



Счетчик тепла «Гефест»
Передача данных в сети LoRaWAN
Протокол обмена

Редакция: 1.3

Дата: Июнь 2020



Оглавление

| | |
|---|---|
| Введение..... | 3 |
| 1. Физический уровень передачи данных..... | 3 |
| 1.1. Основные параметры | 3 |
| 1.2. Описание частотного плана | 3 |
| 1.3. Регистрация в сети LoRaWAN | 4 |
| 1.4. Сбор и передача информации..... | 4 |
| 1.5. Формат передачи многобайтных параметров..... | 5 |
| 1.6. Формат передачи даты и времени | 5 |
| 2. Формат пакетов передачи информации | 6 |
| 2.1. Типы поддерживаемых пакетов передачи информации..... | 6 |
| 2.2. Описание пакетов передачи данных..... | 7 |



Введение

В данном документе приведено описание протокола обмена данными счетчика тепла «Гефест» в сети LoRaWAN.

Кратко рассматривается физический уровень передачи данных и регистрация счетчика в сети LoRaWAN. Для подробного изучения физического уровня и MAC-уровня организации сети LoRaWAN рекомендуется изучить документ «LoRaWAN™ 1.1 Specification. Authored by the LoRa Alliance Technical Committee. Version: 1.1. October 11, 2017. Final release».

Приведено подробное описание формата пакетов данных, передаваемых счетчиком тепла в сеть передачи данных и принимаемых счетчиком из сети.

1. Физический уровень передачи данных

1.1. Основные параметры

Основные параметры передачи данных приведены в таблице 1

Таблица 1

| Параметр | Значение |
|-----------------------------------|---------------------|
| Модуляция | LoRa |
| Мощность передатчика | 25 мВт (14 дБм) |
| Чувствительность приемника | -137 дБм |
| Антенна | встроенная |
| Класс устройства | A |
| Режимы регистрации в сети LoRaWAN | ОТАА , ABP |
| Период передачи данных в сеть, ч | 1, 6, 12, 24 |

Примечание. Здесь (и далее по тексту) жирным курсивом выделены значения параметров, устанавливаемые в счетчиках при выпуске из производства.

1.2. Описание частотного плана

При выпуске из производства счетчик тепла настроен на частотный план в соответствии с разделом «2.11 RU864-870 MHz ISM Band» документа «LoRaWAN 1.0.3 Regional Parameters». В описании сервера связи IOT Vega server данный частотный план обозначается RU868. Параметры основных каналов приведены в таблице 2.



Таблица 2

| Канал | Частота, МГц | Скорость передачи | Полоса, кГц |
|-------|--------------|--------------------|-------------|
| 1 | 868.9 | DR0-DR5 (SF12-SF7) | 125 |
| 2 | 869.1 | DR0-DR5 (SF12-SF7) | 125 |
| RX2 | 869.1 | DR0 (SF12) | 125 |

После регистрации в сети счётчик может использовать дополнительные каналы в диапазоне от 864 до 865 МГц, например, со значениями 864.1, 864.3, 864.5, 864.7 и 864.9 МГц.

1.3. Регистрация в сети LoRaWAN

В режиме OTAA счётчик проводит попытку регистрации в сети, в соответствии с установленным периодом передачи, на частотах основных каналов. Внеочередную попытку регистрации можно инициировать при помощи сервисного ПО счетчика по ИК-интерфейсу. Для успешной регистрации счетчика на сервере связи в режиме OTAA, необходимо предварительно внести все необходимые параметры счетчика в сервер связи.

При монтаже и в эксплуатации возможно изменение режима регистрации счетчика тепла при помощи сервисного ПО счетчика по ИК-интерфейсу.

1.4. Сбор и передача информации

Период сбора (фиксации накопленных значений) и передачи информации выбирается из ряда 1, 6, 12, 24. При этом фиксация накопленных значений всегда происходит в 00 минут 00 секунд:

- каждый час - при значении периода 1 час;
- в 0, 6, 12 и 18 часов - при значении периода 6 часов;
- в 0, и 12 часов - при значении периода 12 часов;
- в 0 часов - при значении периода 24 часа.

Передача информации в сеть LoRaWAN происходит в соответствии с установленным периодом, скорректированным на псевдослучайную величину в пределах от минус 1800 до 1800 секунд, при этом отсчет времени начинается от включения питания счетчика.



При монтаже и в эксплуатации возможно изменение периода передачи данных счетчика тепла при помощи сервисного ПО счетчика по ИК-интерфейсу. В эксплуатации также возможно изменение периода передачи данных командой, получаемой счетчиком по сети LoRaWAN.

Счетчик может передавать данные с подтверждением приема или без подтверждения. Если режим подтверждения выключен, то счетчик тепла осуществляет одну передачу данных в соответствии с установленным периодом. Если режим подтверждения включен, то, при отсутствии подтверждения со стороны базовой станции, счётчик будет делать несколько попыток (до 3) передать данные. Если счетчик не получает подтверждение в течении 15 последовательных попыток передачи, то он сбрасывает регистрацию и при следующем сеансе связи, если установлен режим регистрации ОТАА, счетчик будет осуществлять попытки регистрации в сети (до 5 попыток за сеанс).

Один раз в 15 дней счетчик посылает запрос на корректировку встроенных часов реального времени. Один раз в 30 дней или по запросу счетчик может передавать пакет с технологической информацией о состоянии элемента питания. При регистрации в сети или по запросу счетчик передает пакет со служебной информацией.

1.5. Формат передачи многобайтных параметров

Многобайтные параметры, если это не оговорено особо, передаются младшим байтом вперед (формат Little Endian).

1.6. Формат передачи даты и времени

Передача даты и времени осуществляется в формате Unix Time, при этом передаваемое время соответствует часовому поясу UTC.



2. Формат пакетов передачи информации

2.1. Типы поддерживаемых пакетов передачи информации

Счетчик тепла «Гефест» обеспечивает обмен в сети LoRaWAN посредством различных пакетов передачи данных. Для совместимости с оборудованием (базовыми станциями) и программным обеспечением (серверами связи) различных производителей в счетчик тепла включена поддержка некоторых пакетов приложения IOT Vega и сети ЭРТХ. Полный перечень информационных пакетов счетчика тепла приведен в таблице 3. В процессе работы над программным обеспечением счетчика тепла данный список, так же, как и список поддерживаемого оборудования и программного обеспечения, будет расширяться.

Таблица 3.

| Наименование пакета | Описание | Тип | Порт | Поддержка |
|---|----------|-----|------|-----------|
| Периодические показания (только тепловая энергия, для совместимости с IOT Vega) | 2.2.1 | 1 | 2 | IOT Vega |
| Нештатная ситуация | 2.2.2 | 2 | 2 | IOT Vega |
| Архивные данные | 2.2.3 | 3 | 2 | |
| Периодические показания (полный набор параметров) | 2.2.5 | 50 | 2 | |
| Периодические показания (расширенный набор параметров) | 2.2.6 | 51 | 2 | |
| Корректировка времени | 2.2.4 | 255 | 4 | IOT Vega |
| Изменение параметров работы | 2.2.7 | 100 | 99 | |
| Технологическая информация | 2.2.9 | 199 | 199 | |
| Служебная информация | 2.2.8 | 200 | 200 | Сеть ЭРТХ |



2.2. Описание пакетов передачи данных

2.2.1. Периодические показания (только тепловая энергия) передаются счетчиком на порт 2, структура пакета приведена в таблице 4.

Таблица 4

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 1 (передача показаний) |
| 1 | Расчётная остаточная емкость элемента питания, разрешение 1 % |
| 1 | Значение основных настроек (битовое поле) |
| 4 | Время снятия показаний, передаваемых в пакете |
| 1 | Температура внутри корпуса счетчика, разрешение 1 °С |
| 4 | Значение тепловой энергии, разрешение 1 Мкал |

Структура битового поля основных настроек приведена в таблице 5.

Таблица 5

| Номер бита | Описание поля |
|------------|--|
| 4...7 | Не используются |
| 1...3 | Период передачи данных: «3» – 1 час, «4» – 6 часов, «5» – 12 часов, «6» – 24 часа |
| 0 | Способ регистрации: «0» – ОТАА, «1» – АВР |

2.2.2. Информация о нештатной ситуации передаётся счетчиком на порт 2, структура пакета приведена в таблице 6.

Таблица 6

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 2 (передача информации о нештатной ситуации) |
| 1 | Расчётная остаточная емкость элемента питания, разрешение 1 % |
| 1 | Значение основных настроек (битовое поле) |
| 1 | Битовое поле нештатной ситуации |
| 4 | Время формирования пакета |
| 4 | Значение тепловой энергии, разрешение 1 Мкал |

Структура битового поля нештатной ситуации приведена в таблице 7.

Таблица 7

| Номер бита | Описание поля |
|------------|--|
| 6, 7 | Не используются |
| 5 | Воздействие внешнего магнитного поля |
| 4 | Обрыв цепи датчика расхода |
| 3 | Обрыв цепи датчика температуры «подающего» трубопровода |
| 2 | Короткое замыкание цепи датчика температуры «подающего» трубопровода |
| 1 | Обрыв цепи датчика температуры «обратного» трубопровода |
| 0 | Короткое замыкание цепи датчика температуры «обратного» трубопровода |



2.2.3. Архивные данные передаются счетчиком на порт 2, структура пакета приведена в таблице 8

Таблица 8

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 3 (передача архивных данных) |
| 4 | Время снятия показаний, передаваемых в пакете |
| 4 | Значение тепловой энергии, разрешение 1 Мкал |
| 4 | Значение объема по импульсному входу 1, разрешение 10 л |
| 4 | Значение объема по импульсному входу 2, разрешение 10 л |

Архивные данные передаются счетчиком в ответ на запрос данных. Пакет с запросом архивных данных приведен в таблице 9.

Таблица 9

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|--|
| 1 | Тип пакета: 3 (передача архивных данных) |
| 1 | Тип архива: 0 – часовой, 1 – суточный, 2 – месячный, 3 – годовой |
| 4 | Индекс начальной записи |
| 1 | Требуемое количество записей |

В ответ на запрос счетчик передает указанное в запросе количество архивных пакетов. Если количество записей в журнале счетчика меньше запрошенного количества, то счетчик передает столько пакетов, сколько записей в журнале.

Глубина журналов:

часовые – 1536 значений (64 суток);

суточные – 496 значений (16 месяцев);

месячные – 240 значений (20 лет);

годовые – 20 лет.

2.2.4. Запрос корректировки времени передается счетчиком на порт 4, структура пакета приведена в таблице 10.

Таблица 10

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 255 (корректировка времени) |
| 4 | Время формирования пакета |

Пакет с величиной корректировки времени передается базовой станцией (сервером связи) на порт 4, структура пакета показана в таблице 11.



Таблица 11

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 255 (корректировка времени) |
| 8 | Величина в секундах, на которую нужно скорректировать время |

2.2.5. Периодические показания (полный набор параметров) передаются счетчиком на порт 2, структура пакета приведена в таблице 14.

Таблица 14

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 50 (передача полного набора параметров) |
| 4 | Время снятия показаний, передаваемых в пакете |
| 4 | Значение тепловой энергии, разрешение 1 Мкал |
| 4 | Значение объема теплоносителя, разрешение 1 л |
| 4 | Значение массы теплоносителя, разрешение 1 кг |
| 2 | Значение температуры в «подающем» трубопроводе, разрешение 0,01 °С |
| 2 | Значение температуры в «обратном» трубопроводе, разрешение 0,01 °С |
| 4 | Код нештатной ситуации. Передается в виде последовательности 0x000m fiod; значения тетрад m, f, i, o и d приведены в таблице 15 |
| 4 | Значение объема по импульсному входу 1, разрешение 1 л |
| 4 | Значение объема по импульсному входу 2, разрешение 1 л |

Таблица 15. Коды нештатных ситуаций

| Тетрада | Параметр | Код | Описание нештатной ситуации |
|---------|---------------------------|------|---|
| d | Разность температур | 1 | Разность температур отрицательна |
| | | 2 | Разность температур меньше минимальной |
| | | 3 | Разность температур больше максимальной |
| | | 4 | Ошибка расчета разности температур ввиду ошибки измерения одной из температур |
| | | 5 | Разность температур меньше -5°С |
| | | 6 | Разность температур меньше 0,5°С |
| i, o | Температура теплоносителя | 1 | Температура датчика меньше минимальной |
| | | 2 | Температура датчика больше максимальной |
| | | 3, 4 | Обрыв цепи датчика |
| | | 5 | Короткое замыкание цепи датчика |
| | | | |
| f | Расход | 1 | Расход меньше минимального |
| | | 2 | Расход больше максимального |
| | | 3 | Обратное вращение вертушки |
| | | 4 | Вертушка не вращается |
| | | 5 | Обрыв цепи датчика расхода |
| m | Внешнее магнитное поле | 2 | Было воздействие внешнего магнитного поля |
| | | 3 | Воздействие внешнего магнитного поля |



2.2.6. Периодические показания (расширенный набор параметров) передаются счетчиком на порт 2, структура пакета приведена в таблице 16.

Таблица 16

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 51 (передача расширенного набора параметров) |
| 4 | Время снятия показаний, передаваемых в пакете |
| 4 | Значение тепловой энергии, разрешение 1 Мкал |
| 2 | Значение тепловой мощности, разрешение 1 Мкал/ч |
| 4 | Значение объема теплоносителя, разрешение 1 л |
| 2 | Значение объемного расхода теплоносителя, разрешение 1 л/ч |
| 4 | Значение массы теплоносителя, разрешение 1 кг |
| 2 | Значение массового расхода теплоносителя, разрешение 1 кг/ч |
| 2 | Значение температуры в «подающем» трубопроводе, разрешение 0,01 °С |
| 2 | Значение температуры в «обратном» трубопроводе, разрешение 0,01 °С |
| 4 | Код нештатной ситуации. Передается в виде последовательности 0x000m fiod; значения тетрад m, f, i, o и d приведены в таблице 15 |
| 4 | Значение объема по импульсному входу 1, разрешение 1 л |
| 2 | Зарезервировано |
| 4 | Значение объема по импульсному входу 2, разрешение 1 л |
| 2 | Зарезервировано |

2.2.7. Пакет с новыми параметрами работы счетчика передается базовой станцией (сервером связи) на порт 99, структура пакета приведена в таблице 17. После изменения параметров работы счетчик передает на порт 99 аналогичный пакет с новыми параметрами работы.

Таблица 17

| Размер, байт | Описание поля |
|----------------|---|
| 1 | Тип пакета: 100 (изменение параметров работы) |
| 1 | Идентификатор параметра |
| См. таблицу 18 | Значение параметра |
| ... | |
| 1 | Идентификатор параметра |
| См. таблицу 18 | Значение параметра |



Перечень изменяемых параметров работы счетчика приведён в таблице 18.

Таблица 18

| Идентификатор параметра | Размер, байт | Описание поля |
|-------------------------|--------------|---|
| 0x00 | 1 | Основные настройки (битовое поле), см. таблицу 5 |
| 0x01 | 1 | Старшая тетрада: «1» – передача с подтверждением приема , «0» – передача без подтверждения приема |
| | | Младшая тетрада – количество попыток передачи данных при отсутствии подтверждения о приеме: 1, 2, 3, ..., 8 |
| 0x02 | 2 | Часовой пояс, в минутах: -720...+840 (+360) |
| 0x03 | 1 | Тип пакета периодических показаний: «0» – полный набор параметров , «1» – только тепловая энергия, «2» – расширенный набор параметров |
| 0x04 | 1 | Старшая тетрада: «0» – передавать пакет со служебной информацией только по запросу, «1» – передавать пакет со служебной информацией при регистрации и по запросу , «2» – передавать пакет со служебной информацией при внеочередной передаче и по запросу, «3» – передавать пакет со служебной информацией при регистрации, при внеочередной передаче и по запросу |
| | | Младшая тетрада – передача технологической информации: «0» – передавать пакет только по запросу , «1» – передавать пакет первого числа каждого месяца и по запросу, «2» – передавать пакет при внеочередной передаче и по запросу, «3» – передавать пакет первого числа каждого месяца, при внеочередной передаче и по запросу |
| 0x05 | 1 | Количество повторов регистрации при отсутствии подтверждения о регистрации: 1, ..., 5, ..., 8 |
| 0x06 | 1 | Место установки теплосчетчика: «0x0C» – «подающий» трубопровод, «0x04» – «обратный» трубопровод |
| 0x07 | 1 | Дата записи в месячный журнал: 1...28 |
| 0x10 | 4 | Заводской номер счетчика, подключенного к первому импульсному каналу, двоично-десятичный код |
| 0x11 | 1 | Тип счетчика, подключенного к первому импульсному каналу: «0x16» – счетчик холодной воды, «0x06» – счетчик горячей воды, «0x07» – счетчик воды |
| 0x12 | 1 | Вес импульса счетчика, подключенного к первому импульсному каналу: «1» – 1 л, «10» – 10 л , «100» – 100 л |
| 0x13 | 4 | Показания счетчика, подключенного к первому импульсному каналу, разрешение 1 л |
| 0x20 | 4 | Заводской номер счетчика, подключенного ко второму импульсному каналу, двоично-десятичный код |
| 0x21 | 1 | Тип счетчика, подключенного ко второму импульсному каналу: «0x16» – счетчик холодной воды, «0x06» – счетчик горячей воды, «0x07» – счетчик воды |



Продолжение таблицы 18

| Идентификатор параметра | Размер, байт | Описание поля |
|-------------------------|--------------|---|
| 0x22 | 1 | Вес импульса счетчика, подключенного ко второму импульсному каналу: «1» – 1 л, «10» – 10 л, «100» – 100 л |
| 0x23 | 4 | Показания счетчика, подключенного ко второму импульсному каналу, разрешение 1 л |

Примечание. При изменении нескольких параметров в одном пакете параметры должны располагаться в порядке возрастания «Идентификатора параметра».

2.2.8. Служебная информация передается счетчиком при регистрации в сети, при внеочередной передаче или при поступлении запроса от базовой станции (сервера связи) на порт 200. Структура запроса приведена в таблице 19.

Таблица 19

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 200 (запрос служебной информации) |

Структура пакета со служебной информацией приведена в таблице 20, передается пакет на порт 200. В данном пакете многобайтные параметры передаются старшим байтом вперед (формат Big Endian).

Таблица 20

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 200 (информационный пакет от устройства) |
| 1 | Причина отправки: «0» – регистрация в сети, «1» – по запросу, «2» – при внеочередной передаче |
| 16 | Производитель, текстовое поле в кодировке ASCII |
| 16 | Модель устройства, текстовое поле в кодировке ASCII |
| 4 | Дата производства, формат Unix Time |
| 2 | Версия аппаратной реализации (старший байт – major, младший – minor) |
| 2 | Версия программного обеспечения (старший байт – major, младший – minor) |
| 1 | Версия протокола обмена |
| 1 | Расчетная остаточная емкость элемента питания, разрешение 1 % |
| 4 | Количество отправленных счетчиком сообщений, общий счетчик передач в эфир с учетом переповторов NbTrans |



2.2.9. Технологическая информация может передаваться счетчиком первого числа каждого месяца, при внеочередной передаче или при поступлении запроса от базовой станции (сервера связи) на порт 199. Структура запроса приведена в таблице 21.

Таблица 21

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 199 (запрос технологической информации) |

Структура пакета с технологической информацией приведена в таблице 22, передается пакет на порт 199.

Таблица 22

| Размер, байт | Описание поля |
|--------------|---|
| 1 | Тип пакета: 199 (пакет с технологической информацией) |
| 4 | Текущее время счетчика |
| 4 | Заводской номер счетчика тепла, двоично-десятичный код |
| 1 | Расчетная остаточная емкость элемента питания, разрешение 1 % |
| 1 | Напряжение элемента питания, $U (В) = (1,00 + B / 100)$, где B – полученное значение |
| 1 | Температура внутри корпуса счетчика, разрешение 1 °С |
| 4 | Количество отправленных счетчиком сообщений |



История документа

| Дата | Редакция | Описание изменений |
|------------|----------|---|
| 11.06.2020 | 1.3 | Изменение пакета периодических показаний (расширенный набор параметров) |
| | | Изменение пакета архивных данных |
| | | Исправление ошибок |
| 6.04.2020 | 1.2 | Исправление ошибок |
| 5.04.2020 | 1.0 | Первая редакция. |