

Протокол информационного взаимодействия устройств «Optimo» _v0.1 и «Expanse ANALOG» _v 0.71 с сервером сети LoRaWAN

Ревизия от 12.10.2020

Автор:

| Дата | Автор | Действие | Описание |
|------------|--------------|----------|--|
| 12.10.2020 | Тагунов Илья | Создание | Создан релиз для модемов «Optimo»_v 0.71 и «Expanse ANALOG»_v0.1 |
| | | | |

| | |
|----------------------------------|---|
| Общие сведения | 2 |
| Сетевой уровень | 2 |
| Совместимость | 2 |
| Подключение к сети в режиме OTAA | 3 |
| Подключение к сети в режиме ABP | 3 |
| Передача данных | 3 |
| Приём данных | 3 |
| Транспортный уровень | 3 |
| Прикладной уровень | 4 |
| Конфигурация | 4 |
| Прикладные пакеты | 5 |
| Типы прикладных пакетов | 5 |
| Запрос следующего пакета (0x00) | 5 |
| Запрос конфигурации (0x01) | 5 |
| Данные конфигурации (0x02) | 5 |
| Отчёт устройства (0x03) | 5 |
| Переход в загрузчик (0x06) | 6 |
| Ошибка (0x0C) | 6 |

| | |
|---------------------------------|---|
| Пользовательская команда (0x0D) | 6 |
| Запрос версии ПО (0x13) | 6 |
| Сброс сетевого контекста (0x14) | 6 |
| Блоки данных | 6 |
| Срочное сообщение | 6 |
| Общая информация | 7 |
| Версия ПО | 7 |
| Показания счётчика | 7 |

Общие сведения

Контроллеры «Optimo» и «Eхrance ANALOG» (далее - «устройства») предназначены для организации радиоканала передачи данных от приборов учета с импульсным выходом (вода, электричество, тепло, газ и т.д.) и оповещения о срабатывании аварийных датчиков (протечка и т.д.). Контроллер «Optimo» поддерживает одновременное подключение двух приборов учёта и одного датчика. Контроллер «Eхrance ANALOG» поддерживает одновременное подключение восьми приборов учёта.

Данный документ описывает протокол информационного взаимодействия устройств с сервером сети LoRaWAN.

Все поля пакетов, описанные в данном документе, кодируются в формате little-endian, то есть младший байт поля, состоящего из более, чем одного байта, располагается по младшему адресу.

Сетевой уровень

Совместимость

Устройство поддерживает передачу данных в сети LoRaWAN в соответствии с версией спецификации 1.1 (класс А).

Поддерживаются режимы активации OTAA и ABP. Режим по умолчанию - ABP.

При производстве в устройство заносится следующая информация:

- Уникальный идентификатор устройства (DevEUI);
- Идентификатор приложения для подключения (JoinEUI);
- Ключ шифрования сетевого уровня (NwkKey);
- Ключ шифрования прикладного уровня (AppKey).

Устройство может работать с серверами, поддерживающими более ранние версии спецификации (начиная с 1.0). В этом случае JoinEUI используется в качестве AppEUI, а для сетевого и прикладного уровня используется один и тот же ключ NwkKey.

Подключение к сети в режиме OTAA

При первом включении или при выходе устройства из режима хранения выполняется начальная процедура подключения к сети (join). Устройство отправляет на сервер специальные джойн-пакеты (пакеты для подключения) со случайным периодом 10-30 секунд и ожидает ответ от сервера с информацией, необходимой для подключения (акцепт-пакеты).

Всего выполняется 20 попыток (до первой успешной). После 20 неудачных попыток устройство переходит в менее интенсивный режим подключения: джойн-пакет отправляется раз в 12 часов.

Подключение к сети в режиме ABP

Подключение к сети в режиме ABP не предполагает взаимодействия с сервером. Вся информация, необходимая для подключения, записывается на устройство заранее.

Передача данных

Подключенное к сети устройство передаёт данные на сервер в пакетах с запросом подтверждения (confirmed frame). При отсутствии подтверждения от сервера через случайный промежуток времени (в пределах суток) производится повторная передача. По умолчанию выполняется 3 попытки передачи.

Приём данных

По умолчанию устройство может принимать данные только в течение короткого окна после передачи данных на сервер (класс А спецификации LoRaWAN).

Благодаря тому, что контроллер «Ехpanse ANALOG» может использовать внешнее питание, для него возможен перевод в режим постоянного приёма (класс С спецификации LoRaWAN). Соответствующий вариант ПО устройства может быть предоставлен по запросу.

Транспортный уровень

Для того, чтобы снять ограничение на объём передаваемых данных, накладываемое максимальным размером пакета LoRaWAN, взаимодействие устройства и сервера осуществляется посредством транспортного протокола, предусматривающего автоматическое разделение прикладного пакета на последовательность транспортных пакетов, каждый из которых передаётся в отдельном пакете LoRaWAN. Максимальный объём прикладных данных в одном транспортном пакете - 46 байт.

Первый транспортный пакет последовательности передаётся отправителем по собственной инициативе. Последующие транспортные пакеты запрашиваются получателем с помощью команды «Запрос следующего пакета», в которой указан номер следующего пакета в последовательности. Получатель должен запрашивать пакеты из последовательности строго по порядку, но допустим повторный запрос последнего пакета.

Каждый транспортный пакет состоит из заголовка длиной 3 байта и прикладных данных. В заголовке транспортного пакета содержится:

- Информация о последовательности (2 байта):
 - Признак первого пакета в последовательности (бит 15);
 - Зарезервированное поле, должно быть 0 (биты 14-13);
 - Число пакетов в последовательности (для первого пакета) или номер пакета в последовательности (для последующих пакетов) (биты 12-0);
- Тип содержащегося внутри прикладного пакета (1 байт).

Пример: прикладной пакет типа 0x03, содержащий 120 байт данных, передаётся в виде трёх транспортных пакетов:

- Первый: 0x03, 0x80, 0x03, далее 46 байт данных;
- Второй: 0x01, 0x00, 0x03, далее 46 байт данных;
- Третий: 0x02, 0x00, 0x03, далее 28 байт данных.

В случае нарушения последовательности транспортных пакетов, передаваемых устройством, сервер отвечает устройству пакетом “Ошибка” с кодом ошибки.

Для передачи пакетов транспортного уровня, как правило, используется порт 1 LoRaWAN.

Прикладной уровень

Конфигурация

После успешного подключения к сети устройство может выполнить одну или несколько попыток получения конфигурации с сервера. Число попыток задаётся в настройках. По умолчанию запросы конфигурации отключены.

В запросе конфигурации устройство может дополнительно отправить на сервер информацию, описывающую формат блоков данных прикладных пакетов (дескрипторы). Описание формата дескрипторов предоставляется по запросу. По умолчанию отправка дескрипторов отключена.

В ответ на запрос конфигурации устройство получает от сервера текущие дату и время. Если корректного ответа от сервера получено не было (из-за потерь пакетов/ответов или если сервер не поддерживает команду «Запрос конфигурации»), то устройство продолжает использовать время, установленное ранее. Если установленное ранее время по какой-то причине потеряно, то устройство использует своё время по умолчанию: 00:00:00 01.01.2000 г. на момент включения питания. В этом случае серверное программное обеспечение может выполнять расчёт времени каждого замера в регулярном пакете, исходя из оценки времени старта устройства (на основании, например, джойн-пакета) и времени замера в пакете относительно указанной выше даты. В дальнейшем сервер может отправить устройству актуальную конфигурацию по запросу пользователя или по своей инициативе в ответ на присланный устройством пакет. Последнее происходит периодически, а также в тех случаях, когда устройство присылает пакет с неправильной меткой времени.

Прикладные пакеты

В течение жизненного цикла устройство обменивается с сервером прикладными пакетами, формат которых описан далее. Прикладные пакеты могут отправляться как по инициативе устройства, так и по инициативе сервера.

При отправке прикладные пакеты подвергаются упаковке в транспортные пакеты. Если прикладной пакет не вмещается в один транспортный пакет, происходит автоматическая фрагментация, и формируется последовательность транспортных пакетов. Заголовок каждого транспортного пакета включает в себя идентификатор типа содержащегося в нём прикладного пакета.

Типы прикладных пакетов

Запрос следующего пакета (0x00)

Этот пакет служит для обеспечения работы транспортного уровня (описано выше).

Содержимое:

- Номер запрашиваемого пакета в последовательности (2 байта).

Запрос конфигурации (0x01)

Устройство посылает этот пакет серверу для получения текущей конфигурации.

Содержимое:

- Дескриптор устройства, описывающий форматы блоков данных (длина произвольная).

Данные конфигурации (0x02)

Сервер отвечает этим пакетом на запрос конфигурации.

Содержимое:

- Время в формате POSIX time (4 байта).

Отчёт устройства (0x03)

Это основной пакет, в котором устройство передаёт на сервер блоки данных. Кроме того, этот пакет используется в качестве ответа на пользовательские команды.

Содержимое:

- Порядковый номер команды, если отчёт посылается в качестве ответа на специальную пользовательскую команду, или 0xFF, если отчёт посылается по инициативе устройства (1 байт);
- Статус выполнения команды, если отчёт посылается в качестве ответа на специальную пользовательскую команду, или 0x00, если отчёт посылается по инициативе устройства (1 байт);
- Блоки данных (длина произвольная, соответствует дескриптору).

Переход в загрузчик (0x06)

Сервер посылает этот пакет устройству для того, чтобы перевести устройство в режим обновления ПО.

Ошибка (0x0C)

Этот пакет используется для индикации ошибок на прикладном и на транспортном уровне (описано выше). Его может послать в качестве ответа как устройство, так и сервер.

Содержимое:

- Код ошибки (1 байт).

Пользовательская команда (0x0D)

Это пакет, в котором сервер передаёт устройству специальную пользовательскую команду. Устройство отвечает отчётом, содержащим:

- Порядковый номер команды;
- Статус выполнения команды:
 - ОК (0x00);
 - Команда не поддерживается (0x01);
 - Неправильный формат команды (0x02);
 - Неправильное значение параметра (0x07).
- Блоки данных (количество, типы и содержимое зависит от конкретной команды).

Запрос версии ПО (0x13)

Сервер посылает этот пакет устройству для получения версии ПО. Устройство отвечает отчётом, содержащим блок данных с информацией о версии ПО (V).

Сброс сетевого контекста (0x14)

Сервер посылает этот пакет устройству для того, чтобы вызвать сброс хранящегося в энергонезависимой памяти устройства сетевого контекста LoRaWAN. После этого устройство перезагружается.

Блоки данных

Срочное сообщение

Отправляется по инициативе устройства при возникновении или исчезновении состояния, требующего срочного оповещения.

- Индекс типа блока в дескрипторе - 0 (alarm) или 1 (antialarm) (1 байт);
- Номер порта ввода-вывода - 0-8 (1 байт);
- Время произошедшего события (4 байта);
- Код произошедшего события (1 байт):
 - 1 - низкий заряд батареи;
 - 4 - обрыв входной цепи;
 - 5 - короткое замыкание входной цепи;

- 6 - срабатывание датчика протечки.

Общая информация

Отправляется вместе с другими блоками по инициативе устройства.

Содержимое:

- Индекс типа блока в дескрипторе - 2 (1 байт);
- Номер порта ввода-вывода - 0 (1 байт);
- Время работы передатчика с момента старта устройства (в миллисекундах) (2 байта);
- Уровень заряда батареи (содержит корректное значение только при отсутствии внешнего питания) (1 байт):
 - 1 - минимальный уровень;
 - ...
 - 254 - максимальный уровень;
- Температура процессора (1 байт).

Версия ПО

Отправляется в ответ на команду «Запрос версии ПО» со стороны сервера.

Содержимое:

- Индекс типа блока в дескрипторе - 3 (1 байт);
- Номер порта ввода-вывода - 0 (1 байт);
- Длина последующих данных - 3 (1 байт);
- Младшее число версии (1 байт);
- Среднее число версии (1 байт);
- Старшее число версии (1 байт).

Показания счётчика

Отправляется по инициативе устройства периодически или при нажатии кнопки на устройстве. Содержит одно или несколько показаний счётчика.

Содержимое:

- Индекс типа блока в дескрипторе - 4 (1 байт);
- Номер порта ввода-вывода - 1-8 (1 байт);
- Время записи первого показания (в формате POSIX time) (4 байта);
- Период записи показаний (2 байта);
- Число записанных показаний (1 байт);
- Значение первого показания (4 байта);
- Приращения значений последующих показаний относительно предыдущих (по 2 байта на каждое).