

УДК 004.7

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Борисов В.П.

к.т.н., доцент кафедры КИСС Шапорин В.О.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрено применение беспроводных сенсорных сетей для мониторинга состояния окружающей среды и принцип их функционирования. Предложен подход построения сенсорной сети на основе технологии ZigBee.

**Введение.** Проблемы экологического характера возникли во многих областях мира в результате промышленного роста, что требует постоянного контроля для сохранения природы планеты. Беспроводные сенсорные сети (БСС) представляют собой множество миниатюрных и недорогих узлов, оснащенных маломощным приемо-передатчиком, микропроцессором и сенсором, которые могут собирать и распространять данные об экологической обстановке. Из-за своей способности к самоорганизации, автономности и высокой отказоустойчивости такие сети имеют широкое распространение в системах мониторинга окружающей среды [1].

**Цель работы.** Разработать систему мониторинга окружающей среды необходимой территории на основе БСС для обеспечения конечного пользователя актуальной и достоверной информацией, чтобы оценивать и прогнозировать изменения экологической обстановки.

**Основная часть работы.** Стандарт ZigBee описывает устойчивые и масштабируемые беспроводные сенсорные сети. Сети ZigBee простые в развертывании и эксплуатации, надёжные, допускают длительную работу от автономных источников питания, имеют низкую стоимость, компактны и поддерживают широкий набор приложений [2].

Протоколы ZigBee позволяют строить самоорганизующиеся и самовосстанавливающиеся сенсорные сети. Устройства ZigBee сети благодаря встроенному программному обеспечению обладают способностью при включении питания самостоятельно находить друг друга и формировать сеть, а в случае выхода из строя какого-либо из узлов могут устанавливать новые маршруты для передачи сообщений.

В сетях ZigBee надёжность связи повышается за счет наличия избыточных связей между устройствами, поэтому возникновение помехи или преграды не является критическим. При малом энергопотреблении технология поддерживает самоорганизующуюся и самовосстанавливающуюся ячеистую (mesh) топологию с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений [3]. Поэтому с введением дополнительных узлов, которые имеют стационарное питание и могут выполнять задачи маршрутизатора, сеть становится надежнее.

Топология mesh основана на децентрализованной схеме организации сети. Эта сетевая технология, в которой устройства объединяются многочисленными избыточными соединениями, вводимыми по стратегическим соображениям:

5. Высокая степень надёжности (устойчивость сети к потере отдельных элементов).
6. Узлы сети выполняют функции маршрутизаторов / ретрансляторов для других узлов этой же сети в автоматическом режиме.
7. Выбор наилучшего с точки зрения скорости передачи данных маршрута прохождения сигнала.
8. Масштабируемость сети в режиме самоорганизации.
9. Создание зон сплошного информационного покрытия большой площади [4].

Сеть ZigBee состоит из трех типов логических устройств: координатор ZigBee, маршрутизатор ZigBee и оконечное устройство ZigBee. Функциями координатора ZigBee является сканирование частотных каналов с целью нахождения свободного канала и создания сети, формирование идентификатора сети (PAN ID), подключение новых сетевых устройств

(маршрутизаторов и конечных узлов), маршрутизация и буферизация данных для спящих конечных узлов. В одной сети ZigBee может находиться только один координатор. Функциями маршрутизатора ZigBee являются ретрансляция пакетов, маршрутизация и буферизация данных для спящих конечных узлов. Конечные узлы ZigBee выполняют исключительно прикладные действия (сбор информации и управление удаленным объектом) и не занимаются ретрансляцией[5].

Расстояние между узлами составляет сотни метров на открытом пространстве. Благодаря ретрансляции зона покрытия сети существенно увеличивается. Все собранные данные отправляются в базу данных (БД) конечного пользователя для осуществления мониторинга и принятия дальнейших решений.

Особенностью проектирования данной БСС является подход при котором необходимая область местности разбивается на несколько небольших, равных по площади, участков. Такой подход позволяет лучше координировать и передавать данные между узлами. Связь между узлами происходит по радиоканалу по протоколу ZigBee.

Главные требования для проектирования системы мониторинга состояния окружающей среды:

1. Разработка архитектуры для определения узлов и их взаимодействия.
2. Считывания показаний в интересующей области местности.
3. Коммуникация между узлами сети для сбора показаний и их передачи на маршрутизатор, координатор и рабочую станцию конечного пользователя.
4. Использование агрегации данных для снижения энергопотребления во время передачи большого количества данных.
5. Отправка собранных данных в БД конечного пользователя.

Стратегия проектирования сенсорной сети следующая:

1. Определение интересующей области местности для мониторинга окружающей среды.
2. Разбиение данной области на несколько равных по площади участков.
3. На каждом участке устанавливается координатор, который отвечает за передачу данных между конечными узлами (сенсорами).
4. Разворачиваются сенсоры на каждом участке, количество которых зависит от площади местности.
5. Создаются связи между координаторами и маршрутизатором, который собирает полученные данные со всех участков и отправляет в БД конечного пользователя.

**Выводы.** Рассмотрены существующие решения по проектированию БСС на основе технологии ZigBee. Обоснован выбор технологии ZigBee, с учётом требований по проектированию системы мониторинга окружающей среды. Определена стратегия проектирования и основные направления работ. Данная система позволяет проводить непрерывный мониторинг в режиме реального времени и отправлять полученные данные в БД конечного пользователя. Осуществление данной функции позволяет оценивать и прогнозировать состояние экологической обстановки для предотвращения случаев экологических чрезвычайных ситуаций, снижения рисков заболеваний и ухудшения здоровья людей.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Geekimes. Сенсорные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://geektimes.ru/post/95011/>
2. Википедия. ZigBee [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [ru.wikipedia.org/wiki/ZigBee](http://ru.wikipedia.org/wiki/ZigBee)
3. Хабрахабр. Сети ZigBee. Зачем и почему? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://habrahabr.ru/post/155037/>
4. Журнал “ИСУП” – Отраслевой научно-технический журнал. Технология развертывания локальных беспроводных радиосетей ZigBee в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [isup.ru/articles/3/1212/](http://isup.ru/articles/3/1212/)
5. Портал о современных технологиях мобильной и беспроводной связи. Топология ZigBee. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [1234g.ru/blog-of-wireless-technologies/zigbee/topologiya-zigbee](http://1234g.ru/blog-of-wireless-technologies/zigbee/topologiya-zigbee)