ИЗМЕРИТЕЛИ УГЛА НАКЛОНА
ДВУХКООРДИНАТНЫЕ
ИН-Д3
Поддержка LoRaWAN

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
МПГТ 401267.03.00.00 РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации (далее по тексту - Руководство) содержит технические характеристики, описание устройства и принципа действия, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации измерителей угла наклона двухкоординатных ИН-Д3 в взрывозащищенном исполнении с поддержкой протокола беспроводного обмена данных по протоколу LoRaWAN (далее по тексту – Измерителей).
Измерители выпускаются в 13 диапазонах: ±360, ±720, ±1440, ±1800, ±3600, ±7200, ±10800, ±14400, ±21600, ±28800, ±36000, ±43200, ±57600.
Перед началом эксплуатации измерителей следует внимательно изучить настоящее Руководство.
Измерители зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений под номером 79035-20.

Измерители соответствует требованиям Декларации о соответствии требованиям технического регламента Евразийского экономического союза (технического регламента Таможенного союза) ТР ТС 020/2011 Электромагнитная совместимость технических средств (регистрационный номер ЕАЭС N RU Д-RU.PA02.B.15919/22).

Изготовитель:
ООО «Научно-техническое производственное предприятие «Горизонт-М»
129926 , Москва, Старопетровский проезд, д.7а, стр.23
Тел/факс (495)909-12-84
E-mail: info@ntpgorizont.ru,
сайт: www.ntpgorizont.ru

1 Общие положения

1.1 Назначение и область применения

1.1.1 Измеритель угла наклона двухкоординатный ИН-Д3 LoRaWAN предназначен для измерений:

- углов наклона и наклонных перемещений объекта по двум координатам.

1.1.2 Основными областями применения ИН-Д3 LoRaWAN являются:

- системы мониторинга строительных конструкций, бортов котлованов
- исследование изгибных деформаций элементов строительных и конструкций;

1.2 Метрологические и технические характеристики

Таблица 1

1.	Модельный ряд	ИН-Д3ц 360 LW	ИН-Д3ц 720 LW	ИН-Д3ц 1440 LW	ИН-Д3ц 1800 LW	ИН-Д3ц 3600 LW	ИН-Д3ц 7200 LW	ИН-Д3ц 10800 LW	ИН-Д3ц 14400 LW	ИН-Д3ц 21600 LW	ИН-Д3ц 28800LW	ИН-Д3ц 36000 LW	ИН-Д3ц 43200 LW	ИН-Д3ц 57600 LW
2.	Диапазон измерений, угловые секунды	±360	±720	±1440	±1800	±3600	±7200	±10800	±14400	21600	28800	36000	43200	57600
3	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений угла наклона согласно Описанию типа к Сертификату, % от диапазона										± 0,5			
4	Фактическое значение основной погрешности для измерителей										±0,3			
5	Предельное значение собственного дрейфа нуля, % от диапазона измерений										1%			
6	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 1ºС, % от диапазона измерений										±0,005			
7	Температурный дрейф нуля, вызванный изменением температуры на 1ºС, % от диапазона										±0,005			
8	Заводское смещение «базового нуля» при установке на базовые опоры, не более, % от диапазона										10			
9	Рабочий температурный диапазон измерителей с цифровым выходом, °С										от -50 до +60			
10	Угол между радиальными измерительными осями преобразователя, º										90 ±1			
11	Пылевлагозащищённость										IP65			
12	Протокол обмена данными										LoRaWAN Specification V1.0.2.			
13	Количество инклинометров, подключаемых к одной БС LoRaWAN										До 128			
14	Тип батарей										Батарейный модуль			
15	Кол-во батарей типа D LiCoCl2: - BatPack-CU-1-2 - BatPack-CU-1-3 - BatPack-CU-1-4										 2 3 4			
16	Возможность подключения внешних источников питания										Да			
17	Антенна										Всенаправленная, 1dbi			

18	Габаритные размеры корпуса датчика	80x125
19	Габаритные размеры электронного модуля сбора и передачи данных (без антенны): -для модификации IND3-D0N-LW-XXXX -для модификации IND3-D1N-LW-XXXX	160x80x55 180x90x90
20	Масса измерителя (без батарей), кг: -для модификации IND3-D0N-LW-XXXX -для модификации IND3-D1N-LW-XXXX	0,95 1.5

1.3 Состав изделия и комплект поставки

1.3.1 Измеритель состоит из двухкоординатного датчика угла наклона (далее- «датчика») и электронного модуля сбора и передачи данных (далее –«модуль»), соединенных кабелем.

1.3.2 Исполнения измерителей и артикулы для заказа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Артикул	Описание
IND3-D0N-LW-XXXX	Измеритель угла наклона ИН-Д3, поддержка LoRaWAN, корпус модуля сбора и передачи данных - ABS-пластик, внешняя антенна. Взрывозащищенное исполнение
IND3-D1N- LW -XXXX	Измеритель угла наклона ИН-Д3, поддержка LoRaWAN, корпус модуля сбора и передачи данных - алюминиевый корпус, внешняя антенна. Взрывозащищенное исполнение

1.3.3 Корпус датчкика имеет выполненные из нержавеющей стали три базовых опоры и три опорных винта, первые служат для проверки смещения собственного нуля датчика, вторые - для регулирования наклона датчика при его установке на объекте.

1.3.4 Датчик и электронный модуль сбора и передачи данных соединены кабелем.

1.3.5 Комплектность поставки измерителя прредставлена в Таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Кол-во
1.	Измеритель угла наклона	1
2.	Батарейный модуль	1
3.	Антенна	1
4.	Паспорт	1
5.	Руководство по эксплуатации	1*
6.	Крепёжный комплект: пружина (3шт.), винт (3 шт.), втулка (3 шт.), шайба (6 шт.)	1

* Поставляется один на партию.

1.4 Принцип действия

1.4.1 Первичный преобразователь датчика представляет собой осесимметричную, заполненную электролитом металлическую ампулу с пятью токовыводами. Первичный преобразователь содержит центральный подвижный электрод, играющий роль сильно демпфированного маятника и четыре боковых электрода.

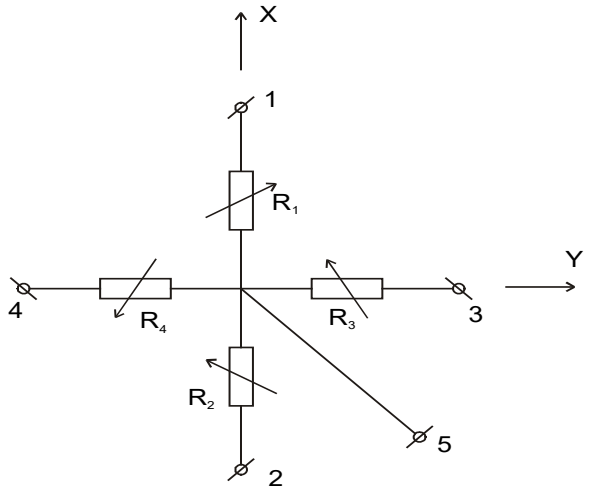

Рисунок 1. Эквивалентная электрическая цепь первичного преобразователя

1.4.2 При наклоне первичного преобразователя за счёт действия силы тяжести центральный подвижный электрод изменяет своё положение относительно боковых электродов, что приводит к изменению электрических сопротивлений, заполненных электролитом межэлектродных полостей (рис. 1). Эти изменения электрических сопротивлений преобразуются электронным блоком в выходные электрические сигналы измерителя, передаваемые в модуль сбора и передачи данных.

1.4.3 У измерителя определены три взаимно-перпендикулярные измерительные оси: центральная измерительная (вертикальная) ось *Z*, совпадающая с осью симметрии измерителя, и две взаимно перпендикулярные радиальные (горизонтальные) измерительные оси X и У. На направления радиальных измерительных осей указывают риски, нанесённые на поверхности корпуса измерителя.

1.4.4 Выходными величинами измерителя являются составляющие угла наклона на радиальные измерительные оси, полученные в виде выходных сигналов по двум каналам X и У. Выходные сигналы имеют положительные значения при наклонах измерителя в направлении, совпадающем с направлением горизонтальных измерительных осей, и отрицательные значения при наклонах измерителя в противоположном направлении.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка выполняется способом, обеспечивающим четкость и сохранность ее в течение всего срока службы измерителя.

1.5.1.1 Маркировка корпуса датчика содержит условное обозначение измерителя и порядковый номер измерителя по системе нумерации предприятия-изготовителя.

1.5.1.2 Маркировка корпуса модуля сбора и передачи данных осуществляется наклейкой, содержащей модель, название предприятия производителя и единый знак обращения продукции на рынке государств – членов таможенного союза.

1.5.1.3На горизонтальном участке корпуса измерителя н риски, соответствующие направлениям измерительных осей X и У.

1.5.2 Пломбирование измерителя осуществляется путём наклеивания стикера на верхнюю и нижнюю крышку корпуса измерителя.

1.5.2.1 Пломбирование от несанкционированного доступа осуществляеся наклейкой стикера, представляющего собой полосу. На полосе методом лазерной гравировки нанесена надпись: «Опломбировано ООО «НТП «Горизонт».

1.6 Упаковка

1.6.1 Тара для упаковки измерителей представляет собой картонную коробку, размер которого определятся количеством упакованных измерителей, в одну тару допускается упаковывать не более 5 измерителей.

1.6.2 Измерители поставлятся запаянными в полиэтиленовый пакет, полости ящика оставшиеся свободными после укладки изделий заполняются виброгасящим материалом.

1.7 Установка измерителя на объекте

1.7.1 Установка измерителя на вертикальную или горизонтальную поверхность осуществляется с помощью металлических установочных платформ в форме уголка или пластины, жестко закрепленных на объекте мониторинга.

1.7.2 Для самостоятельного изготовления установочной платформы информацию о присоединительных размерах можно загрузить по ссылке http://www.ntpgorizont.ru/wp-content/uploads/Монтажные-чертежи.zip.

1.7.3 Для упрощения процесса монтажа измерителя на объекте рекомендуем использовать установочные платформы производства НТП «Горизонт»

Для заказа:	**MP-I-V**	**Монтажная площадка-уголок для установки на вертикальной поверхности**
	MP-I-H	**Монтажная площадка-пластина для установки на вертикальной поверхности**

1.7.4 Далее описывается последовательность монтажа при использовании монтажных платформ производства НТП «Горизонт-М».
1.7.5 Закрепите платформу на поверхности объекта с помощью болтов (на металл) или анкерных болтов или клеевого анкера (на бетон).

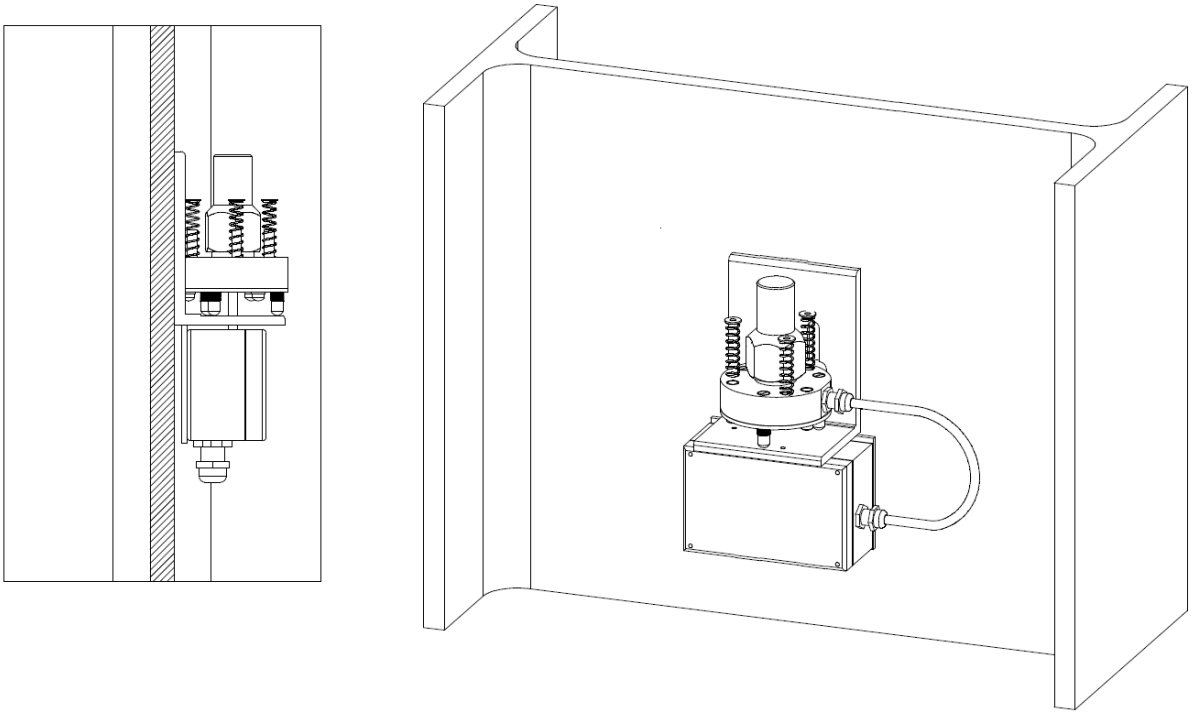

Рисунок 2. Схема установки измерителя на платформе

1.7.6 Установите датчик на горизонтальной поверхности платформы. Вставьте в отверстия корпуса датчика, расположенные на окружности под углами 120º, крепёжные винты с установленными на них пружинами и, вкручивая крепёжные винты, прижмите датчик к поверхности платформы, как показано на рис.2 . Ход пружины при сжатии должен составлять примерно половину её длины.
1.7.7 Закрепите электронный модуль сбора и передачи данных на нижней пластине платформы винтами, входящими в комлпект поставки.

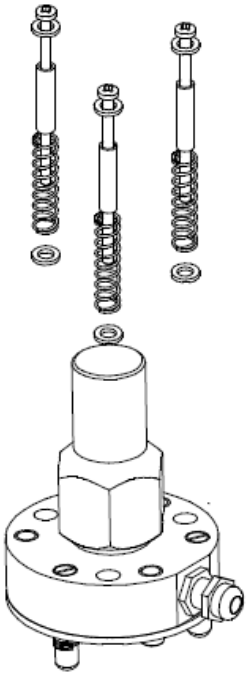

Рисунок 3. - Установка измерителя на объекте

Примечание: Длина опорных винтов измерителя позволяет устанавливать измеритель вертикально на платформе, если наклон платформы не превышает 17º.

1.7.8 Установите батареи, включите измеритель, подключите портативный считыватель SmartLogger. Более подробно порядок подключения и работы измерителя с портативным считывателем изложен в п.3.
1.7.9 Вращая опорные винты, выведите измеритель в вертикальное положение, при котором показания не будут превышать 15% от диапазона.

Для заказа:

IU_SL	**Портативный считыватель Smart Logger**

2 РАБОТА МОДУЛЯ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

2.1 Общие сведения

2.1.1 Принцип действия модуля сбора и передачи данных (далее -«модуля») заключается в том, что по заданному расписанию он включает датчик, подготавливает его к измерению, считывает показания и либо сохраняет их на встроенном диске (режим логгера), либо сохраняет и передает на сервер по сети LoRaWAN (режим логгера и передатчика).
2.1.2 Все время, пока модуль не выполняет измерение и не передает данные на сервер, он находится в состоянии сна, подключенный датчик обесточен. Потребление тока от батарейных блоков в этом режиме достаточно мало, что позволяет обеспечить срок службы батарейных блоков до несколько лет.

2.2 Органы индикации и управления

2.2.1 Индикация состояния модуля осуществляется двумя многоцветными светодиодными индикаторами на плате устройства, имеющими маркировку Power и Link. Состояние отображается индикаторами в первую сессию после включения питания (или сброса) модуля, а также после кратковременного нажатия на кнопку Check.
2.2.2 Индикатор Power отображает состояние батарей питания и датчиков. Индикатор загорается дважды - первый раз сразу после включения или нажатия кнопки Check, он отображает состояние батарей. Второй раз - после проведения измерения, в этом случае он отображает состояние датчика. Описание работы индикатора Power приведено в таблице 4.

Таблица 4.

Индикатор Power	Состояние батареи	Состояние датчиков
Загорается зеленым	Остающийся заряд батарей выше 30%	Состояние всех датчиков ОК
Загорается красным, затем зеленым		Некоторые из подключенных датчиков работают, некоторые - нет
Загорается оранжевым	Остающийся заряд батарей выше 10%, но менее 30%.	
Загорается красным	Остающийся заряд батарей менее 10%, батареи следует заменить.	Ни один из подключенных датчиков не работает

2.2.3 При подключении USB индикатор Power мигает синим. При подключенном USB кабеле новое измерение и новый сеанс связи не начинаются (текущее завершается обычным образом).
2.2.4 Индикатор Link отображает состояние и режим работы модуля в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5.

Индикатор Link	Описание
Загорается фиолетовым	Ошибка в конфигурации / Не установлено время / Ошибка на диске До устранения этих ошибок модуль работать не будет
Мигает синим	Выполняется подключение к серверу
Загорается синим	Связь с сервером установлена
Загорается красным	Сеанс связи с сервером завершен с ошибкой
Загорается зеленым	Сеанс связи с сервером успешно завершен

2.2.5 Оба индикатора одновременно загораются белым цветом при перезагрузке устройства (по команде пользователя, удаленной командой или при возникновении неустранимой ошибки).
2.2.6 Оба индикатора одновременно загораются фиолетовым цветом, отображая транспортный режим или его включение.
2.2.7 Для управления модулем служит кнопка Check на плате устройства. При кратковременном нажатии этой кнопки индикаторы Power и Link загораются, отображая текущее состояние устройства, как описано выше (в обычном состоянии индикаторы погашены для сохранения заряда батарей).
2.2.8 Кроме того, при нажатии кнопки Check запускается внеочередное измерение и сеанс связи с сервером. По окончании измерения и сеанса связи результаты будут отображены индикаторами как описано в пп 2.2.2 и 2.2.4.
2.2.9 При нажатии кнопки Check устройство переходит в тестовый режим, в котором, вне зависимости от настроек периодичности измерений, измерения проводятся раз в 10 мин, а результаты передаются на сервер немедленно. Тестовый режим завершается автоматически через время, задаваемое в настройках (по умолчанию через 30 мин).
2.2.10 Для перезагрузки устройства следует нажать кнопку Check пять раз подряд. Перезагрузка подтверждается загоранием обоих индикаторов белым цветом.

2.3 Транспортный режим

2.3.1 Транспортный режим предназначен для временного выключения устройства (например, для его транспортирования) с целью экономии заряда батарей. Устройство в транспортном режиме обесточено, не выполняет измерений и не пытается установить связь с сервером.

2.3.2 Для ввода или вывода устройства из транспортного режима нажать кнопку Check и удерживать ее нажатой не менее 6 сек. Включение транспортного режима подтверждается зажиганием обоих индикаторов фиолетовым цветом, а прекращение его – переходом индикаторов в обычный режим работы.

2.4 Работа с пробником CUNet Checker

2.4.1 Пробник CUNet Checker предназначен для проверки состояния и управления модулем без открывания крышки. Это удобно, когда работы проводятся в плохую погоду. Пробник подключается снаружи к 8-контактному разъему на внешней стенке модуля.

2.4.2 Пробник имеет кнопку и два индикатора: красный и зеленый.

2.4.3 Кнопка пробника дублирует кнопку Check на плате устройства и выполняет следующие функции (описаны в п 2.2):

- короткое нажатие - запуск теста (цикл измерения и связи)

- долгое (более 6 сек) нажатие - включение / выключение транспортного режим
- 5-кратное нажатие - перезагрузка устройства.

2.4.4 Индикаторы пробника отображают состояние устройства в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6.

Индикация	Описание
Попеременно мигает красный и зеленый	Выполняется тест
Горит зеленый	В работе устройства ошибок не обнаружено
Горит красный	В работе устройства зафиксированы ошибки
Горит красный и зеленый	Устройство находится в транспортном режиме
Одновременно мигает красный и зеленый	Перезагрузка устройства

2.4.5 Индикаторы пробника загораются сразу при его подключении, отображая текущее состояние, и не выключаются. Поэтому не следует оставлять пробник подключенным на продолжительное время, так как это приведет к повышенному разряду батарей. После проведения работ пробник необходимо отключить.

2.5 Работа модуля в сети LoRaWAN

2.5.1 Параметры работы в сети LoRaWAN представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Спецификация протокола	V1.0.2
Скорость передачи	DR0 (минимальная, ADR отключён)
Порт	60
AppEUI:	C3E1B3F24039C364
AppKey:	9F7B36B7FBC37DFF6A43AEBA10B27B16

2.5.2 Все пакеты, передаваемые от модуля к базовой станции, имеют тип «с подтверждением» («ConfirmedDataUp»). Пакеты, передаваемые от базовой станции на модуль должны иметь тип «без подтверждения» («UnconfirmedDataDown»).

2.5.3 Идентификатор устройства в сети LoRaWAN (DevEUI) нанесен на внешней стороне корпуса, а также записан в паспорте на датчик. Он должен совпадать со значением идентификатора в файле Config.txt.

2.5.3 Сведения о формате пакетов, представлении данных и алгоритмах работы содержатся в описании протокола LoRaWAN устройств Горизонт на сайте https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/.

3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1 Установка конфигурации и режима работы модуля

3.1.1 Конфигурация и режим работы модуля задаются в текстовом файле NConfig.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.

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

STATION = 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.

STATION = 1 - Модуль немедленно (при возникновении возможности) передает результаты проведенных измерений с отметкой времени на сервер через сеть LoRaWAN. В этом случае модуль должен быть подключен и авторизован базовой станцией LoRaWAN. В случае невозможности немедленной передачи на сервер, модуль буферизирует результаты и передает их на сервер позже, когда такая возможность представится. При передаче данных по сети LoRaWAN модуль также записывает их и в файл (файлы) CSV.

3.2 Установка основных параметров измерений

3.2.1 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.

3.2.2 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 8.

Таблица 8.

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.

3.2.3 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.

3.2.4 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).

3.2.5 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.

3.3 Установка параметров автономной регистрации

3.3.1 Способ группировки результатов измерений определяется параметром PERIOD_FILE в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9.

Значение PERIOD_FILE	Описание
1	Результаты группируются помесячно, 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

3.4 Установка параметров передачи по сети LoRaWAN

3.4.1 Параметр DEV_EUI задает уникальный идентификатор устройства, установленный изготовителем. Менять его не следует.

3.4.2 Параметр LINK_PERIOD задает период связи устройства с базовой станцией в минутах. Обычно значение этого параметра равно значению параметра MEAS_PERIOD (в этом случае результаты каждого измерения передаются на сервер немедленно), но может быть установлено и большим, это помогает удлинить срок службы батарей. Например, период измерений может быть установлен 60 мин, а период связи - 360 мин; в этом случае устройство каждые 6 часов будет передавать результаты 6 измерений, сделанных за последние 6 часов с часовым интервалом. Устанавливать значение LINK_PERIOD меньшим периода измерения не имеет смысла и трактуется как ошибка конфигурации.

3.4.3 Параметры JOIN_MAX, TR_MAX, TR_DELAY определяют поведение устройства в сети LoRaWAN в соответствии с таблицей 10. Менять их без консультации с изготовителем не следует.

Таблица 10.

Параметр	Описание
JOIN_MAX	Максимальное количество безуспешных попыток регистрации устройства на базовой станции в одном сеансе связи.
TR_MAX	Максимальное количество безуспешных попыток передачи сообщения на базовую станцию в одном сеансе связи.
TR_DELAY	Максимальная задержка в секундах между передачами в сети LoRaWAN.

3.5 Синхронизация часов модуля

3.5.1 Собственные часы модуля питаются от встроенного независимого источника питания и модуль, как правило, поставляется с часами, уже синхронизированными с общемировым временем. Но в некоторых случаях может потребоваться установка верного времени часов модуля.

3.5.2 В режиме автономной регистрации (STATION=0) собственные часы модуля синхронизируются с помощью подключения компьютера, на котором должно быть установлено верное локальное время. Устройство создает файл SET_TIME.TXT на своем диске, необходимо открыть его любым редактором (например, Блокнот), сделать любое изменение и сохранить. Содержимое файла не имеет значения, модуль фиксирует время сохранения и ставит свои часы. Часы на компьютере должны быть в той же часовой зоне, которая установлена параметром TIME_ZONE.

3.5.3 В режиме работы в сети LoRaWAN синхронизация часов модуля осуществляется сервером автоматически, для этого сервер должен в ответ на запрос модуля послать пакет TIME с текущим временем. Дополнительные сведения об этом содержатся в описании протокола LoRaWAN на сайте https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/.

3.5.4 До того, как часы модуля не синхронизированы, он не выполняет измерений, не сохраняет их, и не передает пакетов данных на сервер.

4 ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1 Получение результатов через сеть LoRaWAN

4.1.1 Результаты измерений передаются на сервер через сеть LoRaWAN специальными пакетами данных с заданной при настройке модуля периодичностью. Полностью формат пакетов описан в протоколе LoRaWAN на сайте https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/.

4.1.2 Все пакеты данных снабжаются отметкой времени, соответствующей времени проведения измерения.

4.1.3 Все пакеты данных хранятся в очереди на передачу в энергонезависимой памяти, и при невозможности передачи в данный момент (из-за ошибки связи, отключения базовой станции и др.), будут переданы в следующую сессию связи. Периодичность сессий связи задается при настройке модуля.

4.1.4 Для передачи данных на сервер модуль должен быть зарегистрирован в сети LoRaWAN, об успешной регистрации свидетельствует зажигание индикатора Link синим цветом.

4.1.5 Никакие пакеты данных не будут передаваться модулем до синхронизации его собственных часов (от сервера или вручную с подключенного к модулю компьютера).

4.2 Получение результатов автономной регистрации

4.2.1 Результаты всех измерений в этом режиме последовательно записываются в файлы на диск устройства и могут быть считаны в любой момент при подключении компьютера через интерфейс USB.

4.2.2 Файлы данных имеют формат CSV, символом разделителя колонок является символ “;”. Формат пригоден для открытия программой Microsoft Excel (или другими электронными таблицами), а также для использования скриптом для внесения в какую-либо базу данных.

4.2.3 Результаты измерений записываются в файлы с именами вида

IN *ГГММДД*.CSV, где:

ГГММДД - год, месяц и день даты начала месяца или недели (в зависимости от параметр PERIOD_FILE).

4.2.4 Файлы данных содержат, как минимум, две колонки. Первая колонка всегда содержит дату и время проведения измерений, а последующие колонки - их результаты. Количество колонок с результатами измерений определяется типом подключенных датчиков и их количеством.

4.2.5 Если к модулю подключено несколько однотипных измерителей (за исключением термокос), то результаты их одномоментного измерения записываются в один файл в одну строку, с соответствующей

маркировкой колонок. Например, при подключении нескольких скважинных инклинометров (инклинометрической косы), результаты измерений будут маркированы X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3 итд.

4.2.6 Если к модулю подключено несколько термокос, то результаты каждой записываются отдельной строкой, а второй колонкой указывается адрес термокосы.

4.2.7 Первые две строки файла являются заголовком, где описаны подключенные датчики с их номерами и приведены единицы измерения для колонок данных.

4.2.8 Следует следить за размером свободного места на диске устройства, и при необходимости сохранять файлы данных на внешнем носителе и удалять с диска устройства. Следует также знать, что всего на диске может быть создано не более 512 файлов (ограничение файловой системы), поэтому при понедельной разбивке данных следует следить также за количеством файлов.

4.2.9 При исчерпании свободного места на диске старые файлы данных будут удаляться устройством автоматически и записываться «по кругу».

5 ДИАГНОСТИКА УСТРОЙСТВА

5.1 Помимо файлов данных модуль записывает на свой диск еще и файл LOG.TXT. В этот файл записываются ошибки, которые могут возникнуть при работе устройства, а также иные события о состоянии (например, напряжение батарейных блоков) устройства. Кроме того, в лог заносятся сведения о версии как самого модуля, так и подключенного датчика.

5.2 Следует время от времени открывать и просматривать файл лога (например, программой Блокнот) с целью анализа работы модуля. Особенно важно сделать это при проведении пуско-наладочных работ после подключения модуля.

5.3 Файл лога записывается устройством в любом режиме работы, в том числе и в режиме передачи данных на сервер по сети LoRaWAN.

6 ОБНОВЛЕНИЕ ПРОШИВКИ УСТРОЙСТВА

6.1 Для обновления версии прошивки устройства следует подключить его к компьютеру через интерфейс USB. После этого следует переписать новый файл прошивки (он может называться UniLora.enc или CUNet.enc в зависимости от исполнения устройства) в корневую папку на диске устройства. Если файл с таким именем уже существует на диске, следует его заменить новым. После этого нужно отключить кабель USB и дождаться погасания всех индикаторов устройства.

6.2 Чтобы убедиться, что обновление прошивки произошло успешно, следует вновь подключить кабель USB и открыть файл LOG.TXT (п.5.1). В конце файла будет запись об успешном выполнении прошивки, либо об ошибках, возникших при ее выполнении.

6.3 Обновление прошивки происходит только в случае, если номер новой прошивки больше уже установленной, в противном случае файл будет проигнорирован.

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1 Техническое обслуживание заключается в замене батарейных блоков по мере необходимости.
7.2 При разряде батарейных модулей до 15% первоначальной емкости (до напряжения 3.1В) батарейные блоки должны быть заменены.

8 ХРАНЕНИЕ

8.1 Хранение модулей без батарейных блоков может проводиться в неотапливаемом помещении при температуре от -40 °С до +50 °С. Батарейные блоки должны храниться при температуре +15+50°С.
8.2 Срок хранения модулей без батарейных блоков - не более 10 лет. Срок хранения батарейных блоков не более 5 лет, при этом каждый год хранения батарейный блок теряет до 10% своей емкости.

9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

9.1 Транспортирование модулей может производиться всеми видами транспорта без ограничения высоты.
9.2 При транспортировке модули должны находиться в транспортном режиме.
9.3 При транспортировке авиатранспортом батарейные блоки должны быть вставлены в модули сбора данных, груз должен сопровождаться с сертификатами безопасности на батареи, из которых собраны батарейные блоки (можно запросить в технической поддержке НТП «Горизонт-М»)