

**ВНУТРЕННЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
КОММУНИКАЦИОННОГО МОДУЛЯ ZB-12EA
ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННОГО ШЛЮЗА ШЛ-ZB-02**

Описание программы

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Документ содержит описание функционала внутреннего программного обеспечения (далее - ПО) коммуникационного модуля ZB-12EA (ZigBee-координатора) для коммуникационного шлюза ШЛ-ZB-02. ПО ZigBee-координатора управляет беспроводной сетью, позволяет осуществлять передачу телеметрии приборов учета электроэнергии (ПУ) через шлюз ШЛ-ZB-02.

2. СТРУКТУРА ZIGBEE СЕТИ

2.1. Взаимодействие компонентов

2.1.1. ZigBee-координатор является частью системы, которая состоит из следующих компонентов:

- Сервер сообщений – предоставляет доступ пользователю к управлению системой через веб-интерфейс. Отвечает за хранение данных, в частности, журнала событий и телеметрии ПУ.
- Шлюз – выполняет функции управления беспроводной сетью, использующей протокол ZigBee (далее - ZigBee-сеть). С помощью него Сервер сообщений получает доступ к конечным устройствам сети Zigbee.
- Конечное устройство – отвечает за первичную обработку телеметрии ПУ, и ее передачу в шлюз (через ZigBee-координатор).

2.1.2. Ниже представлена схема взаимодействия компонентов программного обеспечения (ПО) системы (Рисунок 1).

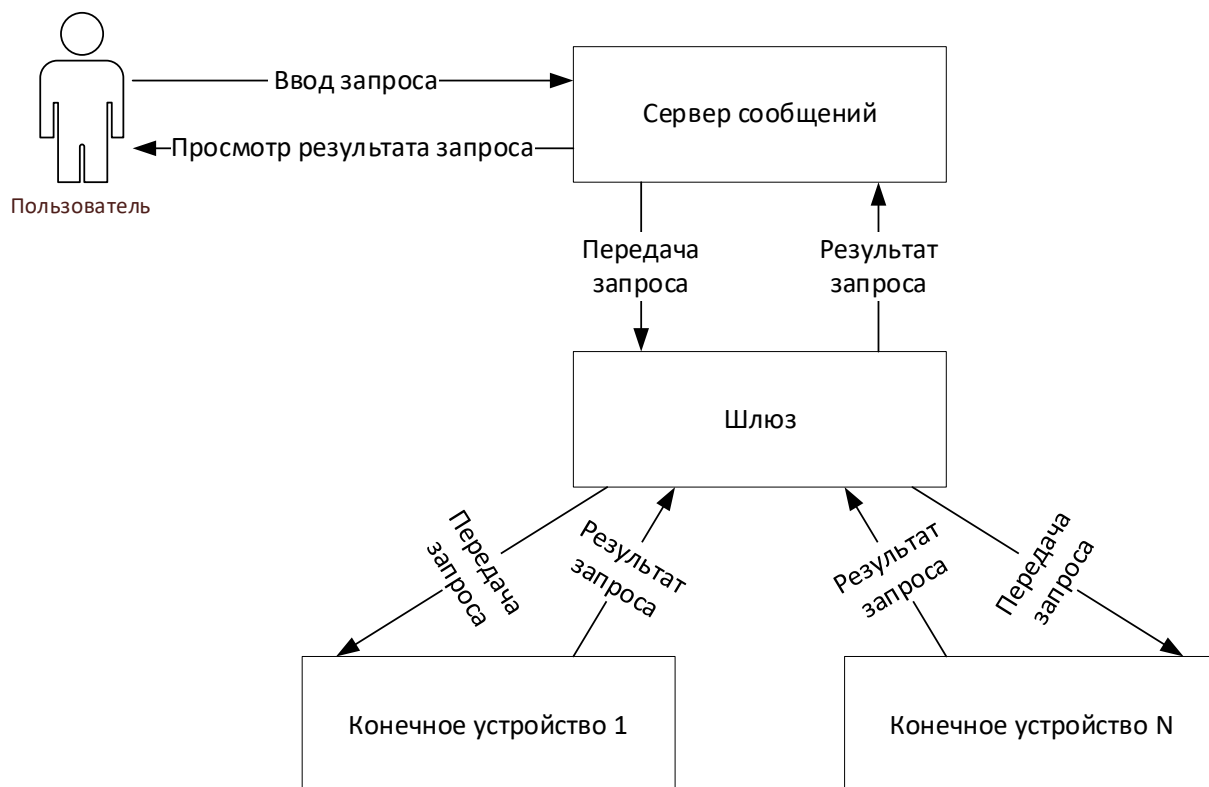


Рисунок 1 - Схема взаимодействия компонентов ПО системы

2.1.3. Ниже представлена функциональная структура ПО системы (Рисунок 2).

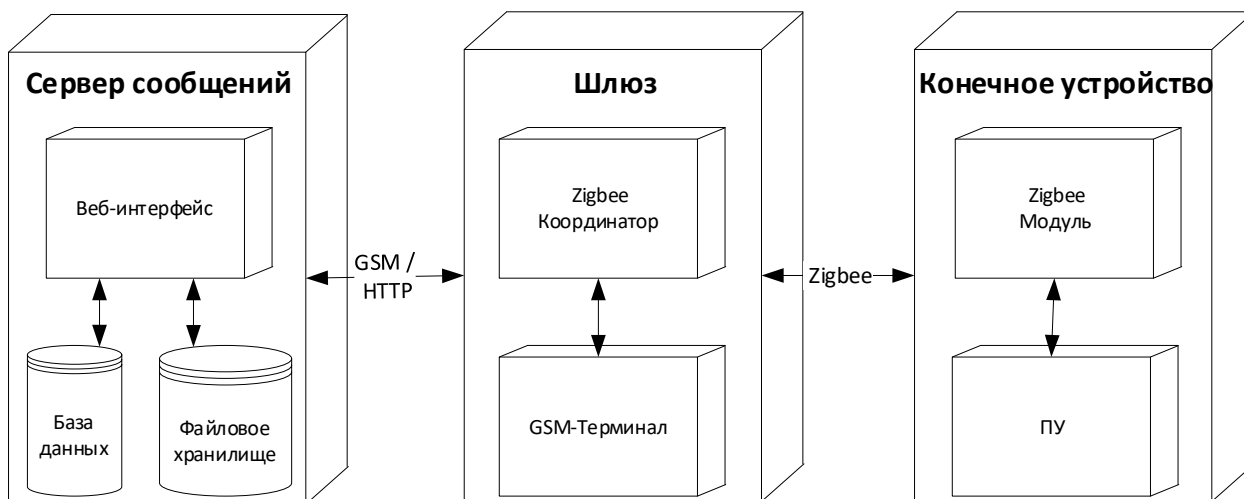


Рисунок 2 - Функциональная структура ПО системы

2.2. Шлюз

2.3.1. Ниже представлена функциональная структура шлюза (Рисунок 3):

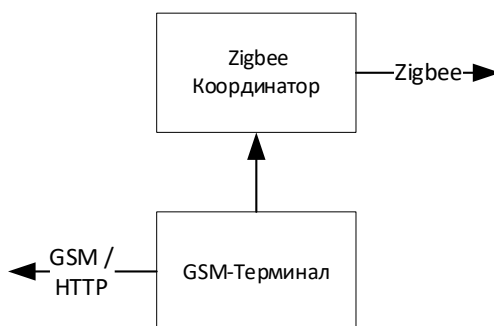


Рисунок 3 – Функциональная структура Шлюза

2.3.2. Zigbee-координатор – выполняет функции по формированию Zigbee сети, а также является одновременно доверительным центром (trust-центром). Доверительный центр устанавливает политику безопасности и задает настройки во время подключения устройства к сети. Zigbee-координатор хранит основную информацию о сети и ее участниках. При добавлении в сеть новых участников координатор принимает решения о допуске и выполняет общесетевую синхронизацию.

2.3.3. Основные функции Zigbee- координатора:

1. **Формирование Zigbee сети.** Trust-центр принимает решение о разрешении или запрете подключения устройства к сети. В качестве топологии сети выбрана «Ячеистая сеть» (Рисунок 4). В ячеистой сети все элементы Zigbee-сети (далее – узел) являются маршрутизаторами, включая ZigBee-координатор, сразу после того, как он формирует сеть. Поскольку все узлы могут ретранслировать информацию для всех других узлов, эта топология наименее уязвима для сбоя канала - очень маловероятно, что одно устройство может выступать в качестве единой точки отказа для всей сети.

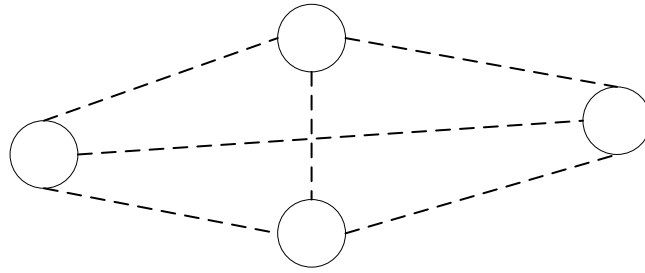


Рисунок 4 – Ячеистая сеть

2. **Формирование маршрутов.** Маршруты формируются в момент отправки ZigBee-координатором запроса построения маршрута для обнаружения пути к другому узлу ZigBee-сети. После обнаружения маршрута между двумя узлами, исходный узел отправляет сообщение ZigBee-координатору. Каждый промежуточный узел использует свою собственную таблицу маршрутизации для пересылки сообщения следующему узлу по маршруту до тех пор, пока сообщение не будет доставлено до места назначения. В случае сбоя маршрута, сообщение об ошибке отправляется обратно ZigBee-координатору. Маршрутизация обеспечивается как ZigBee-координатором, так и другими узлами сети;
3. **Периодическая проверка связи с узлами;**
4. **Синхронизация времени узлов сети.**
 - Инициация процедуры синхронизации времени: ZigBee-координатор осуществляет периодическую рассылку широковещательного сообщения с меткой текущего времени. Устройства сети сравнивают полученную метку с показаниями часов счетчика электроэнергии и, при различии более чем на установленную величину, начинают процедуру синхронизации времени.
 - Процедура синхронизации времени: Устройство сети отправляет ZigBee-координатору метку своего текущего времени t_1 . ZigBee-координатор возвращает полученную метку с меткой своего текущего времени t_2 . Устройство, при получении ответа от

ZigBee-координатора с двумя метками, формирует новую метку своего текущего времени t_3 . Новое время для часов измерительного прибора рассчитывается как $t = t_2 + (t_3 - t_1)/2$ (полученная метка считается достоверной, если значение $(t_3 - t_1)$ не превышает установленную величину).

5. Обеспечение безопасности сети.

3. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

3.1. ПО ZigBee-координатора из состава Шлюза ШЛ-ZB-02 написано на языке программирования C (Си) стандарта C11 и языке ассемблера для архитектуры ARM.