

Протокол информационного взаимодействия сервера и счётчика потребления воды с радиointерфейсом LoRaWAN

Версия 2.20.

Общие сведения

Настоящий документ описывает процедуры взаимодействия сервера и счётчика потребления воды (далее, счётчик) и используемые при этом форматы данных.

Протокол обеспечивает передачу данных в сети LoRaWAN. Описываемые в данном документе пакеты сообщений являются полезной нагрузкой (payload) с точки зрения MAC-уровня LoRaWAN.

Документ состоит из двух крупных глав: транспортный и прикладной уровень.

Введение дополнительных правил транспорта поверх LoRaWAN обуславливается тем, что длины пакетов в LoRaWAN ограничены. При этом возможны случаи, когда объём данных, который требуется передать между сервером и счётчиком как единую посылку, больше размера пакета. В этом случае посылка при передаче разбивается на несколько пакетов, а приёмная сторона должна «склеить» пакеты в исходную посылку.

Прикладной уровень описывает кодирование команд и ответов, используемых счётчиками воды.

В документе используется следующая терминология:

- посылка — (понятие транспортного уровня) один или несколько последовательных пакетов, содержащие данные одной прикладной команды.
- команда — (понятие прикладного уровня) сообщение от модема к серверу или от сервера к модему, передаваемое в виде посылки.

Команда прикладного уровня перед передачей упаковывается в посылку (при этом, возможно, посылка будет состоять из нескольких пакетов) и при получении посылка распаковывается в команду.

Префикс «0x» в записи чисел в данном документе означает, что число указано в шестнадцатеричной системе исчисления.

Транспортный уровень

Счётчик при передаче всегда использует пакеты с требованием подтверждения (Confirmed frame).

При передаче как от счётчика к серверу, так и от сервера к счётчику всегда используется порт 1 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.

Каждый пакет в посылке имеет следующий формат (см. рисунок Рисунок):

- Байты 0-1:
Поле «Номер пакета» содержит номер текущего пакета в посылке. В первом (нулевом) пакете поле содержит количество пакетов в посылке.
Поле «С» должно содержать 0, остальные значения зарезервированы.
Поле «П» - признак первого пакета — должно быть равно 1 для первого пакета в посылке; 0 для всех остальных пакетов.
- Байт 2: идентификатор команды прикладного уровня.
- Далее следуют данные первого (нулевого) пакета, если таковые имеются.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...	
Байт 0				Байт 1				Байт 2				Последующие байты														
Номер пакета								С	П	Ид. команды				Данные блока команды, соотв. номеру блока												

Пример. Команда с идентификатором 0xAA, содержащая блок данных длиной 100 байтов, при используемом максимальном размере пакета в 43 байта передаётся в виде посылки, состоящей из трёх пакетов:

- 1) *Первый пакет, длина 43 байта: 0x03 0x80 0xAA, далее первые 40 байтов данных.*
- 2) *Второй пакет, длина 43 байта: 0x01 0x00 0xAA, далее следующие 40 байтов данных.*
- 3) *Третий пакет, длина 23 байта: 0x02 0x00 0xAA, далее оставшиеся 20 байтов данных.*

Первый пакет в посылке выдаётся по инициативе передающей стороны. Последующие пакеты запрашиваются приёмной стороной с помощью команды «Дай следующий пакет», в которой указывается номер запрашиваемого пакета. Её формат указан в главе «Прикладной уровень».

Счётчик является устройством класса А с точки зрения спецификации LoRaWAN, поэтому возможен только один способ передачи посылки от сервера: сервер выдаёт первый пакет посылки в ответ на очередной пакет от модема.

Отсутствие искажений при передаче одного пакета гарантируется протоколом LoRaWAN. В «длинных» посылках, состоящих из нескольких пакетов, появляется дополнительная возможная причина искажения данных, связанная с путаницей порядка следования пакетов. Это проблема устраняется в данном протоколе соблюдением следующих требований:

- Пакеты одной посылки должны запрашиваться строго по порядку, но возможны повторные запросы, то есть каждый следующий запрошенный номер блока должен быть больше на 1 или равен предыдущему номеру.
- Нарушение последовательности выдачи блоков в процессе приёма/передачи длинной команды, состоящей из более чем одного пакета, является ошибкой. Передача в этом случае прерывается приёмной стороной выдачей команды «Ошибка» с кодом «Нарушение последовательности».
- При получении пакета без признака первого пакета в случае, когда приёмная сторона не находится в состоянии приёма длинной посылки, приёмная сторона должна ответить командой «Ошибка» с кодом «Ошибка формата» и не начинать приём новой посылки.
- При получении первого пакета, у которого поле «Номер блока» содержит значение 0, приёмная сторона должна ответить командой «Ошибка» с кодом «Ошибка формата» и не начинать приём новой посылки.
- При получении команды «Ошибка» с любым кодом ошибки передающая сторона должна сразу остановить передачу.
- При получении команды «Ошибка» с любым кодом ошибки приёмная сторона должна сразу остановить приём.
- Получение пакета с другим идентификатором (кроме команды «Ошибка») в процессе приёма/передачи длинной команды, состоящей из более чем одного блока, является ошибкой. Передача в этом случае прерывается, а приёмная сторона выдаёт команду «Ошибка» с кодом «Нарушение кода команды». Новая команда (из пакета с другим идентификатором) при этом игнорируется приёмной стороной.
- Модем должен отвечать командой «Ошибка» с кодом «Неподдерживаемая команда» при получении от сервера команды, не поддерживаемой в текущем состоянии.

Сервер имеет право отмены приёма или передачи текущей команды с помощью команды «Ошибка» с кодом «Прерывание».

Жизненный цикл счётчика

При включении счётчик, если в его настройках выбран тип активации OTA, выполняет процедуру подключения к сети в соответствии со спецификацией LoRaWAN. Если выбрана тип активации ABR, то данный этап пропускается.

Далее счётчик передаёт сведения о себе и своих форматах данных на сервер в команде «Запрос конфигурации», а сервер отвечает командой «Конфигурация», содержащей в настоящий момент только текущее календарное время в формате time_t. Счётчик записывает данное время в регистры часов реального времени и далее руководствуется этими часами при выполнении замеров и отправке регулярных посылок.

Описание форматов команд приведено в главе «Прикладной уровень».

Счётчик выполняет только 5 попыток запроса конфигурации. Если корректного ответа от сервера получено не было (из-за потерь пакетов/ответов или если сервер «не понимает» команды «Запрос конфигурации»), то счётчик использует своё время по умолчанию: 00:00:00 01.01.2000 г. на момент включения питания. В этом случае серверное программное обеспечение должно выполнять расчёт времени каждого замера в регулярном пакете, исходя из оценки времени старта счётчика (на основании, например, джойн-пакета) и времени замера в пакете относительно указанной выше даты.

После процедуры конфигурации счётчик выполняет три попытки передать первую посылку (до первой успешной передачи). Первая посылка имеет формат команды «Отчёт», но не содержит реальных данных, состоит только из одного пакета и служит для целей тестирования связи (приход посылки виден на сервере, как правило, как появление «нулей» в базе данных замеров).

Далее счётчик выполняет отправку регулярных команд «Отчёт» с потарифными данными по накопленному потреблению электроэнергии. Период отправки отчётов и период выполнения замеров потребления устанавливаются в настройках счётчика.

Прикладной уровень

Команды данного протокола обмена «упаковываются» в посылки транспортного уровня, описанного в главе «Транспортный уровень».

Есть одна специальная команда - «Дай следующий пакет» - которая, по существу, не является командой прикладного уровня, а является средством для обеспечения транспорта.

Команда «Ошибка» служит для прерывания текущего действия и содержит коды как для транспортного уровня, так и для прикладного уровня.

Команда «Дай следующий пакет»

Идентификатор команды: 0x00.

Данные команды:

- Байты 0-1: номер запрашиваемого пакета.

Пример. Полностью пакет с командой «Дай следующий пакет», запрашивающей пакет номер 5 выглядит так: 0x01 0x80 0x00 0x05 0x00 (после упаковки в посылку транспортного уровня).

Команда «Запрос конфигурации»

Идентификатор команды: 0x01.

Данные команды: информация об используемых счётчиком форматах.

Команда используется для получения текущего времени с сервера.

Расшифровка информации о форматах в команде «Запрос конфигурации» в настоящем документе не приводится для упрощения описания. Для реализации поддержки счётчика на сервере она не нужна (сервер может просто игнорировать передаваемую информацию).

Аналогично, для упрощения значение некоторых полей в командах описано константами и их смысл не приводится.

Более подробное описание протокола при необходимости может быть получено по запросу в ООО «Смартико».

Команда «Конфигурация»

Идентификатор команды: 0x02.

Данные команды:

- Байты 0-3: время в формате time_t (количество секунд, прошедших с полуночи 1 января 1970 года по UTC).

Команда выдаётся сервером в ответ на команду «Запрос конфигурации», полученную от счётчика.

Команда «Отчёт»

Идентификатор команды: 0x03.

Команда используется счётчиком для передачи сведений о накопленном расходе воды (регулярные послылки и по запросу) и оповещения о срочных событиях.

Регулярные послылки с накопленным потреблением

Передача сведений о накопленном потреблении происходит с заданной в настройках счётчика периодичностью.

Формат данных различается для моделей счётчиков, имеющих датчик обратного потока и не имеющих такового.

Формат данных для моделей без датчика обратного потока:

- Байт 0: 0xFF.
- Байт 1: 0x00.
- Байт 2: 0x03.
- Байт 3: 0x01.
- Байты 4-7: время в формате time_t (количество секунд, прошедших с полуночи 1 января 1970 года по UTC), соответствующее первым замерам потребления электроэнергии в посылке.
- Байты 8-9: временной интервал между замерами,
 - биты 0-14: интервал в секундах, если бит 15 сброшен; в часах, если установлен.
- Байт 10: количество замеров расхода воды в данной посылке. Далее считаем, что этот байт содержит значение N.
- Байты 11-14: значение расхода воды, соответствующее временной метке в байтах 4-7.
- Байты 15-16: приращение расхода воды за первый временной интервал.
- Байты 17-18: приращение расхода воды за второй временной интервал, и так далее.
- Байты $(15 + (N-2)*2) — (16 + (N-2)*2)$: приращение расхода воды за последний временной интервал.

Примечание. N может равняться 1, в этом случае байты приращений отсутствуют.

- Байт M: 0x02, где M — номер байта, следующего за массивами замеров;
 $M = 17 + (N-2) * 2$.
- Байт M+1: 0x00.
- Байты M+2 — M+5: время пребывания радиопередатчика в активном состоянии в миллисекундах.

- Байт M+6: уровень заряда батареи в относительных единицах, где 1 соответствует полному разряду батареи, а 254 — полному заряду.

Формат данных для моделей с датчиком обратного потока:

- Байт 0: 0xFF.
- Байт 1: 0x00.
- Байт 2: 0x03.
- Байт 3: 0x01.
- Байты 4-7: время в формате time_t (количество секунд, прошедших с полуночи 1 января 1970 года по UTC), соответствующее первым замерам потребления электроэнергии в посылке.
- Байты 8-9: временной интервал между замерами,
 - биты 0-14: интервал в секундах, если бит 15 сброшен; в часах, если установлен.
- Байт 10: количество замеров расхода воды в данной посылке. Далее считаем, что этот байт содержит значение N.
- Байты 11-14: значение расхода воды, соответствующее временной метке в байтах 4-7.
- Байты 15-16: приращение расхода воды за первый временной интервал.
- Байты 17-18: приращение расхода воды за второй временной интервал, и так далее.
- Байты $(15 + (N-2)*2)$ — $(16 + (N-2)*2)$: приращение расхода воды за последний временной интервал.
- Байты $(17 + (N-2)*2)$ — $(20 + (N-2)*2)$: значение суммарного обратного потока, соответствующее временной метке в байтах 4-7.
- Байты $(21 + (N-2)*2)$ — $(22 + (N-2)*2)$: приращение суммарного обратного потока воды за первый временной интервал.
- Байты $(23 + (N-2)*2)$ — $(24 + (N-2)*2)$: приращение суммарного обратного потока воды за второй временной интервал, и так далее.
- Байты $(21 + (N-2)*4)$ — $(22 + (N-2)*4)$: приращение суммарного обратного потока воды за последний временной интервал.

Примечание. N может равняться 1, в этом случае байты приращений отсутствуют.

- Байт M: 0x02, где M — номер байта, следующего за массивами замеров;
 $M = 23 + (N-2) * 4$.
- Байт M+1: 0x00.

- Байты M+2 — M+5: время пребывания радиопередатчика в активном состоянии в миллисекундах.
- Байт M+6: уровень заряда батареи в относительных единицах, где 1 соответствует полному разряду батареи, а 254 — полному заряду.

Примечание. В моделях счётчиков с датчиком обратного потока воды передаваемые значение расхода воды уже скорректированы на значение обратного потока, и, соответственно, не требуется выполнять вычитание обратного потока из «прямого» расхода воды.

До активации счётного входа устройство отправляет пакеты следующего формата:

- Байт 0: 0xFF.
- Байт 1: 0x00.
- Байт 2: 0x02.
- Байт 3: 0x00.
- Байты 4-7: время пребывания радиопередатчика в активном состоянии в миллисекундах.
- Байт 8: уровень заряда батареи в относительных единицах, где 1 соответствует полному разряду батареи, а 254 — полному заряду.

Примечание. Активация счётного входа происходит по прошествии 1 минуты с момента установки устройства на прибор учёта.

Срочные оповещения о возникновении события

Данные послышки отправляются счётчиком в случае возникновения нештатной ситуации, требующей срочного оповещения сервера.

Формат данных:

- Байт 0: 0xFF.
- Байт 1: 0x00.
- Байт 2: 0x00.
- Байт 3: 0x00 или 0x01, не имеет принципиального значения.
- Байты 4-7: время в формате time_t (количество секунд, прошедших с полуночи 1 января 1970 года по UTC) возникновения события.
- Байт 8: код события.

Возможны следующие коды событий:

- 0x01 — низкий заряд батареи;
- 0x07— срабатывание датчика вскрытия корпуса;
- 0x08— срабатывание магнитного датчика.

Команда «Ошибка»

Идентификатор команды: 0x0C.

Данные команды:

- Байт 0: код ошибки.

Возможны следующие коды ошибок:

- 0x01 — (FAIL_SEQ) нарушение последовательности;
- 0x02 — (FAIL_CMD_ID) нарушение кода команды;
- 0x03 — (INTERRUPT) прерывание;
- 0x04 — (BAD_FORMAT) ошибка формата;
- 0x11 — (NOT_SUPP) неподдерживаемая команда.

Упрощения

Протокол обмена существенно упрощается, если посылки помещаются в один пакет.

Максимальный размер одного пакета на коэффициентах расширения 10-12 составляет 51 байт, из которых 3 байта занимает заголовок (номер пакета и идентификатор команды).

Таким образом, если размер пользовательских данных не превышает 48 байтов, то посылка состоит только из одного пакета. В таком пакете поле «Номер пакета» (точнее, первые два байта) всегда равно 0x8001 и отсутствует необходимость запроса/посылки команды «Дай очередной пакет» и обработки команды «Ошибка».

Посылки из нескольких пакетов используются только при передаче регулярных данных.

Если регулярные данные помещаются в 48 байтов (а это зависит от настроек счётчика — от количества замеров в одном пакете; должно быть не более 14 замеров в одной посылке для модели без датчика обратного потока и не более 6 замеров для модели с датчиком), то на сервере можно не реализовывать поддержку передачи и получения длинных посылок.