



OrionM2M

РАДИОМОДЕМ

# ORIONMETER

модель LA-IP-I2C/E

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

| НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

| ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

| КОНФИГУРИРОВАНИЕ



building  
connected future

[www.orion-m2m.com](http://www.orion-m2m.com)

 **LoRa Alliance** Member™

## Оглавление

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                           | 4  |
| 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОМОДЕМА .....                                            | 5  |
| 2. АЛГОРИТМ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ .....                                               | 6  |
| 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОМОДЕМА .....                                         | 7  |
| 4. ОПИСАНИЕ И РАБОТА РАДИОМОДЕМА ORIONMETER LA-IP-I2C/E .....                           | 8  |
| 4.1. Индикация состояний радиомодема .....                                              | 10 |
| 4.2. Включение и регистрация устройства в сети LoRa WAN .....                           | 12 |
| 4.3. Крепление радиомодема .....                                                        | 14 |
| 5. USB FSK КОНФИГУРАТОР .....                                                           | 15 |
| 5.1. Терминальный режим .....                                                           | 15 |
| 5.2. Генерация FSK ключа .....                                                          | 15 |
| 5.3. Подключение к радиомодему .....                                                    | 16 |
| 5.4. Деактивация радиомодема.....                                                       | 22 |
| 5.5. Обновление программного обеспечения.....                                           | 23 |
| 6. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА РАДИОМОДЕМА .....                                                    | 27 |
| 6.1. Протокол обмена данными .....                                                      | 27 |
| 6.1.1. Информация о версии протокола.....                                               | 27 |
| 6.1.2. Информация о номере операции обмена .....                                        | 27 |
| 6.1.3. Информация о состоянии радиомодема .....                                         | 27 |
| 6.1.4. PAYLOAD от радиомодема.....                                                      | 28 |
| 6.1.4.1.1. Tamper data (тревожные события).....                                         | 29 |
| 6.1.4.1.2. Service data (сервисный пакет данных).....                                   | 30 |
| 6.1.4.1.3. SENSORS data (пакет с данными о температуре и относительной влажности) ..... | 34 |
| 6.2. Передача данных от Сервера на радиомодем .....                                     | 36 |
| 6.2.1. Информация о версии протокола.....                                               | 36 |
| 6.2.2. Информация о номере операции обмена .....                                        | 36 |
| 6.2.3. Информация о состоянии радиомодема .....                                         | 36 |
| 6.2.4. PAYLOAD от Сервера .....                                                         | 36 |
| 6.2.4.1. Формат данных массива от Сервера.....                                          | 37 |
| 6.2.4.1.1. SYSTEM CFG (системные настройки).....                                        | 37 |
| 6.2.4.1.2. SYSTEM CFG (системные настройки).....                                        | 39 |
| 6.2.4.1.1. REQUEST SERVICE INFO (запрос сервисной информации) .....                     | 44 |

|      |                                            |    |
|------|--------------------------------------------|----|
| 7.   | ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ..... | 45 |
| 8.   | СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ .....               | 46 |
| 9.   | МАРКИРОВКА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ .....       | 47 |
| 9.1. | Маркировка.....                            | 47 |
| 9.2. | Комплект поставки .....                    | 48 |
| 10.  | ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....             | 49 |
| 11.  | ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....           | 50 |

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство распространяется на радиомодем Orionmeter LA-IP-I2C/E производства ТОО «Орион Система» и определяет порядок установки, а также содержит сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических, функциональных возможностей радиомодема и его правильной эксплуатации.

Руководство предназначено для специалистов, ознакомленных с правилами выполнения монтажных работ в области электронного и электротехнического оборудования.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОМОДЕМА

Радиомодем Orionmeter LA-IP-I2C/E является устройством класса А по классификации LoRaWAN. Устройство предназначено для организации передачи данных, полученных от встроенного совмещенного датчика температуры и влажности, посредством радиосвязи в сеть LoRaWAN.

Радиомодем Orionmeter LA-IP-I2C/E может быть использован как устройство удаленного мониторинга температуры и влажности воздуха окружающей среды и применяться в промышленных или бытовых системах управления.

## 2. АЛГОРИТМ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Плата с измерительным датчиком температуры и относительной влажности LA-I2C-HDC (slave) кабелем-удлинителем подключается к радиомодему Orionmeter LA-IP-I2C/E (master) по последовательной асимметричной шине I<sup>2</sup>C. С помощью технологического программного обеспечения радиомодем формирует запрос датчику по шине I<sup>2</sup>C на измерение необходимых текущих значений его сенсоров: температуры или относительной влажности. После получения запроса датчик проводит измерения и обработку этих значений с сохранением в своей памяти. Радиомодем вновь формирует запрос на считывание этих данных из памяти датчика. Полученные радиомодемом данные формируются в пакеты данных и передаются в сеть LoRaWAN.

Получаемые радиомодемом данные от датчика, которые передаются в сеть, формируются в регулярные пакеты данных – **Regular data**. При очередном выходе на связь осуществляется передача регулярного пакета данных с текущими измеренными значениями температуры и относительной влажности в сеть LoRaWAN. Интервал опроса датчика и передачу радиомодемом этих пакетов можно изменять от одной секунды до двадцати четырех часов.

Важно помнить о гарантийном количестве отправленных пакетов, которое составляет **40 000** пакетов, так как при выставлении малого интервала передачи не гарантийный случай наступит раньше.

При осуществлении мониторинга и контроля температуры и относительной влажности предусмотрена настройка оповещений о достижении верхних или нижних пределов, а также осуществлять контроль и информирование о состоянии температурного диапазона.

Время внутренних часов радиомодема можно устанавливать или корректировать по сети LoRaWAN или с помощью FSK USB Конфигуратора.

## 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОМОДЕМА

| Основные                                                             |                                              |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Диапазон измерений температуры, °C                                   | - 40° ... + 70°                              |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, °C             | ± 0,4                                        |
| Диапазон измерений относит. влажности, %                             | 0 – 85 (без конденсации)                     |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, %              | ± 4                                          |
| Активация радиомодема                                                | С помощью магнита                            |
| Архивирование данных, сут.                                           | *62                                          |
| LoRaWAN                                                              |                                              |
| Класс устройства LoRaWAN                                             | A                                            |
| Рабочий диапазон частот, МГц                                         | 865-868 (KZ)<br>863-870 (RU)<br>863-870 (EU) |
| Способ активации в сети LoRaWAN                                      | OTAA                                         |
| Тип антенны LoRa                                                     | Внутренняя                                   |
| Чувствительность приемника, дБм                                      | -137                                         |
| Мощность передатчика, мВт                                            | до 25                                        |
| Дальность связи в условиях городской застройки, км                   | до 5                                         |
| Дальность связи в условиях прямой видимости, км                      | до 15                                        |
| Питание                                                              |                                              |
| Емкость встроенной батареи, мАч                                      | **3650                                       |
| Напряжение встроенной батареи, В                                     | 3,6                                          |
| Химический состав батареи                                            | Li-SOCl <sub>2</sub>                         |
| Срок эксплуатации без замены батареи, лет                            | ≥ 7                                          |
| Гарантийный срок эксплуатации, месяцев                               | 36                                           |
| Гарантированное число отправленных устройством пакетов, не менее шт. | 40 000                                       |
| Корпус                                                               |                                              |
| Материал корпуса                                                     | Поликарбонат                                 |
| Размеры корпуса радиомодема, мм                                      | 123 x 50 x 30                                |
| Размер корпуса датчика, мм                                           | Ø15 x 50                                     |
| Масса, г                                                             | ≤ 172                                        |
| Степень защиты корпуса радиомодема / датчика                         | IP 65 / IP43                                 |
| Крепление                                                            | Стяжками к опоре, на DIN-рейку, настенное    |

\* - зависит от интервала архивирования

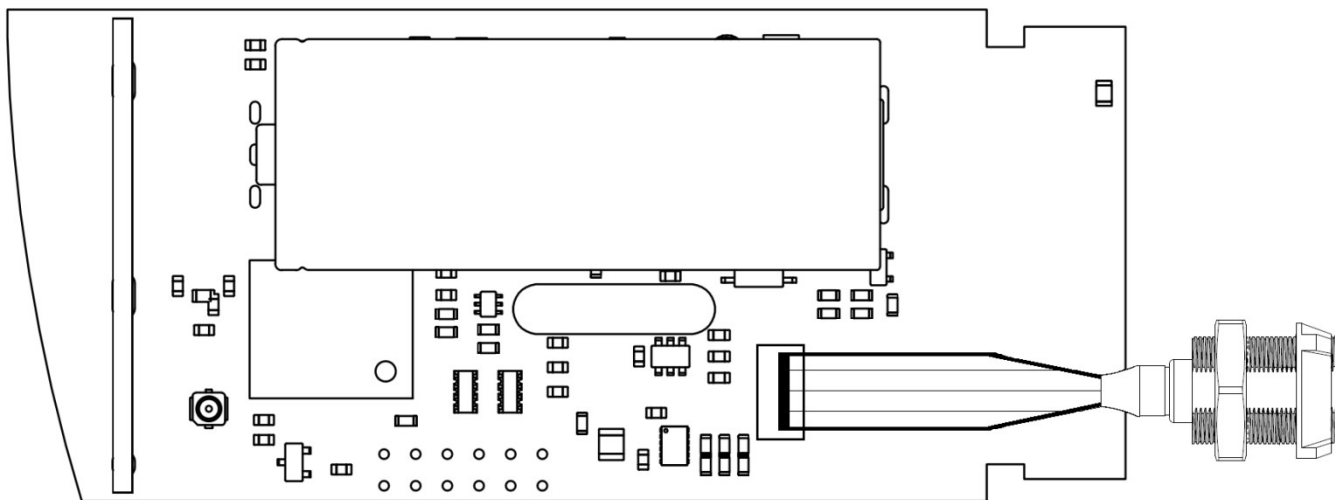
\*\* - возможна установка батареи увеличенной емкости 4100 мАч

#### 4. ОПИСАНИЕ И РАБОТА РАДИОМОДЕМА ORIONMETER LA-IP-I2C/E

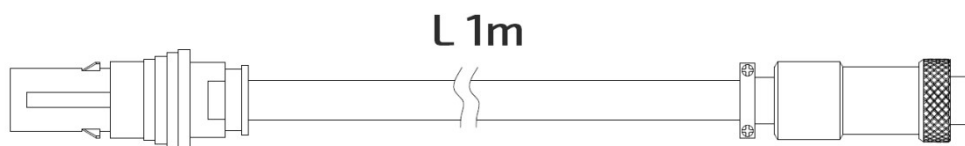
Конструктивно радиомодем LA-IP-I2C/E реализован в виде печатной платы с разъемом типа PKG-1P-4GL, к которому подключается, через удлинительный кабель длиной 1 метр, датчик температуры и относительной влажности LA-I2C-HDC (2 в 1) в корпусе. Плата радиомодема размещена в литом корпусе из поликарбоната. Для защиты датчика от внешних воздействий обеспечивает корпус из спеченных гранул из нержавеющей стали размером Ø20 x 50. На правой боковой грани корпуса радиомодема LA-IP-I2C/E изображен логотип Компании-производителя. На корпусе датчика расположена этикетка с наименованием и заводским номером.

Основными элементами платы радиомодема являются: элемент питания, подключенный к блоку питания; микроконтроллер, объединенный с трансивером в единый корпус, с технологическим программным обеспечением обеспечивающий обработку, прием и передачу информации по радиоканалу в сеть LoRa WAN с помощью RF антенны. Элементом питания для радиомодема служит встроенная батарея ёмкостью 3650mAh или 4100mAh. Элемент питания и антенна расположены на плате радиомодема навесным монтажом.

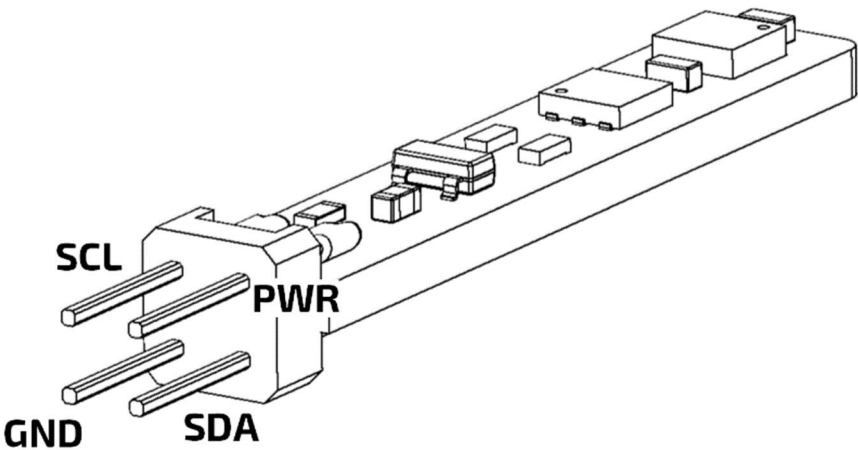
Внешний вид платы радиомодема с разъемом приведен ниже:



Кабель, соединяющий радиомодем и датчик, длиной 1 метр представлен ниже:

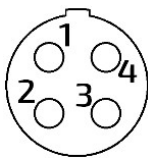


Значения выводов датчика LA-I2C-HDC представлены ниже, для удобства разъем и корпус не отображён:



| Номер контакта на разъеме | Функция    | Примечание          |
|---------------------------|------------|---------------------|
| 1                         | <u>SCL</u> | Линия синхронизации |
| 2                         | <u>GND</u> | Минус питания       |
| 3                         | <u>SDA</u> | Линия данных        |
| 4                         | <u>PWR</u> | Плюс питания        |

Кабель-удлинитель с разъемом подключения к датчику тип M12-4 и разъем датчика имеют ключ для правильного подключения. Расположение ключа контактов разъема датчика представлен ниже:



Серийный номер микросхемы-измерителя прописан в регистре самой микросхемы без возможности его изменения.

Эксплуатация радиомодема должна осуществляться при температуре окружающей среды от - 25°C до + 65°C и относительной влажности не более 85% без образования конденсата.

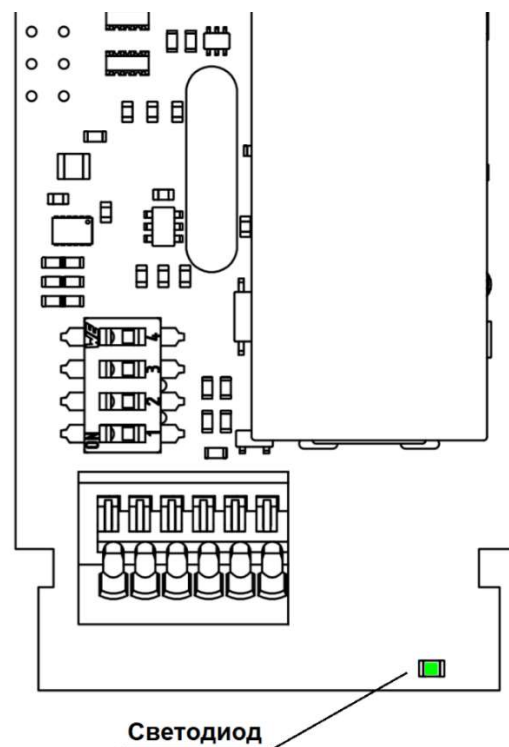
Подробное описание протокола обмена данными по сети LoRaWAN и конфигурирование датчика радиомодемом представлено в разделе 6 настоящего Руководства.

#### 4.1. Индикация состояний радиомодема

Устройство имеет светодиодный индикатор – светодиод зеленого цвета.

Индикация используется:

- для определения успешности активации с помощью неодимового магнита;
- для определения успешной регистрации в сети LoRaWAN;
- при получении DL пакета;
- определения режима работы устройства



Проверить текущее состояние модема можно, поднеся магнит к датчику Холла на 1-2 секунды.

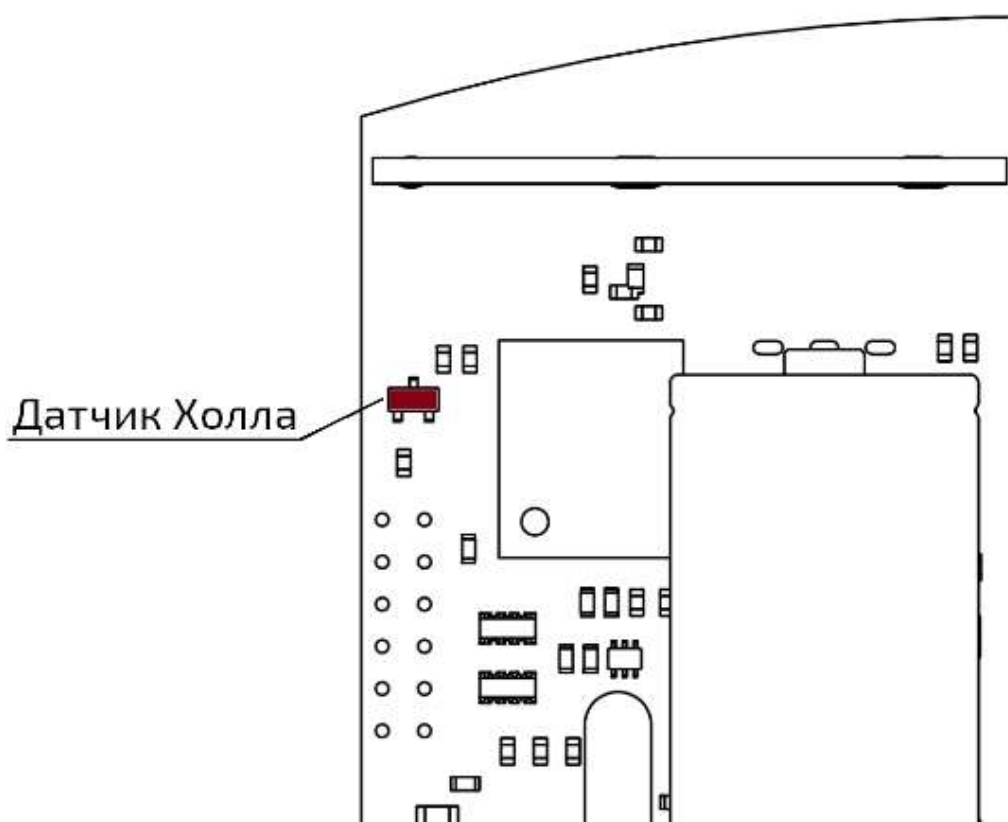
Также возможные варианты индикации радиомодема при воздействии на датчик Холла магнитом, представлены ниже:

| Функция                                                                                                                                | Воздействие                                       | Световая индикация                                                                    |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Радиомодем в режиме «Склад»                                                                                                            | Магнит 1-2 сек.                                   |    | Одна вспышка |
| Радиомодем <b>вышел из режима «Склад»</b>                                                                                              | Магнит 10-20 сек.                                 |    | Три вспышки  |
|                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                       |              |
| Немедленный <b>повтор процедуры присоединения</b> к сети OTAA отправкой пакета Join Request и получения пакета Join Accept по LoRa WAN | Магнит 5 сек.;<br>Пауза 10 сек.;<br>Магнит 5 сек. |     | Две вспышки  |
|                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                       |              |
| Радиомодем активирован, но <b>не в сети</b> LoRa WAN                                                                                   | Магнит 1-2 сек.                                   |    | Две вспышки  |
| Радиомодем активирован и <b>в сети</b> LoRa WAN                                                                                        | Магнит 1-2 сек.                                   |   | Три вспышки  |
|                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                       |              |
| <b>получение пакета Join Accept</b> по LoRa WAN                                                                                        | Отправка Join Accept                              |  | Две вспышки  |
| <b>успешное</b> применение настроек, полученных в <b>Down Link</b> пакете по LoRa WAN                                                  | Устройство настройки применило                    |  | Три вспышки  |
|                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                       |              |
| <b>Внеочередная</b> отправка модемом пакета <b>Regular data</b>                                                                        | Магнит 10-20 сек.                                 |  | Две вспышки  |

## 4.2. Включение и регистрация устройства в сети LoRa WAN

Радиомодем Orionmeter LA-IP-I2C/E постоянно включен, но имеет режим «**Склад**», предназначенный для хранения и транспортировки. В данном режиме устройство не осуществляет передачу данных в сеть LoRa WAN.

Перед началом использования радиомодем необходимо вывести из режима «**Склад**». Для этого необходим неодимовый магнит (не входит в комплект радиомодема). Магнит подносится к датчику Холла, который расположен на плате радиомодема, на 10 – 20 секунд. После отстранения магнита от датчика Холла радиомодем отреагирует подачей светодиодам серией коротких вспышек зеленого свечения — радиомодем перешел в режим «**Активный**».



После перехода радиомодема в режим «**Активный**», для подключения к сети LoRa WAN и дальнейшей работы, устройство должно пройти процедуру присоединения к сети **OTAA (Over-The Air Activation)** – отправкой радиомодемом пакета **Join Request** и получения ответа от Сервера – пакета **Join Accept**.

Для успешного прохождения процедуры присоединения к сети **OTAA** предусмотрено три попытки отправки радиомодемом пакета **Join Request**.

Общая длительность попыток 1 – 2 минуты:

- Первая попытка осуществляется при Spreading Factor (SF) – **10**;
- Вторая попытка осуществляется при Spreading Factor (SF) – **11**;
- Третья попытка осуществляется при Spreading Factor (SF) – **12**.

При получении пакета **Join Accept** светодиод радиомодема подтвердит серией коротких вспышек зеленого свечения.

Передача радиомодемом первого пакета с данными осуществляется при том SF, при котором произошло присоединение к сети: SF 10, SF 11 или SF 12. В дальнейшем процесс управления SF осуществляет **ADR** (Adaptive Data Rate).

После трех неуспешных попыток присоединения к сети LoRa WAN, радиомодемом осуществит следующую попытку подключения только **через 24 часа**.

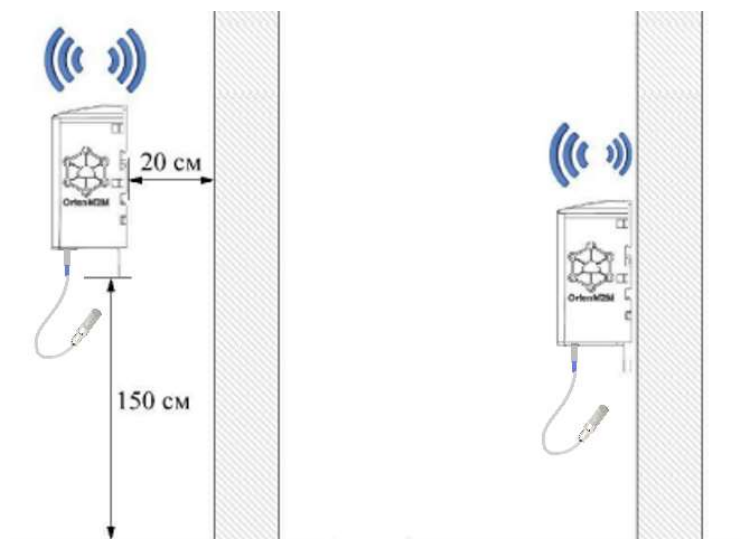
При необходимости немедленного повтора процедуры **OTAA** присоединения к сети LoRa WAN отправкой радиомодемом пакета **Join Request** и ответного получения пакета **Join Accept**, необходимо поднести неодимовый магнит к датчику Холла на **5 секунд**, отнести на **10 секунд**, затем вновь поднести на **5 секунд**. После этого автономный радиомодем подаст короткую вспышку зеленого свечения, отправит в сеть пакет **Join Request** и перейдет в режим ожидания пакета **Join Accept**.



При повторе процедуры активации радиомодема необходимо точно выдерживать временные интервалы!

### 4.3. Крепление радиомодема

При монтаже необходимо учесть следующие обязательные правила: должна быть выбрана наивысшая возможная точка на расстоянии не менее 150 см от уровня пола, а также 20 см от ж/б стены; минимальное количество металлических конструкций в непосредственной близости от радиомодема.



Любая преграда на пути распространения радиоволны способна снизить уровень передающего сигнала. Необходимо обратить внимание, что изделия из бетона и металла являются существенной помехой для радиосигнала

Существует несколько способов крепления радиомодема, выбор оптимального из которых зависит от места установки. Монтаж датчика осуществляется с помощью пластиковых стяжек.

| Способ крепления             | Пояснение                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Крепление на трубу или мачту | Для монтажа на трубу необходимо продеть соответствующей длины пластиковый хомут (стяжку) через отверстия, закрепить, убедившись в надежности фиксации<br>Для наилучшего крепления рекомендуется снять защелку для DIN рейки |
| Крепление винтами            | Крепление винтами осуществляется двумя способами: широкой боковой гранью к вертикальной поверхности, либо узкой боковой гранью к вертикальной поверхности                                                                   |
| Крепление на DIN-рейку TH35  | Последовательность шагов при креплении и снятии корпуса радиомодема данным способом наиболее удобна из представленных ранее                                                                                                 |

## 5. USB FSK КОНФИГУРАТОР

Для локального беспроводного подключения к радиомодему Orionmeter LA-IP-I2C/E, по беспроводной связи UHF (модуляция FSK), используется **USB FSK КОНФИГУРАТОР**, который предназначен для осуществления двунаправленной связи и для удаленного управления устройством в непосредственной близости от устройства.

### 5.1. Терминальный режим

**Терминальный режим** – это режим работы приложения или программы, например Tera Term (или любая другая). С помощью этого режима работы приложения возможно удаленное подключение (без прямого подключения к контроллеру или микропроцессору) к устройству, используя протокол **X-modem**.

**USB FSK КОНФИГУРАТОР** позволяет выполнять следующие операции с радиомодемом Orionmeter LA-IP-I2C/E:

- Установка частотного плана
- Установка временной зоны
- Установка системных часов
- Деактивация устройства

### 5.2. Генерация FSK ключа

Для подключения к радиомодему Orionmeter LA-IP-I2C/E используется **USB FSK КОНФИГУРАТОР**, предварительно подключенный к компьютеру или ноутбуку. Драйвера на USB-адаптер установятся автоматически.

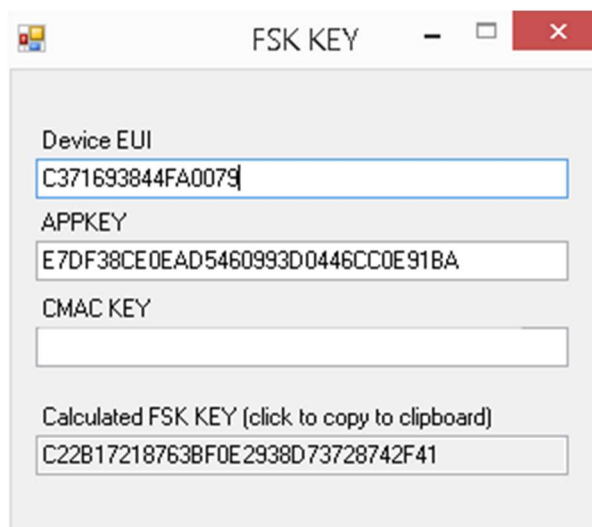
На компьютере или ноутбуке для аутентификации радиомодема USB-адаптером необходима утилита **FSK\_KeyGeneration.exe**, которая используется для генерации уникального **FSK ключа** для каждого подключаемого устройства. Эту утилиту можно получить по запросу в техподдержку ТОО «Орион Система». Также уникальный ключ можно получить в личном кабинете по адресу <http://erp.orion-m2m.com>

Для генерации ключа необходимо:

- запустить утилиту FSK\_KeyGeneration.exe и в поле **Device EUI** ввести **LoRa Device EUI** радиомодема (находится на этикетке радиомодема, см. **Раздел 9.1**);
- в поле **APPKEY** ввести **AppKey** радиомодема (ПО ЗАПРОСУ);
- поле **CMAC KEY** оставить пустым;

- нажать на поле **Calculated FSK KEY**, сгенерированный ключ автоматически скопируется в буфер обмена.

Окно утилиты выглядит так:



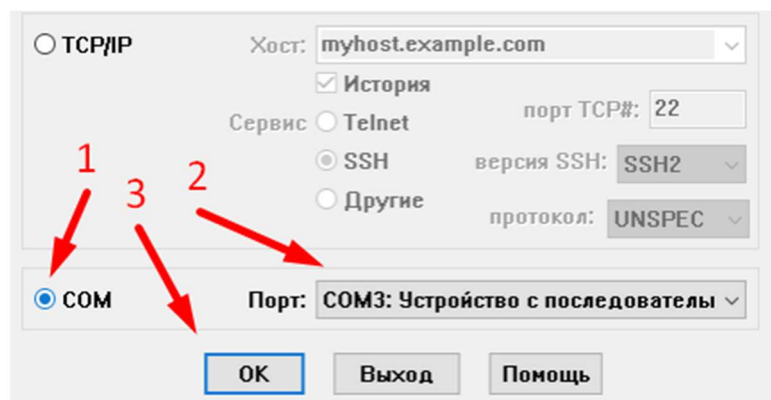
Далее можно приступить к непосредственному подключению к радиомодему с помощью терминальной программы.

### 5.3. Подключение к радиомодему

Описание подключения радиомодема Orionmeter LA-IP-I2C/E базируется на терминальной программе Tera Term, поддерживающая передачу файлов по протоколу X-modem. Это необходимо для возможности выполнения обновления устройства.

Для подключения к радиомодему открываем программу Tera Term (или аналогичную терминальную программу с поддержкой X-modem), далее выбираем режим работы с COM портом (на рисунке ниже позиция **1**) и соответствующий порт (позиция **2**), например COM3. Далее открываем этот порт нажатием кнопки **ОК** (позиция **3**).

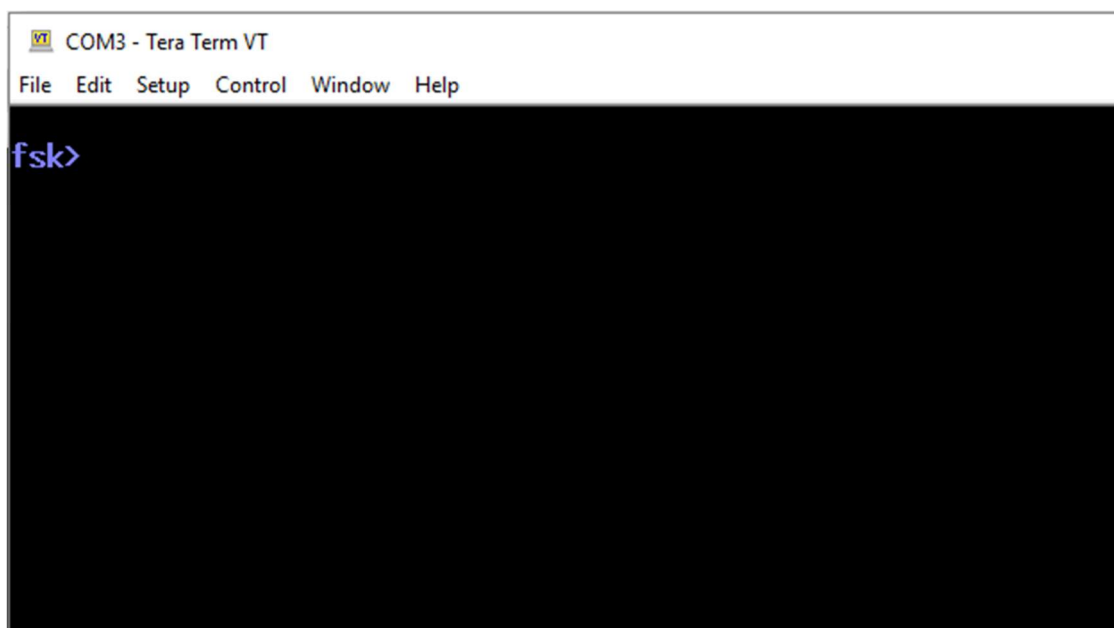
Окно программы имеет вид:



Программу Tera Term можно скачать с официального сайта:

<https://osdn.net/projects/ttssh2/releases/>

Далее откроется пустое окно терминальной программы, нажимаем **Enter**, тем самым убеждаемся в соединении с USB-адаптером:



В терминальном режиме все команды вводятся с подтверждением – нажатием клавиши **Enter**. Команды лучше вводить целиком и без исправлений. Если введена ошибочная команда, необходимо нажать **Enter** и ввести команду заново.

Для теста и для получения списка команд необходимо набрать команду **help**:

```
fsk> help
help - this help
get (param)
set (param) (value1) [value1]..[valueN]
  antenna (internal/external) - select antenna
  power (2-20 dBm) - set output power
  dlkey (id/uid) (key) - downlink AES128 key
  monitor [0/1] - get/set monitor mode
list [clear] - Show/clear detected devices list
sxreg - Print SX1276 register values
cw (freq, kHz) [power, dBm] [time, s] - Generate CW
select ('all'/id/uid) - select node(s)
deselect ('all'/id/uid) - deselect node(s)
connect [channel] - connect to selected node(s)
chlist - show channel list
dongle - switch to USB dongle maintenance mode
exit - return to discover mode

fsk> 
```

При помощи команды **list** выводится список устройств в зоне видимости адаптера

## USB FSK конфигуратора:

```

COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help

fsk> list
Detected devices list:
-----
NO      RSSI      LAST SEEN   FLAGS      KEY      DEV EUI
-----
#0 [    -42 dBm, 0000:07 ago, J-----, nky ] [REDACTED]
#1 [    -44 dBm, 0000:55 ago, -----, nky ] 4F46901F31634951
#2 [    -55 dBm, 0001:02 ago, JT-----, nky ] [REDACTED]
#3 [    -48 dBm, 0001:00 ago, JT-----, nky ] [REDACTED]
OK
fsk> 

```

Вывод осуществляется в виде таблицы, где:

**NO** – порядковый номер устройства;

**RSSI** – уровень сигнала последнего маяка;

**LAST SEEN** – время последнего маяка;

**FLAGS** – возможные флаги состояний устройства, следующие: **J T B W Z \_ S \_**, где

**J** – подключен к сети (NETWORK JOINED)

**T** – обнаружено событие (TAMPER DETECTED)

**B** – низкий заряд батареи (LOW BATTERY)

**W** – складской режим (Warehouse mode)

**Z** – устройство не готово к FSK-сессии

– – зарезервировано (RFU)

**S** – сервисный режим (SERVICE PACKET)

– – зарезервировано (RFU)

**KEY** – состояние установки ключа шифрования;

**DEV EUI** – уникальный номер устройства DevEUI.

Перед подключением к радиомодему необходимо задать FSK ключ, для этого используется команда **set dlkey**.

Формат команды - **set dlkey N**, где N – порядковый номер устройства (например, 1) или DevEUI (например, 4F46901F31634951).

Пример команды с порядковым номером:

**set dlkey 1 C22B17218763BF0E2938D73728742F41**

или уникальным номером устройства:

**set dlkey 4F46901F31634951 C22B17218763BF0E2938D73728742F41**

Выбор устройства для подключения осуществляется командой **select**.

Формат команды - **select N** (где, N – порядковый номер устройства, DevEUI или all).

Аргумент **all**, позволяет выбрать все устройства, у которых установлен FSK ключ.

Пример команд:

**select 1** или **select all**

Подключение осуществляется командой **connect**.

Формат команды - **connect N** (где N – порядковый номер частотного канала связи).

Пример команды:

**connect 0**

**connect 4F46901F31634951**

Каналы связи от 0 до 15 лежат в промежутке с 864.7 МГц и 867.7 МГц, с шагом 0.2 МГц.



Если вблизи работают несколько адаптеров USB FSK конфигураторов следует выбирать разные каналы связи

Список доступных каналов связи можно получить командой **chlist**:

```
VT COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
fsk>
fsk> chlist
Ch0: 864.700 MHz
Ch1: 864.900 MHz
Ch2: 865.100 MHz
Ch3: 865.300 MHz
Ch4: 865.500 MHz
Ch5: 865.700 MHz
Ch6: 865.900 MHz
Ch7: 866.100 MHz
Ch8: 866.300 MHz
Ch9: 866.500 MHz
Ch10: 866.700 MHz
Ch11: 866.900 MHz
Ch12: 867.100 MHz
Ch13: 867.300 MHz
Ch14: 867.500 MHz
Ch15: 867.700 MHz
OK
fsk>
```

Пример последовательности команд для подключения представлен ниже:

```
fsk> set dlkey 1 AF3361CC4768D1BA986F04AB449E4D6D
AF3361CC4768D1BA986F04AB449E4D6D
OK

fsk> select 1
OK

fsk> connect 7
Selected ch: 866.100 MHz
Please wait for beacon...
OK

fsk> █
```

После получения очередного маяка в виде **Encryption Init OK** от целевого устройства, осуществляется процесс подключения. На успешное подключение указывает смена заголовка командой строки на **client>**:

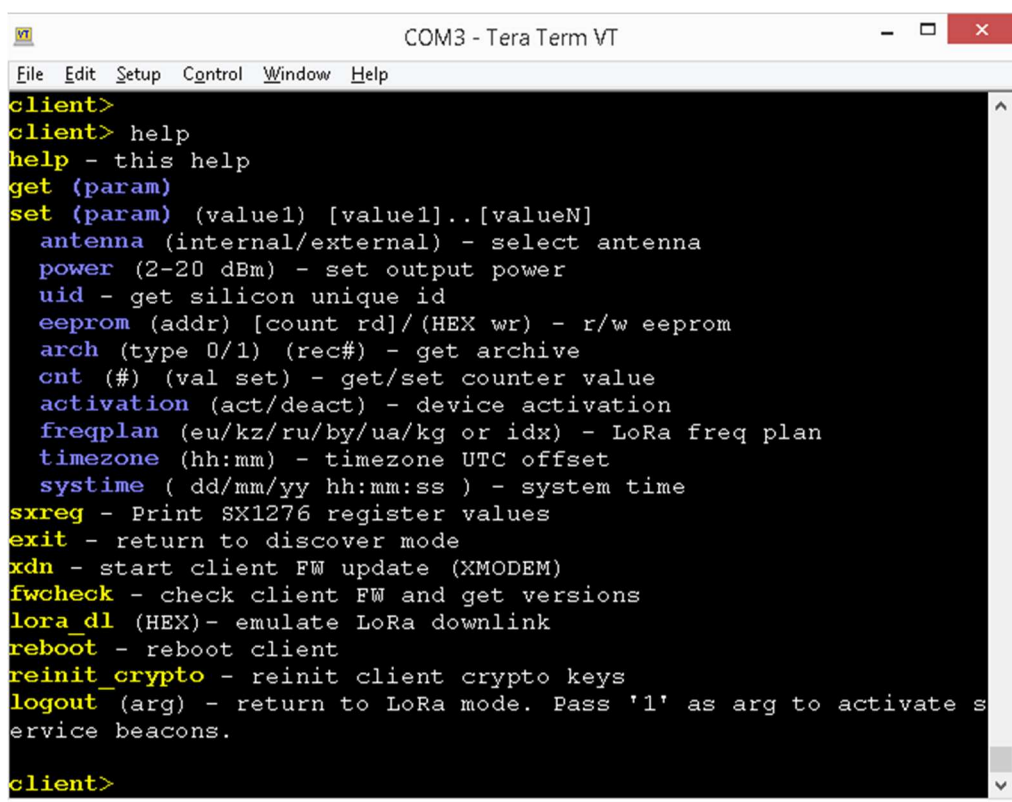
```
fsk>
UID:
4F46901F31634951
Sending echo...
OK
Trying to set short address
Short address set OK
Trying to init encryption
Encryption Init OK

client>
```



Таймаут между операциями не может превышать больше 15 секунд. В случае превышения конечное устройство завершит сеанс связи, потребуется переподключение к устройству

После успешного подключения USB FSK configurator переходит в режим **client**. В данном режиме устройство имеет отдельное меню **help**:



```
COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
client>
client> help
help - this help
get (param)
set (param) (value1) [value1]..[valueN]
  antenna (internal/external) - select antenna
  power (2-20 dBm) - set output power
  uid - get silicon unique id
  eeprom (addr) [count rd]/(HEX wr) - r/w eeprom
  arch (type 0/1) (rec#) - get archive
  cnt (#) (val set) - get/set counter value
  activation (act/deact) - device activation
  freqplan (eu/kz/ru/by/ua/kg or idx) - LoRa freq plan
  timezone (hh:mm) - timezone UTC offset
  systime ( dd/mm/yy hh:mm:ss ) - system time
sxreg - Print SX1276 register values
exit - return to discover mode
xdn - start client FW update (XMODEM)
fwcheck - check client FW and get versions
lora_dl (HEX)- emulate LoRa downlink
reboot - reboot client
reinit_crypto - reinit client crypto keys
logout (arg) - return to LoRa mode. Pass '1' as arg to activate s
service beacons.
client>
```



## 5.4. Деактивация радиомодема

Проверка состояния активации осуществляется командой **get activation**.

```
COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
get (param)
set (param) (value1) [value1]..[valueN]
  antenna (internal/external) - select antenna
  power (2-20 dBm) - set output power
  uid - get silicon unique id
  eeprom (addr) [count rd]/(HEX wr) - r/w eeprom
  arch (type 0/1) (rec#) - get archive
  cnt (#) (val set) - get/set counter value
  activation (act/deact) - device activation
  freqplan (eu/kz/ru/by/ua/kg or idx) - LoRa freq plan
  timezone (hh:mm) - timezone UTC offset
  systime ( dd/mm/yy hh:mm:ss ) - system time
sxreg - Print SX1276 register values
exit - return to discover mode
xdn - start client FW update (XMODEM)
fwcheck - check client FW and get versions
lora_dl (HEX)- emulate LoRa downlink
reboot - reboot client
reinit_crypto - reinit client crypto keys
logout (arg) - return to LoRa mode. Pass '1' as arg to activate service beacons.

client> get activation

client>
act
OK
client>
```

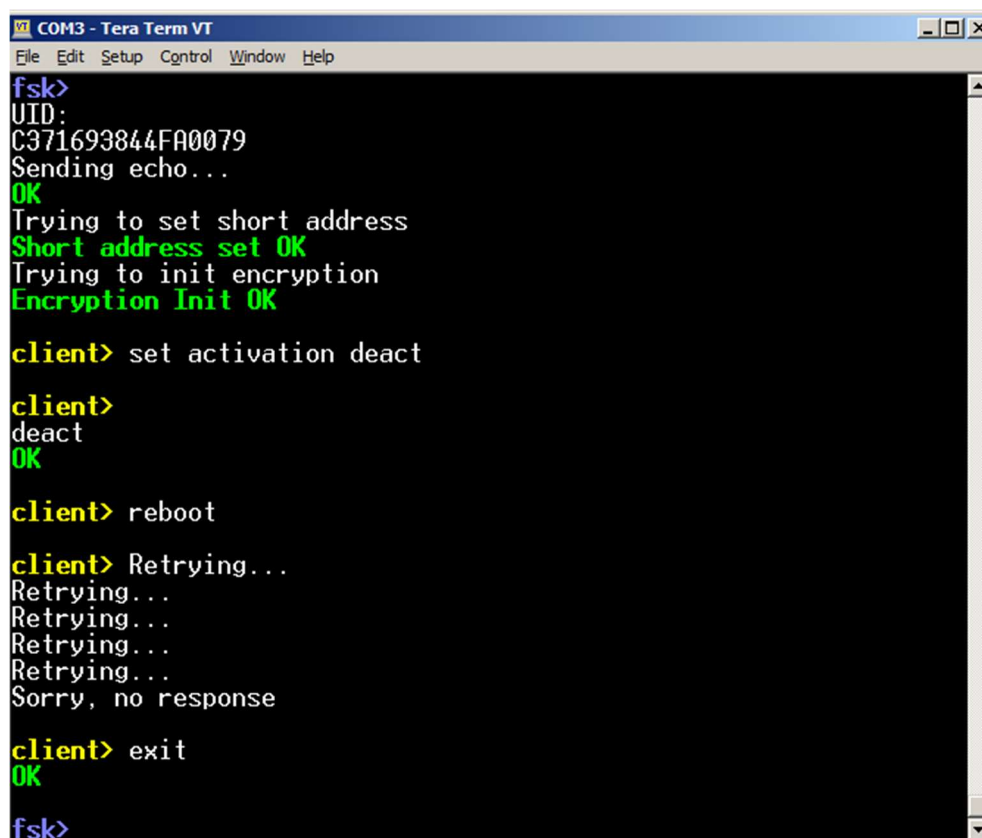
Деактивация устройства осуществляется командой **set activation deact**:

```
COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
#23 [ -70 dBm, 0000:12 ago, J-----, nky ] E6DDE5F9A0D94863
#24 [ -73 dBm, 0001:37 ago, J-----, nky ] D49D62166CE39409
#25 [ -61 dBm, 0001:42 ago, J-----, nky ] 729E885D6FF6635B
#26 [ -76 dBm, 0000:28 ago, J-----, nky ] 8CEBCCFB474CF135
#27 [ -71 dBm, 0000:06 ago, J-----, nky ] 2F1F2895F066603F
#28 [ -25 dBm, 0001:45 ago, JT-----, nky ] 8C952FB812E37F0A
#29 [ -64 dBm, 0001:37 ago, J-----, nky ] 7B32B093538AC983
#30 [ -64 dBm, 0001:49 ago, J-----, nky ] C3AF42258E6EA7B2
#31 [ -75 dBm, 0000:10 ago, -----, nky ] 3037E45CC6CA7D85
#32 [ -60 dBm, 0000:10 ago, J-----, nky ] A94CDFEEEA2AFF63
OK
fsk>
UID:
C371693844FA0079
Sending echo...
OK
Trying to set short address
Short address set OK
Trying to init encryption
Encryption Init OK
client> set activation deact

client>
deact
OK
client>
```



После деактивации радиомодем необходимо перезагрузить командой **reboot**:



```
COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help

fsk>
UID:
C371693844FA0079
Sending echo...
OK
Trying to set short address
Short address set OK
Trying to init encryption
Encryption Init OK

client> set activation deact

client>
deact
OK

client> reboot

client> Retrying...
Retrying...
Retrying...
Retrying...
Retrying...
Sorry, no response

client> exit
OK

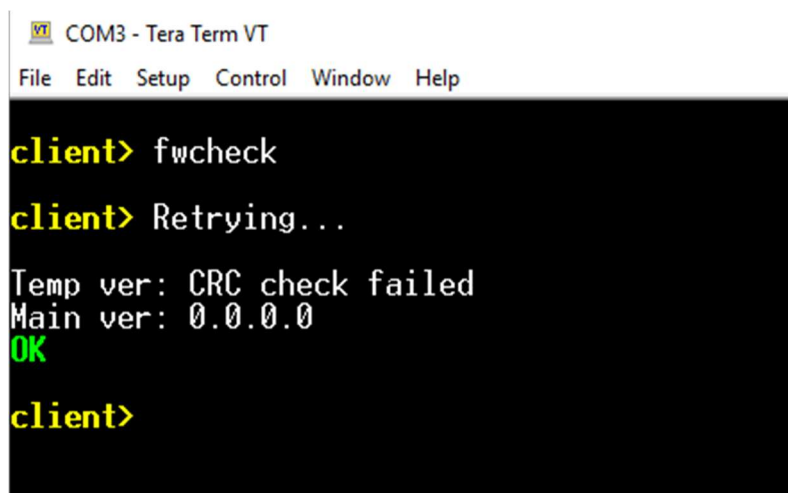
fsk>
```

После успешной отправки команды **reboot** радиомодем перейдет в режим «Склад». Далее необходимо закрыть канал связи командой **exit**.

## 5.5. Обновление программного обеспечения

Память устройства разделена на две части, одна временная, вторая основная. Процесс обновления состоит из двух частей - запись во временную часть и перенос в основную.

Текущую версию ПО можно получить командой **fwcheck**:



```
COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help

client> fwcheck

client> Retrying...

Temp ver: CRC check failed
Main ver: 0.0.0.0
OK

client>
```

**Temp ver** - содержит версию ПО во временной части памяти.

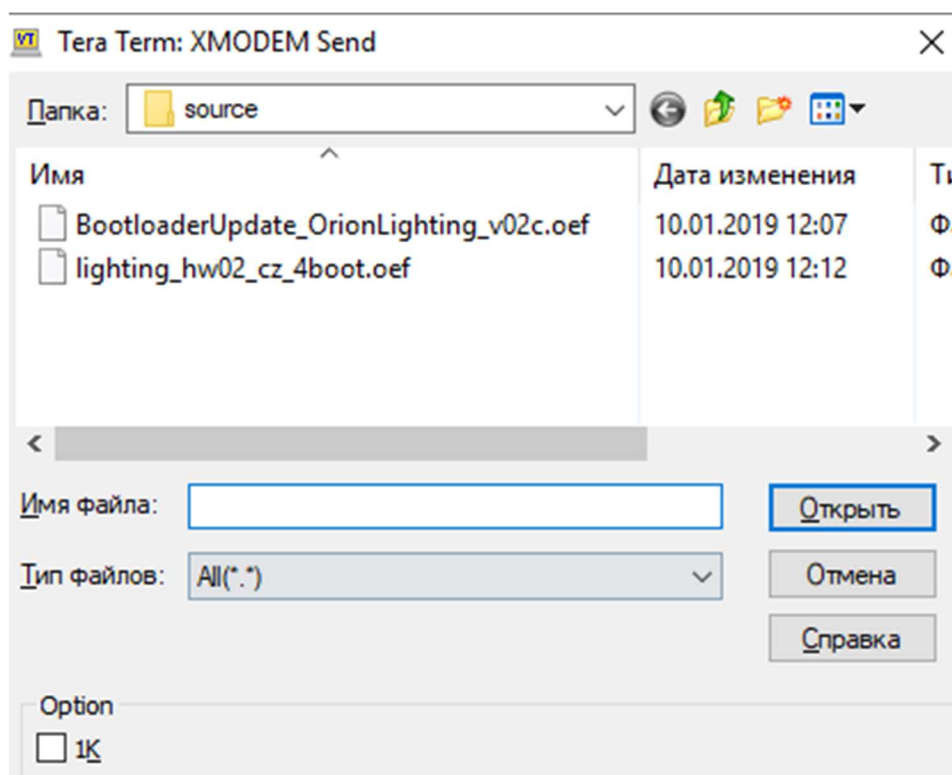
**Main ver** - содержит версию ПО в основной части памяти.

Для обновления программного обеспечения радиомодема необходимо набрать команду **x dn**:

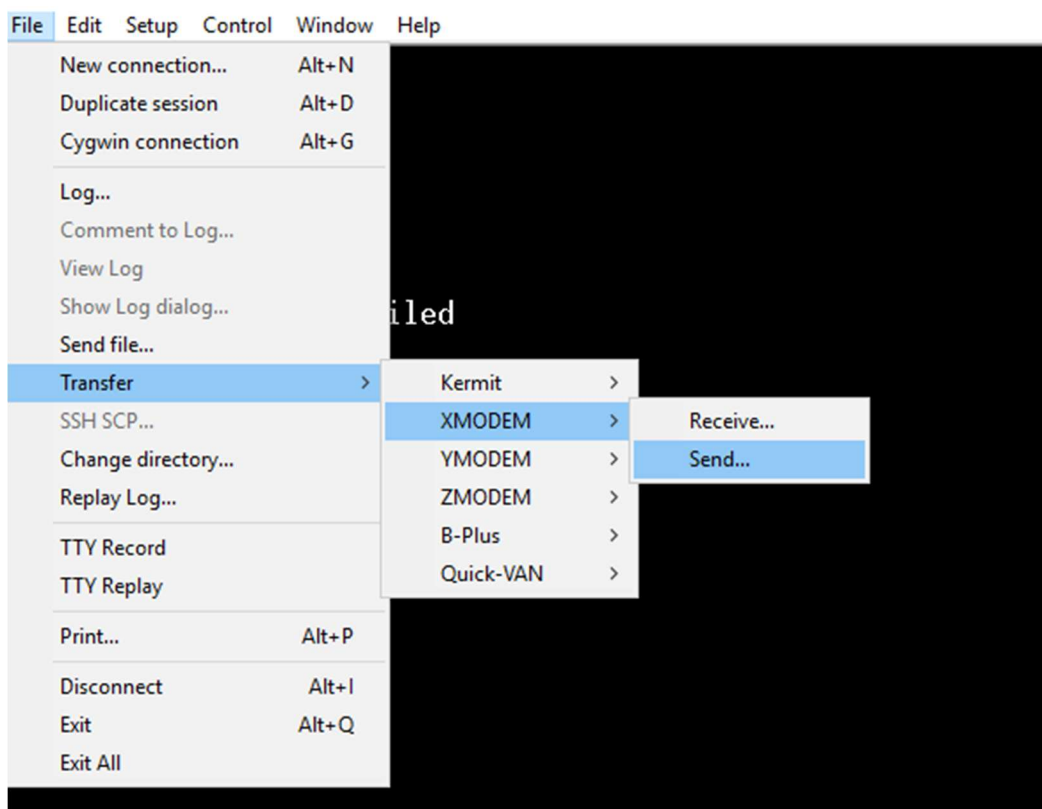
```
client> fwcheck
client>
Temp ver: CRC check failed
Main ver: 0.0.0.0
OK
client> x dn
client> ccccc
```

Необходимо помнить, что таймаут сеанса связи терминальной программы не может превышать более **15 секунд**. За это время необходимо выбрать и отправить файл обновления.

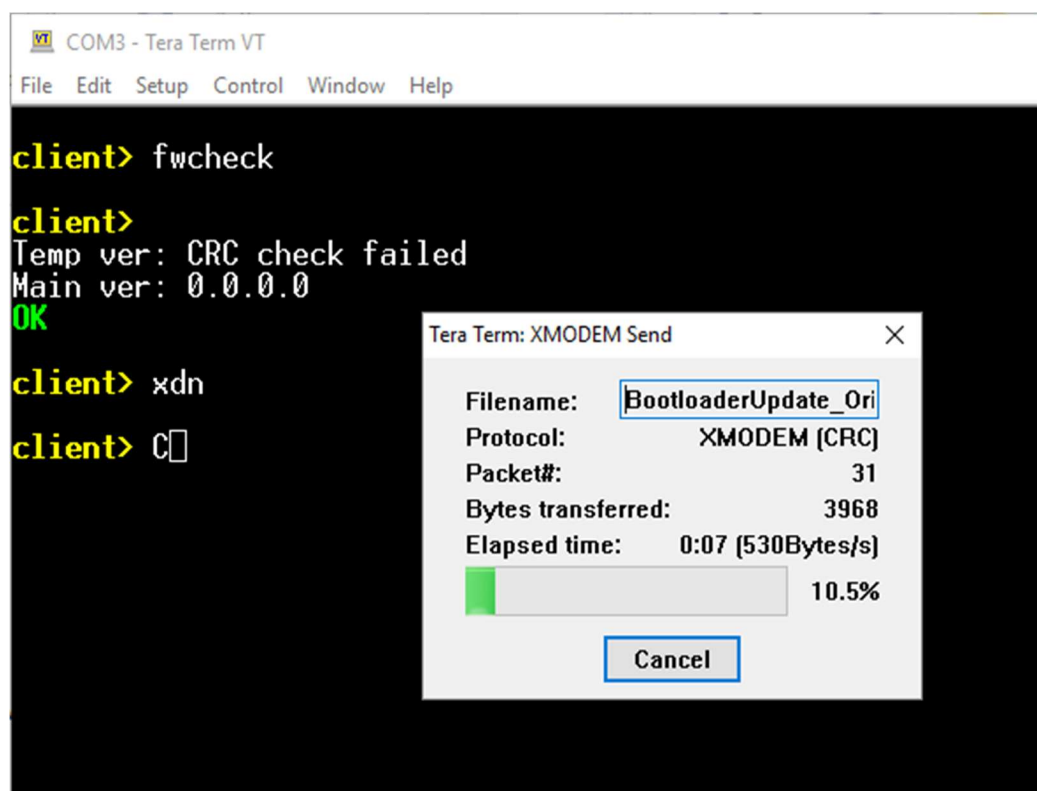
Во избежание ошибок терминальной программы файлы обновления следует именовать только латинскими символами, например:



Для отправки файла во вкладках выбираем **File > Transfer > XMODEM > Send**, затем в файловом менеджере выбираем файл обновления с расширением **\*.oef**:



После выбора файла обновления и подтверждения выбора необходимо дождаться отправки файла с обновлением:



По завершению обновления должно появиться подтверждение **OK**, что свидетельствует об успешном завершении обновления радиомодема:

```
client> xdn  
client> CC  
OK, flushing buffers...  
OK
```

После обновления рекомендуется проверить версию программного обеспечения командой **fwcheck**:

```
client> fwcheck  
client> Retrying...  
Temp ver: 0.0.0.0  
Main ver: 0.1.0.2  
OK
```

Далее необходимо перезагрузить устройство командой **reboot**, и закрыть канал связи командой **exit**:

```
client> reboot  
client> Retrying...  
Retrying...  
Retrying...  
Retrying...  
Retrying...  
Sorry, no response  
client> exit  
OK  
fsk> █
```

Программное обеспечение радиомодема успешно обновлено.

## 6. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА РАДИОМОДЕМА

В данном разделе описан протокол обмена данными радиомодема Orionmeter LA-IP-I2C/E с сервером приложений в сети LoRa WAN.

### 6.1. Протокол обмена данными

Общая структура пакета данных:

|          | ID   | SEQ    | FLAGS       | PAYLOAD [0] | PAYLOAD [1] | PAYLOAD [x] |
|----------|------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ДЛИНА    | 1    | 1      | 1           |             |             |             |
| ЗНАЧЕНИЕ | 0x78 | 0..255 | Смотри ниже | Массив      | Массив      | Массив      |

Значения полей, передаваемые в пакете с данными представлены ниже.

#### 6.1.1. Информация о версии протокола

Поле **ID** содержит ответ на запрос идентификатора версии протокола.

#### 6.1.2. Информация о номере операции обмена

Номер операции обмена передается в поле **SEQ** с 0 до 255.

#### 6.1.3. Информация о состоянии радиомодема

Поле **FLAGS**, в котором передаются биты флагов состояния устройства представлены ниже:

| ЗНАЧЕНИЕ | FLAGS                              |
|----------|------------------------------------|
| bit 0    | низкий заряд элемента питания      |
| bit 1    | низкая температура                 |
| bit 2    | высокая температура                |
| bit 3    | триггерное состояние датчика Холла |
| bit 4    | резерв                             |
| bit 5    | запрос на обновление времени       |
| bit 6    | резерв                             |
| bit 7    | резерв                             |

## 6.1.4. PAYLOAD от радиомодема

Поле **PAYLOAD** это массив с данными, передаваемые от Радиомодема на Сервер, поля которого передаются последовательно в пакете, например: PAYLOAD [0], PAYLOAD [1], ... PAYLOAD [n].

Структура каждого PAYLOAD имеет вид:

|          | ФОРМАТ      | ДАННЫЕ |
|----------|-------------|--------|
| ДЛИНА    | 1           |        |
| ЗНАЧЕНИЕ | Смотри ниже | Массив |

**ФОРМАТ** может содержать следующие типы данных:

| ФОРМАТ | ДАННЫЕ                                                                             |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00   | резерв                                                                             |
| 0x01   | резерв                                                                             |
| ...    | ...                                                                                |
| 0x03   | резерв                                                                             |
| 0x07   | тревожные события ( <b>tamper data</b> )                                           |
| 0x08   | сервисный пакет данных ( <b>service data</b> )                                     |
| 0x09   | резерв                                                                             |
| ...    | ...                                                                                |
| 0x12   | конфигурация датчика Температуры и Относительной влажности ( <b>SENSORS data</b> ) |
| ...    | ...                                                                                |
| 0xFE   | резерв                                                                             |
| 0xFF   | резерв                                                                             |

Формат данных указывается в 1 байте Payload. Последующие байты уже содержат информацию согласно типу Payload: **tamper data**, **service data**, **SENSORS data**.

## 6.1.4.1.1. Tamper data (тревожные события)

В этом пакете передается информация о произошедших событиях, а также текущее состояние устройства:

|          | EV_COUNT/STATE                                              | Метка времени            | Событие [0] | TS_DELTA [1]                       | Событие [1] | TS_DELTA [x]                       | Событие [x] |
|----------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|
| ДЛИНА    | 1                                                           | 4                        | 1           | 2                                  | 1           | 2                                  | 1           |
| ЗНАЧЕНИЕ | кол-во событий в пакете/текущее состояние, см. таблицу ниже | начало отчетного периода | смотри ниже | TIMESTAMP + TS_DELTA, max 18 hours | смотри ниже | TIMESTAMP + TS_DELTA, max 18 hours | смотри ниже |

В поле EV\_COUNT/STATE содержится информация о количестве событий и текущее состояние:

| EV_COUNT/STATE |                   |
|----------------|-------------------|
| bit [0 ...5]   | EV_COUNT, 1 ...63 |
| bit 6          | Резерв            |
| bit 7          | Резерв            |

В поле Событие [x] передаются биты состояний:

| Событие [x] | Описание                                             |
|-------------|------------------------------------------------------|
| bit 0       | воздействие на датчик Холла (активный)               |
| bit 1 ... 3 | Резерв                                               |
| bit 4       | воздействие на датчик Холла прекращено (не активный) |
| bit 5 ... 7 | Резерв                                               |

## 6.1.4.1.2. Service data (сервисный пакет данных)

Сервисный пакет данных отправляется при включении, перезагрузке радиомодема или по запросу. Структура данного пакета представлена ниже:

|          | Тип данных  | Данные |
|----------|-------------|--------|
| ДЛИНА    | 1           |        |
| ЗНАЧЕНИЕ | смотри ниже | массив |

Тип данных по байтам:

| Тип  | Описание поля                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00 | Информация о версии и причине перезагрузки устройства содержится в payload <b>FW_VER</b> , который отправляется при включении или при перезагрузке радиомодема |
| 0x01 | Энергетическая информация о состоянии элемента питания, о времени работы в режиме передачи и др. Отправляется по запросу                                       |
| 0x02 | <b>CFG_RESULT</b> отправляется как ответ на входящий пакет с конфигурацией                                                                                     |
| 0x03 | <b>CFG_ID</b> отправляется как ответ на входящий пакет с конфигурацией, а конфигурация имеет идентификатор (версию)                                            |
| 0x04 | CUR FW отправляется как ответ (состояние и запрос следующего блока) на входящий пакет обновления FW_VER                                                        |
| 0x05 | значение напряжения батареи и температура, отправляется по запросу                                                                                             |
| 0x06 | <b>RSSI_SNR_INFO</b> информация об уровне принимаемого сигнала и соотношении сигнал/шум для последнего принятого пакета                                        |
| 0x07 | Резерв                                                                                                                                                         |
| 0x08 | Резерв                                                                                                                                                         |
| 0x09 | Резерв                                                                                                                                                         |
| 0x0A | Резерв                                                                                                                                                         |

Значения Полей данных и их состав:

1) Структура пакета **FW\_VER** представлена ниже:

| Байты                     |   |   |   |        |   |   |   |                  |               |                             |    |
|---------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|------------------|---------------|-----------------------------|----|
| 0                         | 1 | 2 | 3 | 4      | 5 | 6 | 7 | 8                | 9             | 10                          | 11 |
| GIT SHA1 (первые 4 байта) |   |   |   | FW VER |   |   |   | RESET SOURCE     | ADDR (24 bit) |                             |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 7 – low power    | bit 23        | 0 – general / 1 – HardFault |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 6 – W-watchdog   |               |                             |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 5 – I-watchdog   | bit 0 ...22   | Address                     |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 4 – By software  |               |                             |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 3 – POR          |               |                             |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 2 – Reset Pin    |               |                             |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 1 – Options Clrd |               |                             |    |
|                           |   |   |   |        |   |   |   | 0 – Firewall     |               |                             |    |

GIT SHA1 – внутренний идентификатор версии ПО

FW VER – публичный идентификатор версии ПО

RESET SOURCE – источник перезагрузки

ADDR – отладочная информация

2) Структура пакета **CFG RESULT**:

|          | Данные      |
|----------|-------------|
| ДЛИНА    | 2           |
| ЗНАЧЕНИЕ | смотри ниже |

В поле Данные, пакета CFG RESULT, передаются биты 16-ти флагов, значения которых указывают на результат выполненной операции:

| Данные |                           |
|--------|---------------------------|
| bit 0  | результат, конфигурация 1 |
| bit 1  | результат, конфигурация 2 |
| bit 2  | результат, конфигурация 3 |
| bit 3  | результат, конфигурация 4 |

|        |                            |
|--------|----------------------------|
| bit 4  | результат, конфигурация 5  |
| bit 5  | результат, конфигурация 6  |
| bit 6  | результат, конфигурация 7  |
| bit 7  | результат, конфигурация 8  |
| bit 8  | результат, конфигурация 9  |
| bit 9  | результат, конфигурация 10 |
| bit 10 | результат, конфигурация 11 |
| bit 11 | результат, конфигурация 12 |
| bit 12 | результат, конфигурация 13 |
| bit 13 | результат, конфигурация 14 |
| bit 14 | результат, конфигурация 15 |
| bit 15 | результат, конфигурация 16 |

Пример. Если передавалось две конфигурации (задать параметры счетного входа, задать интервал бикона), то два младших бита будут соответствовать результатам этих операций, а последовательность соответствовать той, в которой конфигурации передавались. Также необходимо обратить внимание на то, что на коррекцию времени устройство никогда не отвечает и этот пакет надо пропускать. Но, если кроме коррекции времени в пакете задания системных параметров были и другие поля, то такой пакет пропускать не надо.

### 3) Структура пакета ответа на отправленную конфигурацию **CFG\_ID**:

|          | BLOCK ID    | CFG_ID |
|----------|-------------|--------|
| ДЛИНА    | 1           | 1      |
| ЗНАЧЕНИЕ | смотри ниже | uint8  |

#### 3.1) Поле **BLOCK ID** содержит:

| Формат | Описание поля                                                                                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00   | <b>SYSTEM CFG</b> – содержит ответ на отправленные Сервером данные конфигурации системных настроек: времени, состояния устройства, интервалов передачи служебных пакетов, перезагрузке устройства и др. |
| 0x09   | <b>SENSORS CFG</b> – содержит ответ на отправленные Сервером данные о конфигурации сенсоров                                                                                                             |
| 0x11   | <b>REQUEST SERVICE INFO</b> – содержит ответ на запрос Сервером сервисной информации                                                                                                                    |
| ...    |                                                                                                                                                                                                         |
| 0xFF   | Резерв                                                                                                                                                                                                  |

3.2) Поле CFG\_ID содержит текущий номер конфигурации (тот же идентификатор, что был отправлен Сервером). Нумерация начинается с «0».

4) Структура пакета **RSSI\_SNR\_INFO**:

|          | RSSI    | SNR     |
|----------|---------|---------|
| ДЛИНА    | 1       |         |
| ЗНАЧЕНИЕ | int16_t | int 8_t |

В поле RSSI передаются значения уровня принимаемого сигнала, а в поле SNR передаются значения отношения СИГНАЛ/ШУМ, запрашиваемые с Сервера.

## 6.1.4.1.3. SENSORS data (пакет с данными о температуре и относительной влажности)

Пакет данных **SENSORS data** содержит:

| Смещение | 0x00                      | 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04         | 0x05                  | 0x06                                                     | ... | ... | ...                   | ...                                                      |
|----------|---------------------------|------|------|------|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| ПОЛЕ     | <b>TIMESTAMP</b> (unit32) |      |      |      | <b>FLAGS</b> | Параметр <b>HDR 1</b> | Значения параметра <b>PARAM VALUE</b> (переменная длина) |     | ... | Параметр <b>HDR N</b> | Значения параметра <b>PARAM VALUE</b> (переменная длина) |

1) Поле **TIMESTAMP** имеет вид: **value + 946684800 = UNIX time stamp**

2) Данные поля **FLAGS**:

| Бит     | Описание                                                                                                |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 ... 1 | Номер датчика (0 ... 2)                                                                                 |
| 2 ... 4 | кол-во измеренных параметров + 1 (т. е. значение 0 = 1 параметр; значение 7 = 8 параметров)             |
| 5       | Резерв                                                                                                  |
| 6       | Присутствует поле "выход за границы пределов"                                                           |
| 7       | <b>0: в поле PAR_ID указывается измеряемый параметр;<br/>1: в поле PAR_ID указывается номер канала.</b> |

3) Поля данных с типами снимаемых параметров **HDR**:

| Бит     | Поле                       | Значение | Описание     |
|---------|----------------------------|----------|--------------|
| 0 ... 2 | Параметр ( <b>PAR_ID</b> ) | 0        | Температура  |
|         |                            | 1        | Давление     |
|         |                            | 2        | Расход       |
|         |                            | 3        | Уровень      |
|         |                            | 4        | Резерв       |
|         |                            | 5        | Влажность    |
|         |                            | 6        | Концентрация |
|         |                            | 7        | Резерв       |
| 3 ... 4 | <i>Разрядность</i> , бит   | 0        | 8            |
|         |                            | 1        | 16 LE        |
|         |                            | 2        | 24 LE        |
|         |                            | 3        | 32 LE        |

|         |             |   |                   |
|---------|-------------|---|-------------------|
| 5 ... 6 | Коэффициент | 0 | 1                 |
|         |             | 1 | 0,1               |
|         |             | 2 | 0,01              |
|         |             | 3 | 0,001             |
| 7       | Знак        | 0 | значение unsigned |
|         |             | 1 | значение signed   |

4) Поля массива **PARAM VALUE** содержат значения:

| Смещение  | Размер (байт) | Бит                                                                                      | Описание            |
|-----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>0*</b> | 1             | 0                                                                                        | LL, выход за предел |
|           |               | 1                                                                                        | L, выход за предел  |
|           |               | 2                                                                                        | H, выход за предел  |
|           |               | 3                                                                                        | HH, выход за предел |
|           |               | 4                                                                                        | LL, возврат к норме |
|           |               | 5                                                                                        | L, возврат к норме  |
|           |               | 6                                                                                        | H, возврат к норме  |
|           |               | 7                                                                                        | HH, возврат к норме |
| 0 / 1     | 1 – 4         | uint8 / uint16 / uint24 / uint32, зависит от <u>РАЗРЯДНОСТИ</u> в поле данных <b>HDR</b> |                     |

\* - Выход за границы пределов. Данное поле присутствует только в том случае, **если установлен бит 6 во FLAGS**.

## 6.2. Передача данных от Сервера на радиомодем

Структура пакета с данными, отправляемых Сервером на радиомодем, имеет вид:

|          | ID   | SEQ    | FLAGS       | PAYLOAD [0] | PAYLOAD [1] | PAYLOAD [n] |
|----------|------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ДЛИНА    | 1    | 1      | 1           |             |             |             |
| ЗНАЧЕНИЕ | 0x78 | 0..255 | Смотри ниже | Массив      | Массив      | Массив      |

Значения полей, передаваемые в пакете с данными представлены ниже.

### 6.2.1. Информация о версии протокола

Поле **ID** содержит запрос идентификатора версии протокола – значение всегда 0x78.

### 6.2.2. Информация о номере операции обмена

Номер операции обмена передается в поле **SEQ** с 0 до 255.

### 6.2.3. Информация о состоянии радиомодема

Поле **FLAGS**, в котором передаются биты флагов команд:

| ЗНАЧЕНИЕ | FLAGS                                                                                                                                |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00     | <b>ADD RSSI INFO</b> (добавить к ответному пакету информацию об RSSI и SNR при условии, что запрос предусматривает ответный пакет)   |
| 0x01     | <b>REDUCE DC</b> (временно уменьшить LoRa DutyCycle. Используется для того, чтобы быстро передать несколько пакетов с конфигурацией) |
| 0x02     | резерв                                                                                                                               |
| ...      |                                                                                                                                      |
| 0x07     | резерв                                                                                                                               |

### 6.2.4. PAYLOAD от Сервера

Поле **PAYLOAD** это массив с передаваемых данных Сервером на Радиомодем, поля которого передаются последовательно в пакете, например: PAYLOAD [0], PAYLOAD [1], ... PAYLOAD [n]. Структура каждого массива PAYLOAD имеет вид:

|          | Формат      | Длина | Данные |
|----------|-------------|-------|--------|
| ДЛИНА    | 1           | 1     | длина  |
| ЗНАЧЕНИЕ | смотри ниже | длина | массив |

## 6.2.4.1. Формат данных массива от Сервера

Значения поля **ФОРМАТ** содержат следующие значения:

| Формат | Описание поля                                                                                                                                                            |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00   | <b>SYSTEM CFG</b> – содержит данные конфигурации системных настроек: времени, состояния устройства, интервалов передачи служебных пакетов, перезагрузке устройства и др. |
| 0x09   | <b>SENSORS CFG</b> – конфигурация датчика                                                                                                                                |
| 0x11   | <b>REQUEST SERVICE INFO</b> – запрос сервисной информации                                                                                                                |
| ...    |                                                                                                                                                                          |
| 0xFF   | Резерв                                                                                                                                                                   |

## 6.2.4.1.1. SYSTEM CFG (системные настройки)

Массив с системными настройками **SYSTEM CFG** состоит:

|          | CMD ID                     | Данные                | CMD ID                     | Данные                | CMD ID                     | Данные                |
|----------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ДЛИНА    | 1                          | переменная            | 1                          | переменная            | 1                          | переменная            |
| ЗНАЧЕНИЕ | команда,<br>смотри<br>ниже | данные<br>(если есть) | команда,<br>смотри<br>ниже | данные<br>(если есть) | команда,<br>смотри<br>ниже | данные<br>(если есть) |

Поля массива **CMD ID** и **Данные** могут принимать следующие варианты:

| CMD ID | CMD NAME     | Данные                      | Длина данных | Описание                                                                                                                                            |
|--------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00   | SET DATETIME | timestamp                   | 4            | Задание времени (метка + 946684800 = UNIX time stamp)                                                                                               |
| 0x01   | REBOOT       | -                           | 0            | Перезагрузка устройства                                                                                                                             |
| 0x02   | DEACTIVATE   | MAGIC WORD                  | 4            | Деактивация устройства (перевод в режим склад), MAGIC WORD =                                                                                        |
| 0x03   | BEACON ITV   | Interval, sec               | 2            | Интервал передачи бикон-пакета FSK (в секундах, uint16_t). В зависимости от типа устройства, результат может быть округлен, на пример, до 10 секунд |
| 0x04   | Temper. THR  | Temperature thresholds, H/L | 2            | Пороги температуры (два значения - сначала нижний, затем верхний, int8_t)                                                                           |

|      |                                     |                                            |   |                                                                                             |
|------|-------------------------------------|--------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x05 | TAMPER RST                          | Tamper source flags                        | 1 | Сброс TAMPER-событий. Для сброса всех<br>- Tamper source = 0xFF                             |
| 0x06 | UTC offset                          | смещение в 15 минутных интервалах          | 1 | Знаковое (int8) значение смещения временной зоны относительно UTC, для UTC+6=24 (15*24=360) |
| 0x0C | Battery capacity measurement method | метод измерения оставшейся емкости батареи | 1 | 0: Интегрирование (по умолчанию);<br>1: Падение напряжения под нагрузкой                    |

## 6.2.4.1.2. SYSTEM CFG (системные настройки)

Пакет данных с вариантами настроек датчика, содержащиеся в пакете **SENSORS CFG**:

| Смещение | Тип        | Описание                                                                                                                          |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00     | unit8      | номер датчика (0 ... 3)                                                                                                           |
| 0x01     | unit8      | CFG_ID:<br><b>0</b> – не применяется, вернуть текущую;<br><b>1 ... 254</b> – новая конфигурация;<br><b>255</b> – применять всегда |
| 0x02     | unit8      | <b>CMD_ID</b> (смотри ниже)                                                                                                       |
| 0x03     | Массив [ ] | Данные                                                                                                                            |
| ...      |            |                                                                                                                                   |
| ...      |            |                                                                                                                                   |
| N        | unit8      | <b>CMD_ID</b>                                                                                                                     |
| N+1      | Массив [ ] | Данные                                                                                                                            |

Данные **CMD\_ID** имеют следующие возможные варианты настроек:

| CMD_ID | Тип              | Длина поля данных | Описание                                                                                                                                                                            |
|--------|------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x00   | unit8            | 1                 | <b>Активация/деактивация датчика и каналов измерения</b> (смотри ниже)                                                                                                              |
| 0x01   |                  |                   | Резерв                                                                                                                                                                              |
| 0x02   | uint24 + uint16  | 5                 | <b>Интервалы измерения и передачи мгновенных значений</b>                                                                                                                           |
| 0x03   | Массив [2] unit8 | 1 – 5             | <b>Задание пределов</b> (смотри ниже)                                                                                                                                               |
| 0x04   | Массив [2] unit8 | 2                 | <b>Деактивация</b> пределов/событий. (смотри ниже)<br>Для выбранных каналов применяются флаги событий, т. е. деактивируются только те, где установлен флаг события. Операция "&= ~" |
| 0x05   | Массив [2]       | 2                 | <b>Активация</b> пределов/событий. (смотри ниже)<br>Для выбранных каналов применяются флаги событий, т. е. активируются только те, где установлен флаг события. Операция " ="       |

|      |                     |         |                                                                                                                                                         |
|------|---------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x06 | Массив [2]<br>unit8 | 2       | <b>Задание</b> пределов/событий. (смотри ниже)<br>Для выбранных каналов применяются флаги событий (0-деактивировано, 1 – активировано).<br>Операция "=" |
| 0x07 | Массив [N]          | 1 или 4 | <b>Настройка архивирования</b> (смотри ниже)                                                                                                            |
| 0x08 | unit8               | 1       | <b>Формат измеренных значений</b> (смотри ниже)                                                                                                         |
| 0xFF | unit8               | 1       | Возможные значения байта в поле данных:<br><b>0</b> : сбросить конфигурацию на по умолчанию;<br><b>1</b> : все отключить.                               |

1) Поля данных **Активация/деактивация датчика и каналов измерения** имеют вид:

| Бит (номер канала) | Параметр                         |
|--------------------|----------------------------------|
| 0                  | Температура*, °C, (-40 ... +125) |
| 1                  | Влажность*, %, (0 ... 100)       |
| 2                  | Резерв                           |
| ...                |                                  |
| 6                  |                                  |
| 7                  | Датчик активирован               |

\* – активирован по умолчанию (в скобках – не пределы измерения датчика, а физическая шкала, по которой осуществляется перевод в проценты)

2) Настройка **интервалов измерения и передачи значений** имеет вид:

| Байт | Тип       | Описание                                                                                                                                                            | Диапазон возможных значений |
|------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 0    | uint24 LE | Задание интервала измерения                                                                                                                                         | ≥ 10 секунд                 |
| 1    |           |                                                                                                                                                                     |                             |
| 2    |           |                                                                                                                                                                     |                             |
| 3    | uint16 LE | Задание интервала передачи полученных <b>результатов</b>                                                                                                            | ≥ 600 секунд или 10 минут   |
| 4    |           | Указывается кол-во измерений: <b>0</b> – не отправлять вообще;<br><b>1</b> – отправлять при каждом измерении;<br><b>10</b> – отправлять на каждом десятом измерении |                             |

3) Поле, содержащее **Задание пределов:**

| Байт | Тип                                            | Бит / Параметр | Описание                                                                                                 |
|------|------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0    | Битовые поля                                   | 0 ... 2        | Номер канала (0 ... 6)                                                                                   |
|      |                                                | 3 ... 5        | <b>0:</b> LL                                                                                             |
|      |                                                |                | <b>1:</b> L                                                                                              |
|      |                                                |                | <b>2:</b> H                                                                                              |
|      |                                                |                | <b>3:</b> HH                                                                                             |
|      |                                                |                | <b>4:</b> Гистерезис                                                                                     |
|      |                                                |                | <b>5:</b> Нижний предел измерения                                                                        |
|      |                                                |                | <b>6:</b> Верхний предел измерения                                                                       |
|      |                                                |                | <b>7:</b> Резерв                                                                                         |
|      |                                                | 6 ... 7        | Резерв                                                                                                   |
| 1    | Зависит от типа задаваемого выбранного предела | LL/L/H/HH      | Тип UINT16 LE<br>Значение предела: <b>%*100</b> (т. е. 80% = 8000)<br>Допустимые значения от 0 до 100000 |
| 2    |                                                |                |                                                                                                          |
| 3    |                                                | Гистерезис     | Тип UINT8<br>Значение: в %<br>Допустимые значения: от 0 до 100                                           |
| 4*   |                                                | L/H предел     | Тип INT32 LE, предел измерения датчика, физические единицы. Используется для вычисления процентов.       |

\* - L/H пределы рекомендуется передавать одновременно без разбивки – в **одном пакете**

4) Пакеты конфигурации параметров **Активации**, **Деактивации** и **Задание** пределов или событий следующие:

| Байт | Тип   | Бит | Описание                                                  |         |
|------|-------|-----|-----------------------------------------------------------|---------|
| 0    | Флаги | 0   | можно<br>одновременно<br>выбирать<br>несколько<br>каналов | Канал 0 |
|      |       | 1   |                                                           | Канал 1 |
|      |       | 2   |                                                           | Канал 2 |
|      |       | 3   |                                                           | Канал 3 |
|      |       | 4   |                                                           | Канал 4 |
|      |       | 5   |                                                           | Канал 5 |
|      |       | 6   |                                                           | Канал 6 |
|      |       | 7   |                                                           | Резерв  |
| 1    | Флаги | 0   | LL, выход за предел                                       |         |
|      |       | 1   | L, выход за предел                                        |         |
|      |       | 2   | H, выход за предел                                        |         |
|      |       | 3   | HH, выход за предел                                       |         |
|      |       | 4   | LL, возврат к норме                                       |         |
|      |       | 5   | L, возврат к норме                                        |         |
|      |       | 6   | H, возврат к норме                                        |         |
|      |       | 7   | HH, возврат к норме                                       |         |

5) **Настройка архивирования** выполняется следующим образом:

| Байт | Тип          | Бит     | Описание                                                                                                                                                                                                                |
|------|--------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0    | Битовые поля | 0 ... 2 | Номер канала (0 ... 6)                                                                                                                                                                                                  |
|      |              | 3 ... 6 | Резерв                                                                                                                                                                                                                  |
|      |              | 7       | Архивирование включено<br>Если флаг не установлен, поля ниже не передаются и должны отсутствовать                                                                                                                       |
| 1    | unit16 LE    | -       | Интервал архивирования указывается в интервалах измерения.<br>Если интервал измерения 10 секунд, то для архивирования раз в 1 минуту значение равно $60/10 = 6$                                                         |
| 2    |              |         |                                                                                                                                                                                                                         |
| 3    | unit8        |         | Интервал передачи накопленного архива указывается в интервалах архивирования<br>Если интервал архивирования 1 минута, то для передачи раз в 20 минут значение равно $20/1 = 20$<br>Если передача не осуществляется = 0. |

6) Изменение формата передачи **Измеренных значений** следует выполнять так:

| Бит     | Описание                                                  |
|---------|-----------------------------------------------------------|
| 0       | Передавать значения в процентах вместо физических величин |
| 1       | Передавать номер канала вместо ID физического параметра   |
| 2 ... 7 | Резерв                                                    |

## 6.2.4.1.1. REQUEST SERVICE INFO (запрос сервисной информации)

Пакет данных **REQUEST SERVICE INFO** служит для осуществления запроса сервисных данных радиомодема:

|          | Тип информации           |
|----------|--------------------------|
| ДЛИНА    | 1                        |
| ЗНАЧЕНИЕ | Тип запрашиваемых данных |

Тип информации может принимать следующие значения:

| Тип информации |                                                                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЗНАЧЕНИЕ       | ОПИСАНИЕ                                                                                                                                           |
| 0x00           | Энергетическая информация: напряжение батареи под нагрузкой, израсходованный заряд, время работы в режиме передачи, количество переданных пакетов) |
| 0x01           | Резерв                                                                                                                                             |
| 0x02           |                                                                                                                                                    |
| ...            |                                                                                                                                                    |
| 0xFF           |                                                                                                                                                    |

## 7. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Радиомодем упаковывается в коробку из картона или блистер со вложенным паспортом и внесенным в него заводского номера, отметок ОТК и даты упаковки.

Хранение радиомодема осуществляется в ненарушенной упаковке предприятия-изготовителя в сухом отапливаемом помещении при температуре от +5°C до +40°C и относительной влажности не более 85%. В помещении для хранения не должно быть токопроводящей пыли, паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию и разрушающих изоляцию.

Радиомодем может транспортироваться автомобильным, речным, железнодорожным и авиационным транспортом (кроме разгерметизированных отсеков) на любые расстояния при температуре от -40°C до +85°C.

**Во время всего срока эксплуатации радиомодема наличие силикагеля в корпусе радиомодема обязательно!**

## 8. СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ

По окончании срока эксплуатации изделие должно быть утилизировано должным образом. Для этого разрядите аккумулятор и утилизируйте в соответствии с нормами охраны окружающей среды. Для получения подробной информации о правильной утилизации изделия обратитесь в местные полномочные органы, ответственные за утилизацию.

## 9. МАРКИРОВКА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Маркировочные этикетки расположены на корпусе и на плате радиомодема. Их наличие является свидетельством того, что оборудование прошло проверку ОТК Предприятия-изготовителя.

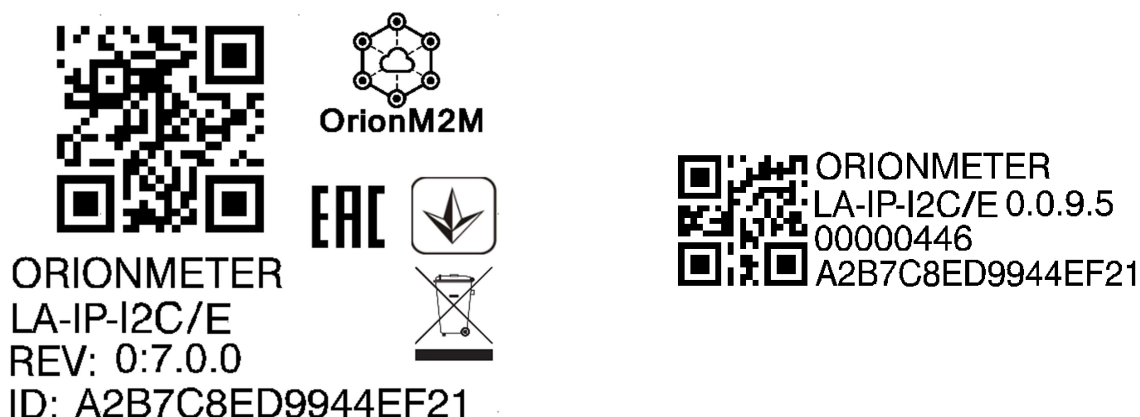
### 9.1. Маркировка

Маркировка оборудования выполнена в виде наклеиваемых этикеток и содержит:

- Наименование изделия;
- Идентификатор и заводской номер устройства;
- Товарный знак предприятия;
- Версия радиомодема;
- QR-коды;
- **LoRa Device EU** необходимый для регистрации.

устройства в сети LoRa WAN (в данном случае: A2B7C8ED9944EF21).

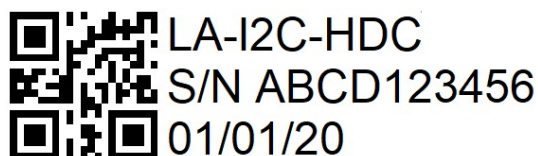
Внешний вид этикеток, расположенных на корпусе радиомодема:



На печатной плате расположена наклеиваемая этикетка:

A2B7C8ED9944EF21  
REV: 0.0.9.5

На корпусе датчика расположена этикетка с наименованием и заводским номером:



## 9.2. Комплект поставки

Радиомодем поставляется в следующей комплектации:

- Радиомодем Orionmeter LA-IP-I2C/E – 1 шт.;
- Удлинительный кабель – 1 шт.;
- Датчик I2C с разъемом – 1шт.;
- Паспорт – 1 шт.

## 10. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие комплекса требованиям технической документации при соблюдении условий монтажа, эксплуатации, транспортирования и хранения, изложенных в руководстве по эксплуатации изделия.

Гарантийный срок эксплуатации – **36 месяцев** со дня ввода в эксплуатацию или **40 000 пакетов** сообщений, в зависимости от того, что наступит раньше. При отсутствии в паспорте отметки о вводе в эксплуатацию гарантийный срок эксплуатации исчисляется со дня приемки.

Гарантийный срок хранения - 1 год со дня приемки.

Потребитель обязан соблюдать условия и правила транспортирования, хранения и эксплуатации, указанные в данном руководстве пользователя.

Предприятие изготовитель не несет гарантийных обязательств при выходе изделия из строя, если:

- Изделие не имеет паспорта;
- разделы «Сведения о приемке» паспорта изделия не заполнены или в них не проставлена печать Предприятия-изготовителя;
- заводской номер, нанесенный на изделие, отличается от заводского номера, указанного в паспорте;
- отсутствуют или повреждены пломбы и / или голографический знак Предприятия-изготовителя нанесенные на Изделие;
- Изделие подвергалось разборке или другим вмешательствам в конструкцию, не предусмотренным эксплуатационной документацией;
- Изделие использовалось с нарушением требований эксплуатационной документации;
- Изделие имеет внешние механические повреждения;
- Изделие имеет повреждения, вызванные попаданием внутрь посторонних предметов или стихийными бедствиями (наводнение, пожар и т. п.);
- монтаж Изделия и пусконаладочные работы проведены лицами (предприятием), не прошедших обучение.

По всем вопросам, связанным с качеством Изделия, следует обращаться в техподдержку ТОО «Орион Система» по адресу:

050004, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Маметовой, д. 67Б

Tel.: +7 (727) 312-30-00

E-mail: info@orion-m2m.com

## 11. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Версия | Дата       | Имя | Комментарии                                                                                                                     |
|--------|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01     | 25.04.2020 | ЗМ  | Дата создания документа                                                                                                         |
| 02     | 05.08.2020 | ЗМ  | Добавление описания в протокол обмена;<br>Изменения на стр. 10, 16, 30                                                          |
| 03     | 11.08.2020 | ЗМ  | Корректировка описания индикации модема; общее форматирование; корректировка протокола обмена; форматирование текста (наклейка) |
| 04     | 08.09.2020 | ЗМ  | Добавление в описание процесса Join п. п. 4.2                                                                                   |
|        |            |     |                                                                                                                                 |
|        |            |     |                                                                                                                                 |
|        |            |     |                                                                                                                                 |