

**Комплекс технических средств сбора данных мобильных с полевых устройств
КТСДМ-ПУ-LoRaWAN**

Руководство по эксплуатации

Производитель:
ООО «НТП «Горизонт-М»
г. Москва, Старопетровский проезд д.7а, стр.23
тел. 8(800)333-0140
info@ntpgorizont.ru

г. Москва, 2024г.

1.Общее описание

1.1. Комплекс технических средства сбора данных мобильный с полевых устройств КТСДМ-01-LoRaWAN предназначен для сбора и передачи данных на сервер системы мониторинга с полевых средств измерений производства ООО НТП «Горизонт-М» таких как термокосу, скважинные инклинометры, экстензометры, расположенных на объектах дорожной инфраструктуры в условия отсутствия стационарных каналов связи.

1.2 Областями применения являются:

- сбор данных с системы мониторинга мостовых сооружений;
- сбор данных в системах термометрический контроля многолетнемерзлых грунтов вдоль объектов дорожной инфраструктуры;
- сбор данных с датчиков, установленных на линейных магистральных трубопроводах;
- системы геотехнического мониторинга на объектах дорожной инфраструктуры.

2. Структура комплекса

2.1 Комплекс технических средств можно разделить условно на 3 уровня:

2.2 Регистраторы CU-LoRaWAN

2.2.1 Регистраторы CU-LoRaWAN предназначены для сбора данных с цифровых средств измерений производства НТП «Горизонт», сохранения данных в собственную память и передачи данных на подвижную базовую станцию.

2.2.2 Внешний вид регистратора CU-LoRaWAN представлен на рисунке 1.

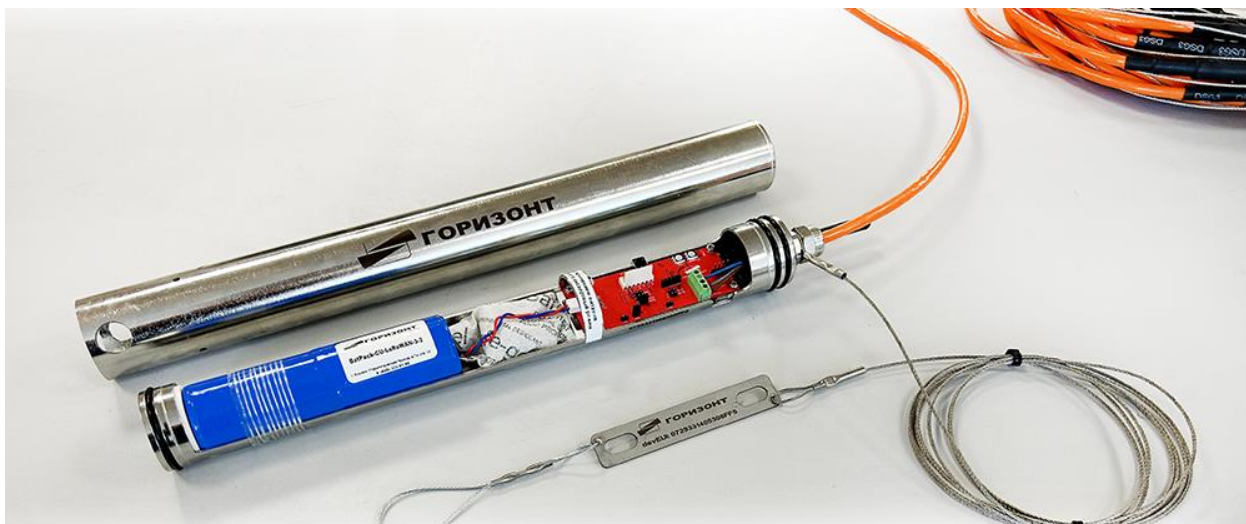


Рис.1 Внешний вид регистратора CU-LoRaWAN

2.2.3 К одному регистратору может быть подключено до 16 устройств, работающих по интерфейсу RS-485 или одна термокоса, работающая по интерфейсу 1wire.

2.2.4 Регистратор CU-LoRaWAN осуществляет сбор данных с средств измерений по расписанию, задаваемым пользователем и производит запись в собственную энергонезависимую память.

2.2.5 Регистраторы работают от батарейных модулей, собранных из двух или трех батарей LiCoCl₂, тип D 2шт.

2.2.6 Регистраторы работают в одном из двух режимах, задаваемых в настройках регистраторов:

Slave – режим работы регистратора, при котором полученные данные с средств измерений сохраняются в собственной памяти, а потом по расписанию передаются на Master-регистратор

Master – режим работы регистратора, при котором регистратор по расписанию собирает данные с находящихся по близости slave-регистраторов, собирает данные с подключенных к нему средств измерений и, при прохождении мимо базовой станции, передает эти данные на мобильную базовую станцию.

2.2.7 Таким образом, по окончании сеанса связи между регистраторами все данные с нескольких средств измерений записываются в память одного Master-регистратора.

2.2.7 Данные так же записываются в собственную flash-память регистратора и могут быть переписаны как с обычного flash-накопителя с помощью ПК в формате Excel.

2.3 Базовая станция BSU-LoRaWAN

2.3.1 Базовая станция устанавливается на подвижном составе, автомобиле или ином транспортном средстве, периодически проходящем по дороге, вдоль которой установлены регистраторы, и предназначена для сбора данных с регистраторов на ходу.

2.3.2 Внешний вид базовой станции представлен на рисунке 2.

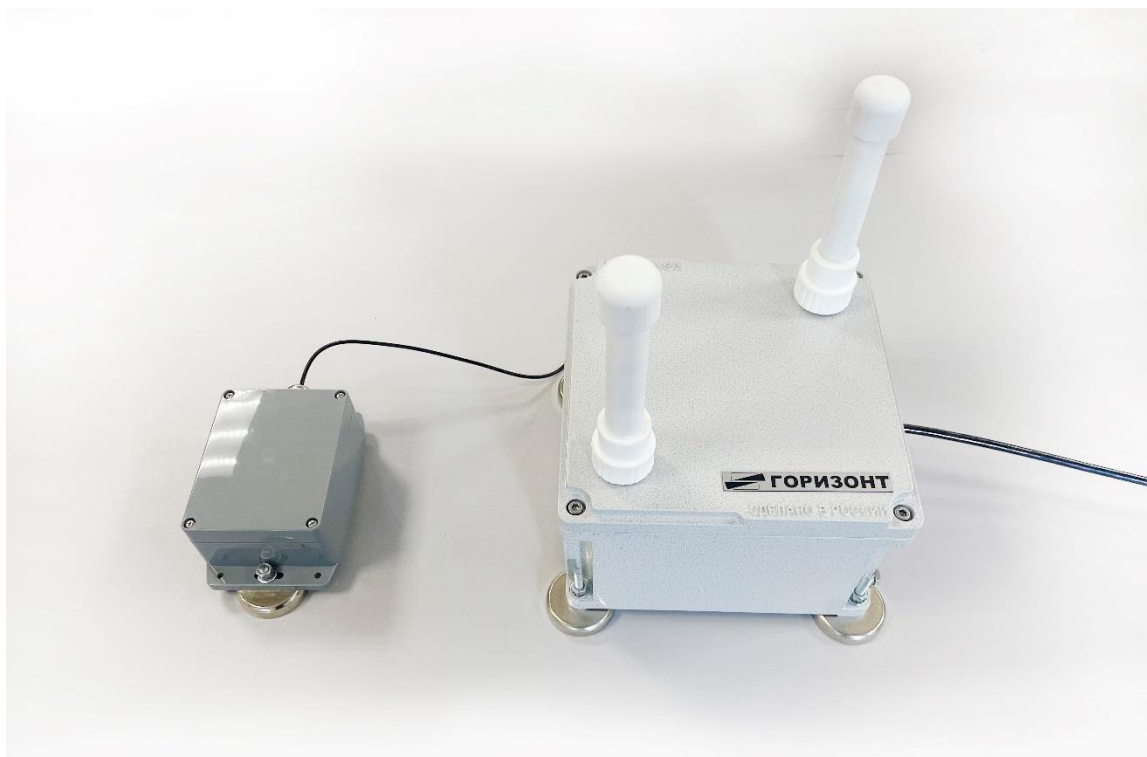


Рис.2 Внешний вид базовой станции *BSU-LoRaWAN*

2.3.3 Сеанс связи между базовой станцией и Master-регистратором устанавливается по мере приближения транспортного средства к Master-регистратору. Приближение определяется с помощью GPS или GLONASS.

2.3.4 За время движения подвижной базовой станции мимо Master-регистратора накопленные данные с Master-регистратора передаются на подвижную базовую станцию, по окончании передачи сеанс связи завершается.

2.3.5 После входа транспортного средства в зону уверенного приема сотовой связи подвижная базовая станция передает собранные данные на сервер сбора данных в автоматическом режиме.

2.4 Серверное программное обеспечение Gorizont Geotechnical Solution

2.4.1 Серверное программное обеспечение предназначено для сбора данных с базовых станций комплекса при вхождении базовой станции в зону уверенного приема сотовой связи, записи и архивирования данных в собственной базе данных, обработки и визуализации данных, расчетов и экспорта данных в удобном для пользователя виде.

3. Топология сети сбора данных

3.1 Благодаря тому, что регистраторы обмениваются данными между собой возможно построение сложных топологий сети сбора и передачи данных. Пример топологии представлен на рис.1.

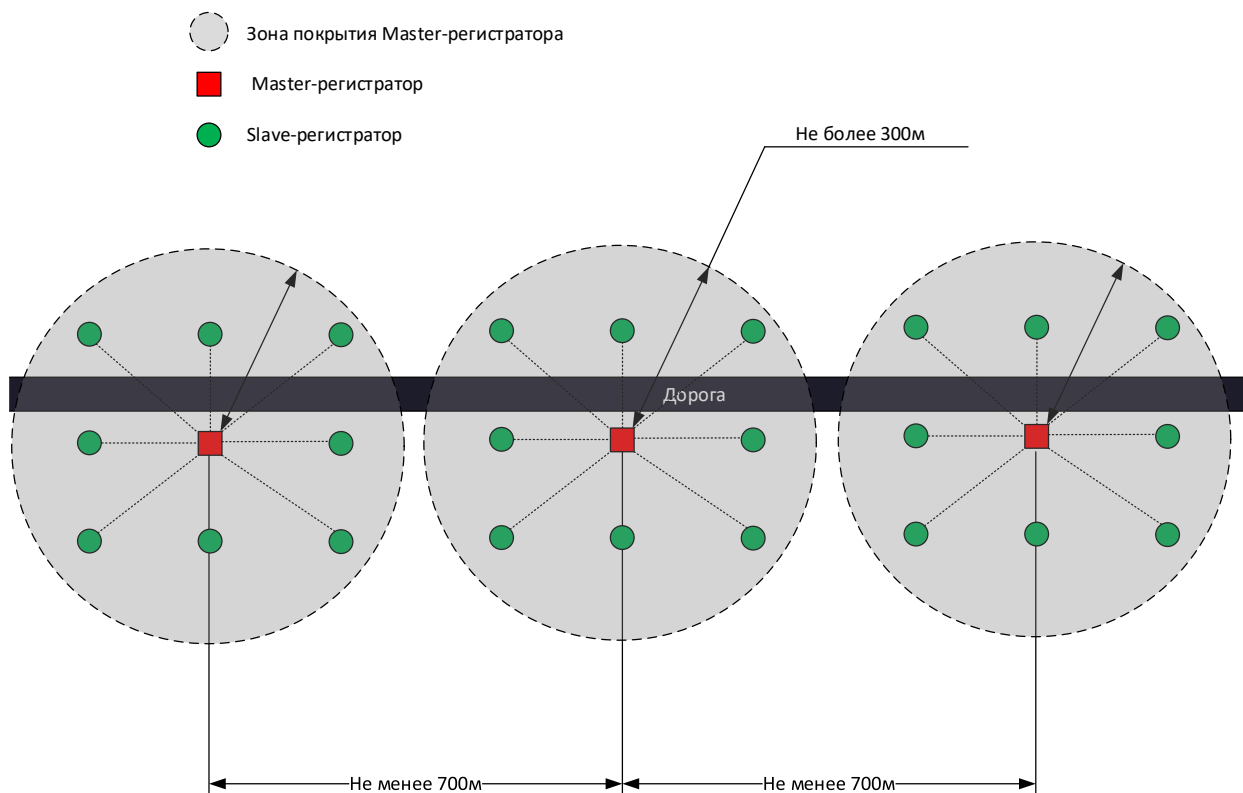


Рис. 1- Топология сети передачи данных вдоль дороги

- 3.2 Для уверенной передачи данных удаленность Slave-регистраторов сбора данных от Master-регистратора не должна превышать 300м в прямой видимости или 100м вне прямой видимости.
- 3.3 Расстояние между Master-регистраторами должно быть как можно больше, но не менее 700м.
- 3.4 Расстояние от Master-регистратора до путей следования мобильной базовой станции должно быть 5-15м.
- 3.5 К одному Master-регистратору может быть подключено до 16 Slave-регистраторов.
- 3.6 Время сеансов передачи данных между Slave-регистраторами и Master-регистраторам выбирается таким образом, чтобы к моменту прохождения подвижной базовой станции мимо Master-регистратора все данные с Slave-регистраторов были уже переписаны с запасом 2 часа.
- Пример возможно расписания сбора данных:*
- сбор данных с средств измерений - ежедневно в 03.30-04.00;
 - передача данных от Slave-регистраторов на Master-регистраторы – 04.00-06.00 один раз в неделю;
 - передача данных на поезд (в соответствии с расписанием движения) 08.00-22.00 один раз в неделю.

4 Технические характеристики комплекса

4.1 Общие технические характеристики комплекса технических средств представлены в таблице 1. Таблица 1

Технология передачи данных	LoRaWAN
Частота передачи данных	868МГц (открытый диапазон)
Максимальное количество логгеров в системе	Неограниченно
Кол-во СИ с выходом RS-485, подключаемых к одному регистратору CU-LoRaWAN	До 16
Кол-во термокос с выходом 1-wire, подключаемых к одному регистратору	1
Максимальное количество Slave-регистраторов, подключенных через мастер-регистратор	16
Расстояние размещения Master-регистратора до пути прохождения БС	10-20м
Расстояние от регистратора до мастер-регистратора	До 300м – в прямой видимости До 100м – вне прямой видимости
Скорость ТС, на котором размещена БС в момент сеанса связи	Не более 70км/ч
Периодичность прохождения ТС с БС	Не реже 1раза в месяц

Способ определения местоположения	GPS/GLONASS
Способ передачи данных от БС на сервер	Сотовая связь GPRS
Время автономной работы регистраторов до замены батарей	Не менее 2 лет
Условия применения	-45°C +50°C

4.2 Технические характеристики регистраторов CU-LoRaWAN представлены в таблице 2.

Наименование характеристики	Модификация		
	CU-LoRaWAN-1-XXX	CU-LoRaWAN-2-XXX	CU-LoRaWAN-3-XXX
Тип подключаемых датчиков			
Модель CU-LoRaWAN-X-RS485	Цифровые датчики с выходом RS-485 (ModBus) или термокосы 1wire		
Модель CU-LoRaWAN-X-1VW	Аналоговые струнные датчики 1шт.		
Модель CU-LoRaWAN-X-2VW	Аналоговые струнные датчики 2шт.		
Модель CU-LoRaWAN-X-3VW	Аналоговые струнные датчики 3шт.		
Модель CU-LoRaWAN-X-4VW	Аналоговые струнные датчики 4шт.		
Корпус			
Тип корпуса	ABS-пластик, коробка	Алюминиевый, коробка	Нержавеющая сталь, труба
Способ установки	В оголовке, в помещении	На открытом воздухе, установка на оголовке на монтажном хомуте	В обсадной трубе, на тросе
Степень пылевлагозащиты	IP65	IP65	IP68
Габаритные размеры (Длина × Ширина × Высота), мм не более	160×80×85	179x112x90	D42x380
Тип разъема для подключения антенны	SMA		N-тип
Тип антенны	Всенаправленная 1dBi	Всенаправленная 1dBi	Не входит комплект поставки
Масса без батарей, кг, не более	0,4	1.5	0,6
Рабочий диапазон температур, °C	от - 45 до + 50		
Параметры электропитания			
Батарейные модули ER34615M (LiCoCl2,) напряжение 3.6 В			
- BatPack-CU-LoRaWAN-1-2	2 батареи тип D		
- BatPack-CU-LoRaWAN-1-3	3 батареи тип D		
- BatPack-CU-LoRaWAN-1-4	4 батареи тип D		
- BatPack-CU-LoRaWAN-3-1			1 батарея тип D
- BatPack-CU-LoRaWAN-3-2			2 батареи тип D
- BatPack-CU-LoRaWAN-3-3			3 батареи тип D
Встроенная память			
Тип памяти	Flash		
- Объем	10 Мб		
- Файловая система	FAT16		
- Интерфейс	USB		
Радиоинтерфейс LoRaWAN			
Параметры LoRaWAN:			
- Class	A		

- Скорость	DR0
- Активация	OTAA
- Частотный план	RU868

4.3 Технические характеристики базовой станции *BSU-LoRaWAN* представлены в таблице 3.

Таблица 3

Тип опрашиваемых регистраторов	CU-LoRaWAN в режиме Master
Параметры электропитания:	12В, 600ма
Встроенный аккумулятор	Да
Габаритные размеры	200x200x300
Привязка к местоположению	GPRS/ГЛОНАСС
Внешние интерфейсы для сбора данных	USB
Способ передачи данных на сервер системы мониторинга	GPRS
Встроенный диск:	
- Объем	16 Мб
- Файловая система	FAT16
- Интерфейс	USB Mass Storage
Степень пылевлагозащиты	IP31
Тип антенны LoRaWAN	Всенаправленная 2dBi
Тип антенны GPRS	Всенаправленная 2dBi
Тип антенны GPS	Выносная
Способ установки антенны LoRaWAN	На магниты, на крыше ТС

5. Настройка базовой станции *BSU-LoRaWAN*

5.1 На передней панели базовой станции размещена кнопка включения питания, дисплей и клавиатура управления. Так же на переднюю панель выведен разъем mini-USB и слот для Sim-карты.

5.2 Подключите БС к персональному компьютеру по USB. Базовая станция определится как Flash-накопитель с файлами, которые можно переписать, отредактировать и заново записать.

5.2 Конфигурация и режим работы базовой станции задаются в текстовом файле *Gorizont-BS.txt*, находящемся на диске модуля в корневой папке. Для его изменения его следует открыть в любом текстовом редакторе (например, Блокнот), внести изменения и сохранить под тем же именем и в том же месте.

5.3 Файл конфигурации содержит параметры как требующие настройки, так и сервисные параметры которые менять нельзя без консультации с технической поддержкой НТП «Горизонт». Далее описаны параметры, требующие настройки при первом подключении.

5.3.1 Параметр **TIMEZONE**, определяет часовой пояс, в котором работает базовая станция.

5.3.2 Параметр **REVERSE_EN** определяет последовательность опроса регистраторов.

Значение параметра REVERSE_EN	Описание
0	Сбор данных производится только в прямой последовательности размещения регистраторов в соответствии с списком Plist
1	Сбор данных производится в прямой, а затем в обратной последовательности размещения регистраторов в соответствии с списком Plist

5.3.3 Параметр **LINK_NEAREST** определяет режим установки связи базовой станции с Master-регистраторами.

Значение параметра LINK_NEAREST	Описание
0	Связь с Master-регистраторами устанавливается строго по порядку в списке (прямому или обратному)
1	Связь устанавливается с ближайшим Master-регистратором, независимо от порядка в списке (экспериментальный режим)

5.3.4 Группа параметров, определяющих настройки SIM-карты и настройки обмена данных с оператором сотовой связи представлены ниже в качестве примера.

SIM_PIN = 0000

APN_SERVER = internet.beeline.ru

APN_LOGIN = beeline

APN_PWD = beeline

5.4 Для того, чтобы базовая станция могла рассчитать расстояние до Master-регистратора необходимо заполнить файл Plist.csv, содержащим GPS-координаты Master-регистраторов. Данный файл лучше всего редактировать в редакторе Notepad

5.5. Порядок внесения координат Master-регистратора в файл Plist.csv должен совпадать с порядком следования базовой станции мимо регистраторов. Именно в этом порядке будет производиться запросы на сеанс связи.

5.6. Ниже представлен пример заполнения файла Plist.csv:

#Название; Серийный номер; Координаты (широта, долгота)

ТС1 Пикет 172;1841; 55.790787, 37.558868

ТС1 Пикет 182; 1809; 55.826324, 37.500209

ТС1 Пикет 192; 1812; 55.827530, 37.503010

5.7 После обновления файла конфигурации и файла координат базовая станция должна быть перезагружена по питанию.

6.Монтаж базовой станции BSU-LoRaWAN

6.1 Место размещения базовой станции подбирается так чтобы:

-обеспечивался максимальный обзор полусферы над базовой станцией для обеспечения приёма сигнала с максимального количества спутников GPS.

-элементы подвижного состава не загромождали прямую видимость между базовой станцией и Master-регистраторами при следовании.

Лучшим местом размещения базовой станции является крыша транспортного средства.

6.2 Базовая станция и антенная GPS крепится к транспортному средству на магниты.

6.3 Питание базовой станции осуществляется штатным кабелем от сети 220В через адаптер 24В.

7 Настройка регистраторов

7.1 Конфигурация и режим работы модуля задаются в текстовом файле NConfig.txt, находящемся на диске регистратора в корневой папке. Для изменения файла его нужно открыть в любом текстовом редакторе (например, Блокнот), внести изменения и сохранить под тем же именем и в том же месте.

7.2 Файл конфигурации содержит параметры как требующие настройки, так и сервисные параметры которые менять нельзя без консультации с технической поддержкой НТП «Горизонт».

Далее описаны параметры, требующие настройки при первом подключении.

7.3 Модуль может работать в одном из двух режимов, что определяется параметром **STATION**:

Значение параметра STATION	Описание
0	Модуль работает как автономный регистратор, сохраняет результаты проведенных измерений с отметкой времени на собственный диск, откуда они могут быть считаны в любой момент при подключении компьютера. Результаты сохраняются в виде файла (файлов) CSV
1	Регистратор (при возникновении возможности) передает результаты проведенных измерений с отметкой времени на базовую станцию, при ее наличии в зоне покрытия. При передаче данных по сети LoRaWAN модуль также записывает их и в файл (файлы) CSV

7.4 Параметр **STYPE** определяет тип подключённых датчиков. Всего к регистратору могут быть подключено до 17 датчиков различных типов. У каждого датчика имеется адрес в диапазоне 0...16. Для каждого датчика должен быть указан его тип в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5.

Значение STYPE	Тип датчика	Производитель датчика
1	Инклинометр	НТП Горизонт
2	Термокоса	НТП Горизонт
3	Датчик перемещения	НТП Горизонт
4	Скважинный инклинометр	НТП Горизонт
5	Тензоусилитель	НТП Горизонт
8	Цифровой струнный датчик деформации	НТП Горизонт
9	Пьезометр	НТП Горизонт

10	Датчик уровня	НТП Горизонт
11	Датчик влажности	Эксис
21	Цифровой датчик ModBus	Сторонний производитель
51	Аналоговый струнный датчик	Сторонний производитель
80	Расходомер Streamlux	Streamlux

Тип каждого подключенного датчика указывается в виде:

STYPE-X = Y, где:

X - адрес датчика 0...16,

Y - тип датчика в соответствии с таблицей 6.

Датчик с адресом 0 может быть только термокосою с интерфейсом 1-Wire (или отсутствовать), датчики с адресами 1...16 могут использовать интерфейс RS485 или UART. Все датчики 1...16 должны использовать одинаковый интерфейс - RS485 или UART.

При использовании тензоусилителя (тип 5), после его типа через двоеточие может быть указан тип используемого измерителя. Например, запись STYPE-2 = 5:3 означает, что к модулю подключен тензоусилитель с адресом 2, ко входу которого подключен аналоговый датчик перемещения.

Как правило, модуль поставляется изготовителем вместе с датчиком (датчиками); в этом случае нужные значение параметров STYPE уже записаны в NConfig.txt.

7.5 Параметр **USE_RS485** определяет, используются ли измерители с интерфейсом RS485 (значение 1), или UART (значение 0).

7.6 Параметр **MEAS_PERIOD** определяет периодичность проведения измерений в минутах. После проведения измерения устройство засыпает (переходит в режим пониженного энергопотребления) до наступления времени следующего измерения. Значение параметра определяется целями мониторинга, но следует понимать, что чем меньший период измерения установлен, тем меньшее время прослужат батареи. Рекомендуется для целей геотехнического мониторинга устанавливать период измерения в пределах 180...360 минут.

7.7 Существует другой способ задания периодичности измерений - параметр **MEAS_FRACTION**. При использовании этого способа измерения проводятся в "круглое" время, строго в начале получаса, часа, суток. Этот способ следует использовать, если несколько независимых устройств на разных объектах должны производить измерения синхронно. Допустимые значения параметра MEAS_FRACTION приведены в таблице 6.

Таблица 6.

MEAS_FRACTION	Периодичность измерений	Время проведения измерений
0	Определяется MEAS_PERIOD	
1	Раз в 30 минут	12:00, 12:30, 13:00, 13:30 итд
2	Раз в час	12:00, 13:00, 14:00, 15:00 итд
3	Раз в 2 часа	12:00, 14:00, 16:00, 18:00 итд
4	Раз в 4 часа	12:00, 16:00, 20:00, 00:00 итд
5	Раз в 6 часов	00:00, 06:00, 12:00, 18:00
6	Раз в 12 часов	00:00, 12:00
7	Раз в сутки	00:00

Если параметр MEAS_FRACTION имеет ненулевое значение, параметр MEAS_PERIOD игнорируется.

7.8 Параметр **MEAS_DELAY** задает дополнительную задержку в секундах перед проведением измерения (после подачи питания на датчик). Задержка измерения определяется устройством автоматически, в зависимости от типа датчика, и дополнительная задержка, как правило, не требуется (значение параметра MEAS_DELAY должно быть равно 0). Но в некоторых специфических случаях может потребоваться дополнительная задержка, которая может быть задана этим параметром.

Не следует устанавливать значение этого параметра сверх необходимого, так как это приводит к повышенному разряду батарей питания. Особенно это актуально для датчиков с высоким токопотреблением.

7.9 Можно задать дополнительные параметры конфигурации измерителей по протоколу MODBUS в ситуациях, когда это требуется. Дополнительные параметры задаются строками следующего вида:

MBUS_REG_ZZ-X = Y или MBUS_REG_ZZ = Y, где:

X - адрес датчика 1...16,

Z – номер регистра MODBUS

Y – Значение, которое должно быть записано в этот регистр.

В случае, если адрес измерителя не указан, установка значения регистра применяется ко всем подключенным датчикам; если адрес указан – только к этому измерителю.

7.10 Параметр **TIMEZONE** указывает часовой пояс, в котором размещен модуль с датчиком. Он используется при синхронизации часов в режиме автономной регистрации, при записи файла

(файлов) с результатами измерений, записи лога (все данные в файлах имеют локальное время). Если параметр не указан, используется значение по умолчанию +3 (Москва).

7.11 Параметр **INFO_PERIOD** задает периодичность в часах формирования модулем информации о собственном состоянии (в частности, состояния батарей питания). При работе в режиме автономного регистратора эта информация сохраняется в файл лога, а при работе в сети LoRaWAN передается на сервер специальным пакетом INFO. Значение по умолчанию - раз в 24 часа.

7.12 Способ группировки результатов измерений определяется параметром **PERIOD_FILE** в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8.

Значение PERIOD_FILE	Описание
1	Результаты группируются ежемесячно, т.е. первого числа каждого месяца (после 00:00) начинается новый файл данных
2	Результаты группируются по неделям, т.е. каждый понедельник (после 00:00) начинается новый файл данных

7.13 Следующие настройки определяют параметры связи между настраиваемым Master-регистратором и Slave регистраторами.

Для Master-регистратора:

Параметр **SLAVES** определяет серийные номера Slave-регистраторов, к которым подключается настраиваемый Master-регистратор, с которых нужно собирать данные

Например SLAVES = 1812, 1841

Параметр **TIME_SLAVES** определяет задержку в минутах от начала суток сбора данных с ведомых ;0 - сбор данных не производится

Например TIME_SLAVES = 330 (значение соответствует 5.30 утра)

Для Slave-регистратора:

Параметр **SLAVES** определяет серийные номера Slave-регистраторов, к которым подключается настраиваемый Master-регистратор, с которых нужно собирать данные. Для Slave-регистратора параметр должен быть пустым.

SLAVES =

Параметр **TIME_SLAVES** определяет задержку в минутах от начала суток сбора данных с ведомых. Для Slave-регистратора параметр должен быть равен 0.

TIME_SLAVES = 0

Параметр **ONEWIRE_NUM** определяет идентификационный номер термодатчика, под которым передаются ее показания ведущему

Например ONEWIRE_NUM = 2

8. Монтаж базовой станции регистратора с термокозой.

8.1 Прикрепите груз термокозы к нижней петле армирующего троса термокозы проволокой, входящей в комплект поставки.

8.2 Опустите термокозу в скважину. Отрегулируйте высоту установки регулировочной манжеты так, чтобы первый датчик термокозы находился на уровне земли, подвесьте термокозу на крючок к оголовку.

8.3 Снимите внешний тубус регистратора, вытянув внутренний тубус регистратора за монтажный трос.

8.4 В отсек между батарейным модулем и платой положите пакетик силикагеля, входящий в комплект поставки.

8.5 Выведите логгер из транспортного режима, нажав на кнопку включения в течении 6 секунд. При выходе регистратора из транспортного режима оба светодиода загорятся фиолетовым.

8.8 Задвиньте внутренний тубус регистратора до упора в внешний тубус

8.8 Опустите регистратор в скважину и подвесьте его на монтажном тросе на крючок, входящий в комплект поставки.

8.9 Выведите и закрепите антенну регистратора (не входит в комплект поставки) вне оголовка