– Безопасность: ZigBee включает расширенные функции безопасности для защиты от несанкционированного доступа.

Структура сети ZigBee и устройства, которые она может содержать, следующие (рис. 1):

Координатор — узел, организовавший сеть. Он выбирает политику безопасности сети, разрешает или запрещает подключение новых устройств к сети, а также при наличии помех на радиосвязи инициирует процесс перевода всех устройств в сети на другой частотный канал.

Маршрутизатор — узел, который имеет стационарное питание и поэтому может постоянно участвовать в работе сети. Координатор также является маршрутизатором. Узлы этого типа отвечают за маршрутизацию сетевого трафика. Маршрутизаторы постоянно ведут специальные таблицы маршрутизации, которые используются для построения оптимального маршрута и поиска нового в случае внезапного выхода из строя какого-либо устройства. Например, маршрутизаторами в сети ZigBee могут быть интеллектуальные розетки, блоки управления освещением или любое другое устройство, имеющее подключение к источнику питания.

Конечное устройство — это устройство, которое подключается к сети через родительский узел — маршрутизатор или координатор — и не участвует в маршрутизации трафика. Все общение с сетью для них ограничивается передачей пакетов «родительскому» узлу или чтением с него входящих данных. «Родителем» для таких устройств может быть любой маршрутизатор или координатор. Конечные устройства большую часть времени проводят в спящем режиме и отправляют управляющие или информационные сообщения. Это позволяет им сохранять энергию встроенного источника питания в течение длительного времени.

ZigBee предлагает несколько преимуществ, в том числе:

– Низкая стоимость: ZigBee — относительно недорогое решение для беспроводного управления и мониторинга.

– Длительное время автономной работы: низкое энергопотребление. ZigBee позволяет устройствам работать от одной батареи в течение длительного времени.

– Надежность: Mesh-технология ZigBee Обеспечивает надежную и долговечную сеть связи.

– Масштабируемость: ZigBee — это масштабируемая технология, которую можно легко расширить для поддержки более крупных сетей.

– Простота установки: Функциональность ZigBee «Подключи и работай (работай)» упрощает установку и настройку.

ZigBee — не единственный протокол беспроводной связи, используемый в IoT. Другие беспроводные протоколы включают Wi-Fi, Bluetooth и Thread. В

таблице ниже описаны протоколы беспроводной связи для частоты 2,4 ГГц. Каждый протокол имеет свои преимущества и недостатки (табл. 1).

Таблица 1

Технологии	Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee	Thread
Стандарт связи	ИЭЭЭ 802.11	ИЭЭЭ 802.15.4	ИЭЭЭ 802.15.4	ИЭЭЭ 802.15.4
Скорость передачи данных	300+ Мбит/с	до 3 Мбит/с	250 Кбит/с	250 Кбит/с
Потребление энергии	Высокий	Низкий	Низкий	Низкий
Диапазон частот	2,4 ГГц	2,4 ГГц	2,4 ГГц	2,4 ГГц
Поддержка IP-технологий	+	—	—	+
Топология	“звезда”	“звезда”	“сетка”	“сетка”

Wi-Fi — это высокоскоростной протокол беспроводной связи, широко используемый для подключения к Интернету. Однако Wi-Fi потребляет много энергии, что делает его непригодным для устройств с батарейным питанием.

Bluetooth — это протокол беспроводной связи с низким энергопотреблением, который широко используется для связи на небольших расстояниях. Однако Bluetooth имеет ограниченный радиус действия, что делает его непригодным для крупномасштабных приложений Интернета вещей.

Thread — это протокол беспроводной связи, аналогичный ZigBee. Однако в Thread добавлена поддержка протокола IP, что упрощает интеграцию сети Thread с сетевыми приложениями.

По сравнению с другими протоколами ZigBee — это маломощная, недорогая и надежная технология, широко используемая в устройствах IoT. В сетях Bluetooth и Wi-Fi связь осуществляется через центральный шлюз. А если это не удастся, обмен данными станет невозможен. Кроме того, отдельные узлы могут остаться без связи, если на пути прохождения радиосигнала неожиданно возникнет препятствие.

В сетях ZigBee и Thread надежность связи повышается за счет наличия резервных соединений между устройствами. Все устройства, не переходящие в спящий режим, выполняют роль маршрутизаторов, отвечающих за маршрутизацию сетевого трафика, выбор оптимального маршрута и ретрансляцию пакетов. Даже если устройство, выполнявшее функции организатора сети, выйдет из строя, ZigBee – сеть продолжит функционировать. Возникновение помех или препятствий, а также выход из строя любого из

маршрутизаторов не критично ввиду наличия резервных соединений. Поэтому с введением дополнительных узлов, имеющих стационарное питание и способных выполнять задачи маршрутизатора, сеть становится более надежной.

ZigBee широко используется в решениях IoT, таких как умные дома, промышленная автоматизация и здравоохранение.

– В умных домах ZigBee используется для подключения устройств умного дома, таких как интеллектуальные термостаты, интеллектуальные замки и интеллектуальное освещение. ZigBee позволяет этим устройствам взаимодействовать друг с другом и с Интернетом.

– В промышленной автоматизации ZigBee используется для беспроводных сенсорных сетей и систем промышленного управления. ZigBee обеспечивает беспроводную связь между датчиками, контроллерами и другими устройствами. Это позволяет отслеживать и контролировать производственные процессы в режиме реального времени.

– В здравоохранении ZigBee используется для удаленного мониторинга пациентов и подключения медицинских устройств. ZigBee обеспечивает беспроводное соединение между медицинскими устройствами и Интернетом, позволяя удаленно контролировать состояние пациентов и общаться в режиме реального времени между медицинскими работниками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Zigbee — это технология беспроводной связи, широко используемая в устройствах Интернета вещей. Это маломощная, недорогая и надежная технология, позволяющая устройствам взаимодействовать друг с другом по беспроводной сети. ZigBee работает на топологии ячеистой сети, которая позволяет устройствам напрямую или косвенно взаимодействовать друг с другом. Радиус действия ZigBee составляет до 100 метров, а поддержка до 65 000 устройств в одной сети.

ZigBee широко используется в решениях IoT, таких как умные дома, промышленная автоматизация и здравоохранение. ZigBee обеспечивает беспроводную связь между устройствами, позволяя осуществлять мониторинг и управление производственными процессами в режиме реального времени, удаленный мониторинг пациентов и связь в режиме реального времени между медицинскими учреждениями.

По сравнению с другими беспроводными протоколами ZigBee — это маломощная, недорогая и надежная технология, широко используемая в устройствах Интернета вещей.

Если мы хотим внедрить надежную технологию связи для наших IoT-устройств, определенно стоит рассмотреть ZigBee. Благодаря своей безопасной

ячейкой сети и функциям резервирования ZigBee может гарантировать, что наши IoT-устройства будут оставаться подключенными и работать правильно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. D.A.Davronbekov, Sh.U.Pulatov, M.O.Sultonova, U.T.Aliyev, E.B.Tashmanov. Textbook of "Wireless Broadband Technologies". Tashkent 2018. - page 4.
2. A.H.Abdukadyrov, D.A.Davronbekov. Mobile 4G wireless system. - Tashkent. 2011. – 317 p.
3. Vishnevsky V., Lyakhov A., Portnoy S, Shakhnovich I. Widthband wireless network transmission information. M.: ECO-Trendz, 2005, 592 p.
4. Grigorev V.A., Lagutenko O.I., Raspaev Yu.A. Seti i sistemy radiodostupa M.: EKO-Trendz, 2005, 384 p.
5. Abdulazizov A. , Davronbekov D.. Radio transmission and reception devices: textbook. t.: "Alokachi", 2019-286b.
6. <https://nekta.tech/obzor-zigbee-i-primeneniye-v-iot/>
7. Rayimdjanova Odinakhon Sadikovna, Usmonali Umarovich Iskandarov, & Orifjonova Mohidil Oqiljon qizi. (2023). Analyses of Base of the Development and Organize of the Digital Television Format. Eurasian Journal of Media and Communications, 16, 1–5. Retrieved from
8. Rayimdjanova Odinakhon Sodiqovna, & Iskandarov Usmonali Umarovich. (2023). RESEARCH OF A MULTI - STAGE RECEIVER OF A LASER MICROPHONE. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 14, 240–244. Retrieved from
9. Sadikovna, R. O., & Iskandarov, U. U. (2023). Analyses of Base of the Development and Organize of the Digital Television Format. Eurasian Journal of Media and Communications, 16, 1-5.
10. Усмонали Умарович Искандаров, & Жураева Гулноза Фазлитдиновна. (2022). РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ С НЕВИДИМЫМ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 10, 252–256. Retrieved from
11. Хосилов, Д. Д., Мадаминов, М. Р., & Йулдашев, Х. Т. (2021). Исследование
12. вольт–амперная характеристика в системе полупроводник– газоразрядный
13. промежуток. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1(10), 625-634
14. Gulnozakhon Juraeva, Shokhbozjon Ergashev, & Kamola Sobirova. (2022). OPTOELECTRONIC CONVERTERS BASED ON AFN ELEMENTS. Oriental Journal of Technology and Engineering, 2(02), 7–13. <https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-02-02-02>

15. O. S. Rayimdjanova, M. Akbarova, & B. Ibrokhimova. (2022). THERMAL CONVERTER FOR HORIZONTAL WIND SPEED AND TEMPERATURE CONTROL. *Oriental Journal of Technology and Engineering*, 2(02), 14–20. <https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-02-02-03>
16. Жураева, Г., Эргашев, Ш., & Собирова, К. (2022). ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ОСНОВЕ АФН–ЭЛЕМЕНТОВ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(5), 246-250.
17. smailov, M., & Xolmatov, I. (2022). OPTIMAL METHODS FOR DESIGNING SEWER NETWORKS. *Science and Innovation*, 1(7), 744-749.
18. Райимжанова, О. С., Акбарова, М., & Иброхимова, Б. (2022). ТЕПЛОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВЕТРА. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(5), 251-256.
19. M.R. Madaminov, & X.T. Yuldashev. (2022). INVERTER MODELING IN IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF A MOBILE UNINTERRUPTED SUPPLY SOURCE. *International Journal of Advance Scientific Research*, 2(11), 77–82. <https://doi.org/10.37547/ijasr-02-11-1>
20. Rayimjonova, O., & Ismoilov, A. (2022). The working principle of optical amplifiers and their types. *International Journal of Advance Scientific Research*, 2(12), 140-144.
21. Исмоилов, М. М. (2022). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПЛОСКИМИ СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗЕРВЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES*, 3(12), 79-84.
22. Rayimjonova, O. S., Makhmudov, I. A., & Tillaboyev, M. G. (2022). Model and Method of Intellectualization of the Processes of Providing Resources and Services of the Multiservice Network. *Eurasian Research Bulletin*, 15, 196-200.
23. Рашидов, Ю. К., Исмоилов, М. М., Рашидов, К. Ю., & Файзиев, З. Ф. (2019). Повышение равномерности распределения потока жидкости по подъемным трубам лучепоглощающей теплообменной панели солнечного водонагревательного коллектора листотрубного типа в условиях принудительной циркуляции при действии объёмных сил. In *Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019* (pp. 1377-1382).
24. O.S. Rayimjonova. (2022). INVESTIGATION OF CLUSTER-TYPE INHOMOGENEITY IN SEMICONDUCTORS. *American Journal of Applied Science and Technology*, 2(06), 94–97. <https://doi.org/10.37547/ajast/Volume02Issue06-15>

25. Исмоилов, М. М. (2022). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПЛОСКИМИ СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗЕРВЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 3(12), 79-84.
26. Исмаилов, М. М. (2022). РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 3(12), 207-210.
27. Increasing the thermal performance of flat plate solar collectors Rashidov, Yu.K. Aytmuratov, B. Ismailov, M.M. AIP Conference Proceedings [this link is disabled](#), 2022, 2762, 020025.
28. D.R. Komilov, I.A. Makhmudov, & M.G. Tillaboyev. (2023). USE OF RADIO RELAY DEVICES IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS. International Journal of Advance Scientific Research, 3(04), 72–77. <https://doi.org/10.37547/ijasr-03-04-10>
29. O H. Kuldashov, T. Dadajonov, & M.G. Tillaboyev. (2023). Simulink Model in the Matlab System for Determining the Causes of Possible Damages of Cable Lines. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 14, 92–98. Retrieved from <https://geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/3232>