

ZigZag: организация взаимодействия по RS-485

1 Варианты использования

1.1 Подключения по RS-485

1. **Шлюз-координатор.** Координатор ZigBee-сети, подключенный как slave-устройство к шине RS-485 для связи с управляющим устройством. Передача данных (измерений, событий, команд управления сетью) и отладочной информации.
2. **УБПД-485.** Произвольный узел ZigBee-сети использует шину RS-485 для управления внешними датчиками и для отправки отладочной информации. Работает в режиме ведущего (master).
3. **Центральное устройство управления.** Компьютер и ПО, предоставляющие расширенные возможности по управлению сетью. Непосредственно взаимодействует с шлюзами-координаторами, подключенными по шине RS-485. Работает в режиме ведущего (master).
4. **Пульт.** Упрощенное устройство управления. При наличии в сети активного центрального устройства управления работает в режиме ведомого (slave), иначе — ведущего (master).

1.2 Вывод отладочной печати

1. Должна предоставляться возможность скоростного вывода отладочной информации через локальный проводной интерфейс или в локальное хранилище.
2. Должна предоставляться возможность вывода отладочной информации через удаленный шлюз в проводную сеть.

2 Реализация

2.1 Шлюз-координатор

Координатор ZigBee-сети, подключенный по шине RS-485 к центральному устройству управления (ЦУУ). Архитектура шлюза-координатора и схема взаимодействия устройств представлена на иллюстрации 2.1.

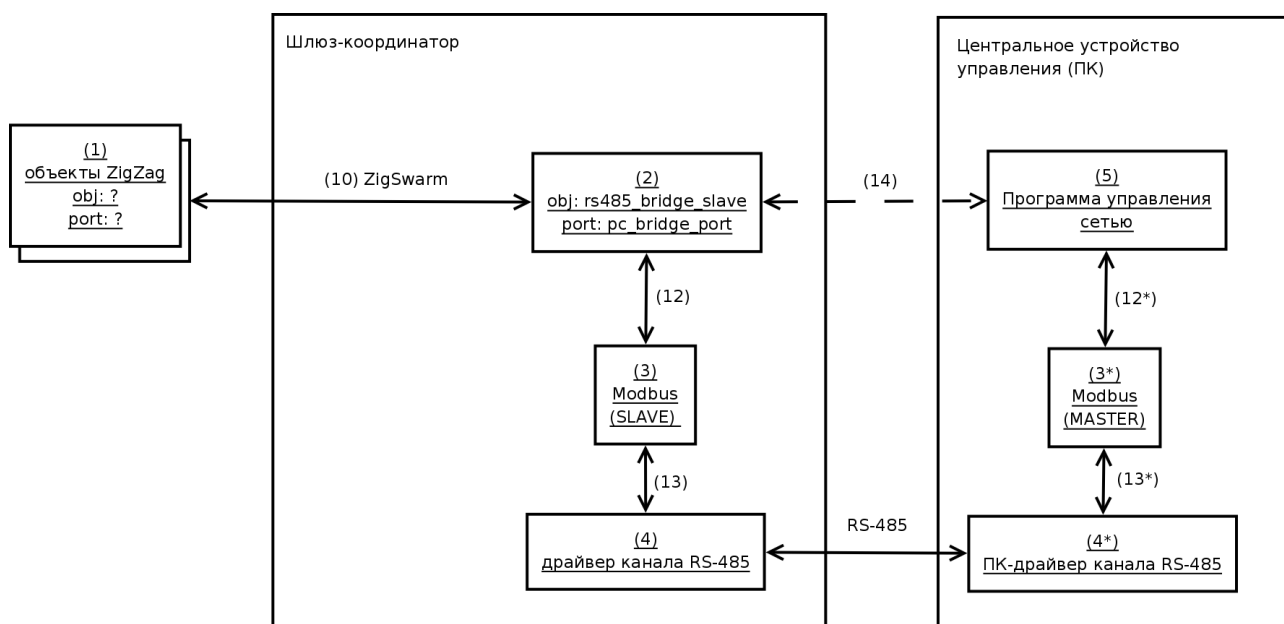


Иллюстрация 2.1.:

Основная задача шлюза — обеспечить переправку ZigSwarm-пакетов из беспроводной сети в RS-485 и обратно. Шлюзы работают в режиме ведомых (slave), ЦУУ — в режиме ведущего (master). Шлюзы буферизуют пакеты, предназначенные для отправки ЦУУ и передают их по запросу.

2.1.1 Объект-мост (rs485_bridge_slave)

Поле	ZigBee network address	IEEE extended address	Пакет ZigSwarm
Размер, байт	2	8	переменный

Таблица 1: Формат пакетов протокола связи объекта-моста с ПО управления сетью (14): от шлюза к ЦУУ.

Поле	ZigBee network address	Пакет ZigSwarm
Размер, байт	2	переменный

Таблица 2: Формат пакетов протокола связи объекта-моста с ПО управления сетью (14): от ЦУУ к шлюзу.

Для отправки сообщения через мост ЦУУ в сообщениях, исходящих от объектов (1), должен указываться порт назначения моста (pc_bridge_port). ZigZag-объекты (1) могут быть как локальными, так и удаленными.

Получив ZigSwarm-пакет по сетевому интерфейсу (10), объект-мост (2) сохраняет номер дескриптора пакета и ожидает запроса ЦУУ по интерфейсу (12). Пакет остается в системном буфере пакетов.

Способ обработки пакетов, приходящих по шине Modbus зависит от их функционального кода. Различаются следующие функциональные коды:

- MODBUS_DATA_REQ_CODE — запрос данных из буфера.

- MODBUS_DATA_CODE — данные для передачи в сеть ZigBee.

После прихода запроса данных, объект-мост извлекает очередной пакет из буфера, присоединяет заголовок (сетевой и длинный адреса отправителя, см. таблицу 1), и отдает его модулю Modbus (3) для передачи по RS-485, помечая функциональным кодом MODBUS_DATA_RES_CODE.

Во втором случае, получив данные для передачи в эфир, объект-мост отделяет заголовок (в данном случае это только сетевой ZigBee-адрес назначения, см. таблицу 2), записывает в поле порта источника ZigSwarm-пакета свой порт (pc_bridge_port), и передает на указанный в заголовке ZigBee-адрес по сетевому интерфейсу (10).

Интерфейс модуля Modbus описан в разделе 2.7.1.

2.1.2 Отладочная информация

Отладочная информация, предназначенная для вывода на ЦУУ, должна упаковываться в стандартные ZigSwarm-пакеты в соответствии с отладочным профилем и отправляться на адрес и порт объекта-моста.

2.2 УБПД-485

Устройство — узел ZigBee-сети с возможностью подключения датчиков по RS-485. Состав компонентов и схема их взаимодействия изображена на иллюстрации 2.2

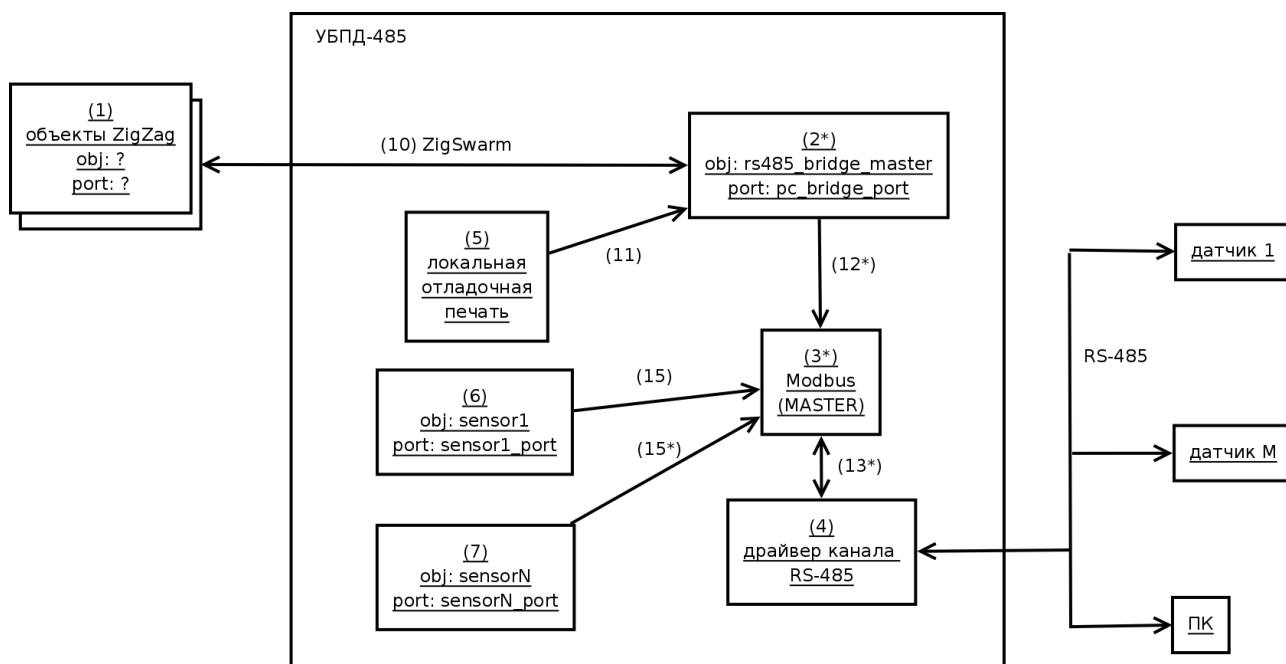


Иллюстрация 2.2.:

Основной функцией УБПД-485 является обеспечение связи с датчиками, подключенными по интерфейсу RS-485. В состав ПО устройства входят объекты (6, 7), управляющие внешними датчиками. Каждый такой объект может управлять несколькими датчиками. Каждый датчик не может управляться более чем одним объектом.

По аналогии с шлюзом-координатором, на УБПД-485 возможно использование объекта-моста для переправки ZigSwarm-пакетов в сеть Modbus, однако на данном устройстве мост работает в master-режиме.

Объект-мост и объекты, управляющие датчиками, используют интерфейс модуля Modbus (master-режим) для доступа к проводной сети. Описание интерфейса см. в разделе 2.6.1.

2.2.1 Отладочная информация

Вывод отладочной информации может быть организован так же как на устройстве шлюз-координатор (см. соотв. раздел данного документа).

Работа в master-режиме позволяет выводить большие объемы отладочной информации. Для организации такого вывода предусмотрен прямой интерфейс (11), не задействующий стек ZigBee/ZigZag.

2.3 Пульт

Пульт — устройство с клавиатурой и дисплеем, предназначенное для управления сетью. При наличии в развернутой системе как пульта так и центрального устройства управления, пульт выполняет резервную функцию на случай отказа ЦУУ.

Пульт связан с шлюзами-координаторами и, возможно, с ЦУУ по шине Modbus. Пульт может быть выполнен со встроенным шлюзом-координатором на одной плате, подключенным к той же общей шине, что и внешние ШК.

2.3.1 Режимы работы

При включении питания устройство входит в режим ведомого.

Ведомый. В режиме ведомого пульт имеет адрес MB_REMOTE_DEVICE_ADDR, принимает пакеты от ЦУУ и, возможно, отвечает на его запросы. Если в сети не было пакетов в течение MB_REMOTE_SLAVE_TIMEOUT периодов опроса, пульт переключается в режим ведущего. Если пакеты в канале были, но не было запросов от ЦУУ, пульт сигнализирует ошибку связи по Modbus.

Если от ЦУУ приходит команда отказа [1] от роли мастера, пульт сразу же переходит в режим мастера, не дожидаясь истечения MB_REMOTE_SLAVE_TIMEOUT.

Ведущий. При отсутствии в сети активного ведущего, пульт берет на себя эту роль. Пульт периодически опрашивает зарегистрированные шлюзы-координаторы, а также раз в период опрашивает ЦУУ с адресом MB_MAIN_DEVICE_ADDR — потенциального ведущего. Если в сети появляется устройство с таким адресом (ЦУУ) оно отвечает на запрос специальным пакетом [1], после приема которого пульт прекращает работу в роли ведущего, переключаясь в ведомый режим.

2.4 Центральное устройство управления

2.4.1 Режимы работы

При включении питания устройство входит в режим ведомого.

Ведомый. В режиме ведомого ЦУУ имеет адрес MB_MAIN_DEVICE_ADDR, при получении запроса от ведущего (пульта), отвечает специальным пакетом [1] и переходит в режим ведущего. Если в течение MB_REMOTE_SLAVE_TIMEOUT периодов опроса в канале не было ни одного пакета, ЦУУ переходит в режим ведущего. Если пакеты были, но

не было ни одного запроса по адресу MB_MAIN_DEVICE_ADDR, ЦУУ сигнализирует ошибку связи по Modbus.

Ведущий. ЦУУ периодически опрашивает зарегистрированные шлюзы-координаторы, а также раз в период опрашивает пульт с адресом MB_REMOTE_DEVICE_ADDR. Если во время работы ЦУУ в режиме ведущего, приходит пакет-запрос от пульта по адресу MB_MAIN_DEVICE_ADDR, необходимо ответить пакетом **1**, чтобы переключить пульт в режим ведомого.

2.5 Драйвер канала RS-485

Отправка/прием блока данных по RS-485 с отделением пакетов интервалами тишины.

См. файл modbus.h

2.6 Модуль Modbus master

Формирует и разбирает пакеты Modbus

Координирует доступ локальных модулей к среде RS-485

2.6.1 Интерфейс

2.6.1.1 mb_master_request

Запрос к подчинённому устройству на шине ModBus с ожиданием ответа.

2.6.1.1.1 Параметры запроса

параметр	тип	описание
slave_addr	uint8_t	адрес подчинённого устройства
req_fcode	uint8_t	функциональный код запроса
req_dptr	void *	указатель на данные запроса
req_dsize	uint8_t	размер данных запроса
ans_fcode	uint8_t *	указатель на область памяти, в которую будет скопирован функциональный код ответа. Если указатель равен нулю, то ответ ожидать не будет.
ans_dptr	void *	указатель на область памяти, в которую будут скопированы данные ответа подчинённого узла. Если указатель равен нулю, то ответ ожидать не будет.
ans_dsize	uint8_t *	указатель на максимально допустимый размер данных ответа. После ответа по указателю записывается реальный размер принятых данных. Если указатель равен нулю, то ответ ожидать не будет.

Таблица 3: Параметры запроса *mb_master_request*

2.6.1.1.2 Семантика запроса

Данный запрос предназначен для вызова на ведущем устройстве.

Если запрос приходит во время выполнения предыдущего запроса, возвращается EBUSY и обработка запроса прекращается.

Иначе формируется пакет Modbus (формат: см. таблицу 6) и отправляется драйверу RS-485 для передачи.

Если драйвер вернул неуспешный статус передачи, выполнение запроса прекращается и возвращается статус драйвера.

Если драйвер успешно отправил пакет, и запрос предполагает ожидание ответа (то есть каждый из указателей ans_fcode, ans_dptr, ans_dsize не равен NULL), устанавливается таймер на ожидание ответа.

Во время ожидания при получении пакета с адреса, равного slave_addr, пакет и информация о нем записывается в память по указателям ans_fcode, ans_dptr, ans_dsize, таймер сбрасывается и генерируется событие EV_MBREQ_DONE.

Если запрос не предполагает ожидание ответа, ответное событие генерируется сразу после завершения передачи.

Если за время ожидания пакет не приходит, генерируется ответное событие со статусом ???.

2.6.1.1.3 Возвращаемое значение

При успешном инициировании запроса возвращается ENOERR. Если драйвер modbus уже занят обработкой запроса, то возвращается EBUSY. Если произошла ошибка при передаче пакета, возвращается ???.

2.6.1.1.4 Ответное событие

Ответное событие генерируется если и только если запрос был инициирован успешно (ENOERR). После завершения выполнения запроса генерируется широковещательное событие EV_MBREQ_DONE. В аргументе unidata обработчика этого события содержится результат выполнения запроса типа result_t (таблица 4).

Возвращенное значение	Описание
?	Данные от ведомого приняты
?	Данные не приняты, истекло время ожидания или не запрашивался прием данных

Таблица 4: Интерпретация значений события EV_MBREQ_DONE.

При получении данного события, модуль, инициировавший запрос информирован о его завершении с получением ответа или без получения (по истечению таймаута).

При получении данного события модули не инициировавшие запрос информированы о том, что шина Modbus свободна и можно, при необходимости, инициировать запрос.

2.7 Модуль Modbus slave

2.7.1 Интерфейс

Интерфейс позволяет подключить только одного пользователя (в отличие от модуля, реализующего master-режим).

2.7.1.1 mb_slave_indication

Информирование о приеме пакета от ведущего с возможностью передачи ответа.

2.7.1.1.1 Параметры запроса

параметр	тип	описание
req_fcode	uint8_t	функциональный код запроса
req_dptr	void *	указатель на данные запроса
req_dsize	uint8_t	размер данных запроса
ans_fcode	uint8_t *	указатель на область памяти для функционального кода ответа.
ans_dptr	void *	указатель на область памяти для данных ответа подчинённого узла.
ans_dsize	uint8_t *	указатель на область памяти для размера порции данных ответа.

Таблица 5: Параметры запроса *mb_slave_indication*

2.7.1.1.2 Семантика запроса

Запрос оповещает вышележащий уровень о приеме пакета от мастера.

2.7.1.1.3 Возвращаемое значение

Функция должна вернуть булевское значение, показывающее необходимость отправки ответа. Если возвращается TRUE, будет сформирован и отправлен ответный пакет.

2.8 Формат пакета Modbus

Поле	Slave address	Functional code	body	crc16
Размер, байт	1	1	переменный	2

Таблица 6: Формат пакета Modbus

2.9 Константы

Имя	Значение	Описание
pc_bridge_port		Порт объекта-моста с ПК
rs_485_bridge_slave		Номер объекта RS-485-моста, slave-режим.
rs_485_bridge_master		Номер объекта RS-485-моста, master-режим.
MODBUS_DATA_REQ_CODE		Функциональный код Modbus команды запроса данных у шлюза-координатора.
MODBUS_DATA_RESP_CODE		Функциональный код Modbus ответа на запрос данных

		шлюзом-координатором.
MODBUS_DATA_CODE		Функциональный код Modbus , которым помечаются пакеты, предназначенные для отправки в сеть ZigBee.

2.10 Удаленный вывод отладочной информации

ZigZag-объект, отвечающий за отладочную информацию (debug) имеет список заинтересованных объектов (адреса и порты). Они могут быть как локальными, так и удаленными.

Замечание: так как несколько шлюзовых модулей могут присутствовать в одной прошивке, а так же должны быть различимы, им должны быть выделены разные фиксированные порты. С другой стороны, было бы удобно выделить единый отладочный порт, на который бы отправлялась отладочная информация, а уже в конфигурации приемного устройства этот порт был бы объявлен псевдонимом одного из шлюзовых модулей. Однако сейчас зигзаг не предоставляет возможности назначать более одного порта одному модулю.

Описанная выше возможность полезна только при удаленной отладке, так как при локальной можно вручную перенастроить порты назначения отладочной печати.