

**Измерители угла наклона
двухкоординатные
ИН-Д3 LoRaWAN
Руководство по эксплуатации
МПГТ 401262.15.00.00 РЭ**

Москва 2020г.

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-ДЗ с поддержкой протокола беспроводного обмена данными 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 29143-14, Свидетельство об утверждении типа (сертификат) RU.C.27.004.A №54287. Срок действия до 26 февраля 2019 г.

Изготовитель:

ООО «Научно-техническое производственное предприятие «Горизонт»

129926, Москва, 3-я Мытищинская, 16 стр. 14

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-Д3 360	ИН-Д3 720	ИН-Д3 1440	ИН-Д3 1800	ИН-Д3 3600	ИН-Д3 7200	ИН-Д3 10800	ИН-Д3 14400	ИН-Д3 21600	ИН-Д3 28800	ИН-Д3 36000	ИН-Д3 43200	ИН-Д3 57600
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, вызванная изменением температуры на 1°С, % от диапазона измерений										±0,005			
7	Температурный дрейф нуля, вызванный изменением температуры на 1°С, % 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, °										90 ±1			
11	Пылевлагозащищённость, степень пыле-влаго защиты,										IP65			
12	Протокол обмена данными										LoRaWAN Specification V1.0.2.			
13	Количество инклинометров, подключаемых к одной БС LoRaWAN										До 128			
14	Тип батарей										3.6В; Li-SOCI2 тип D			
15	Кол-во батарей										1 или 2 шт			

16	Возможность подключения внешних источников питания	Да
17	Тип антенны*	Встроенная или внешняя
18	Габаритные размеры измерителя	80x125
19	Габаритные размеры электронного блока (без антенны)	160x80x55
20	Масса измерителя (без батарей), кг	0,65

*Выбирается при заказе

1.3 Состав изделия и комплект поставки

1.3.1 Измерители выпускаются с встроенной или внешней антенной.

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

Таблица 2

Артикул	Описание
IND3-D0N-LoRa-XXXX	Измеритель угла наклона ИН-ДЗ, поддержка LoRaWAN, встроенная антенна
IND3-D1N-LoRa-XXXX	Измеритель угла наклона ИН-ДЗ, поддержка LoRaWAN, внешняя антенна

1.3.4 Измеритель состоит из корпуса измерителя и электронного блока

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

1.3.6 Комплектность поставки измерителя представлена в Таблице 3.

Таблица 3

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

* Поставляется один на партию.

** Для модификации с внешней антенной

1.3.7 Батареи не входят в комплект поставки и поставляются отдельно.

1.4 Принцип действия

1.4.1 Первичный преобразователь измерителя 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.

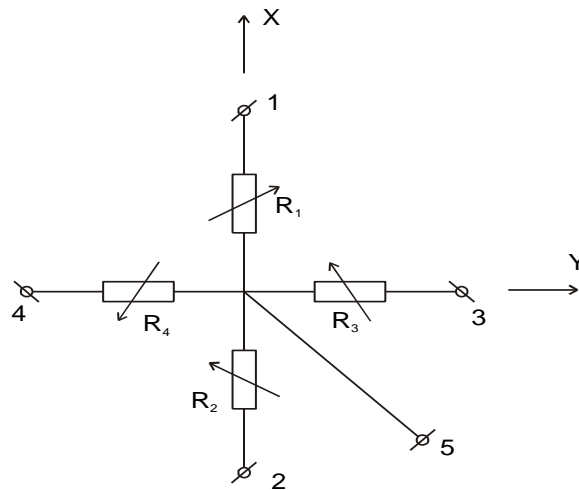


Рисунок 1. Эквивалентная электрическая цепь первичного преобразователя

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 по радиоканалу по протоколу LoRaWAN на базовую станцию.

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 Y. 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 Y. 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.

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

1.5.3 На горизонтальном участке корпуса измерителя н риски, соответствующие направлениям измерительных осей X и Y.

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

1.5.2.2 Пломбирование от несанкционированного доступа осуществляется 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 определяется количеством упакованных измерителей, в одну тару допускается упаковывать не более 5 измерителей.

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

2 Установка измерителя на объекте

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

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

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

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

2.4 Далее описывается последовательность монтажа при использовании монтажных платформ производства НТП «Горизонт».

2.4.1 Закрепите платформу на поверхности объекта с помощью болтов (на металл) или анкерных болтов или клевого анкера (на бетон).

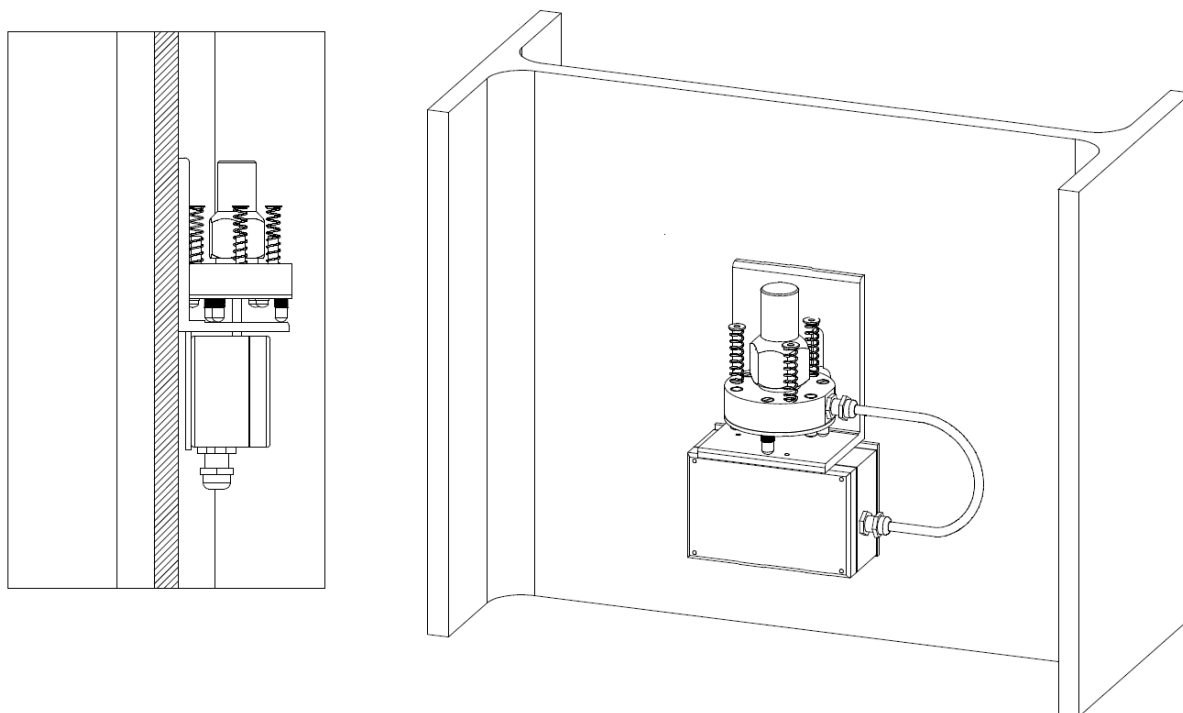


Рисунок 2. Схема установки измерителя на платформе

2.4.2 Установите измеритель на горизонтальной поверхности платформы. Вставьте в отверстия корпуса измерителя расположенные на окружности под углами 120° крепёжные винты с установленными на них пружинами и, вкручивая крепёжные винты, прижмите измеритель к поверхности платформы, как показано на рис.2. Ход пружины при сжатии должен составлять примерно половину её длины.

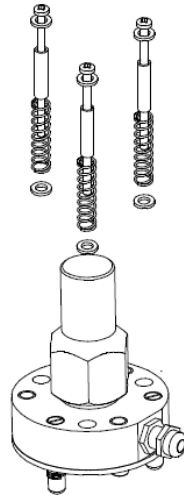


Рисунок 3. - Установка измерителя на объекте

Примечание: Длина опорных винтов измерителя позволяет устанавливать измеритель вертикально на платформе, если наклон платформы не превышает 13°.

2.4.3 Установите батареи, включите измеритель, подключите блок индикации АСИН. Более подробно порядок подключения и работы измерителя с блоком индикации изложен в п.3.

2.4.4 Вращая опорные винты, выведите измеритель в вертикальное положение, при котором показания не будут превышать 5% от диапазона.

Для
заказа:

IU_ASIN_LW Блок индикации АСИН

3. Подключение измерителя

3.1 Включение/выключения измерителя

3.1.1 Внешний вид платы электронного блока измерителя представлен на рисунке. 4



Рисунок 4. – Внешний вид платы электронного блока измерителя

3.1.2 Установите батареи, соблюдая полярность. Измеритель может работать от одной или двух батарей.

3.1.3 Для включения/выключения измерителя нажмите кнопку PWR на плате контроллера и удерживайте ее 6 секунд.

3.1.4 После включения измерителя загорится светодиод POWER, индицирующий состояние заряда батарей.

Цветоиндикация светодиода POWER	
Цвет	Состояние
Зеленый	Норма
Желтый	Заряд батареи ниже нормы, следует заменить батарею
Красный	Заряд батареи недостаточный для работы термокосы. Необходимо заменить батарею
Синий (мигает)	Включен режим депассивации батарей. Одновременно мигает светодиод Link зеленым цветом

3.1.5 После включения измерителя загорится светодиод LINK, индицирующий результаты самодиагностики и наличие связи с базовой станцией LoRaWAN.

Цветоиндикация светодиода LINK		
Цвет	Режим индикации	Состояние
Красный	Кратковременно, после включения	Самодиагностика не пройдена, нет связи с косой
Зеленый	Кратковременно, после включения	Самодиагностика успешно завершена, связь с косой установлена
Синий	Мигает	Идет подключение к базовой станции
Синий	Горит постоянно	Связь с базовой станцией установлена
Белый	Горит постоянно	После 10 попыток подключения связь с базовой станцией не установлена.
Белый	Мигает поочередно с светодиодом Power (белый)	Выполняется перезагрузка

3.1.6 Для экономии батарей светодиоды автоматически погаснут через 5 минут после включения измерителя. Для повторного включения светодиодов, кратковременно поднесите магнитный ключ в контактную зону магнитного реле.

3.2 Перезагрузка измерителя

3.2.1. Для перезагрузки измерителя выполните нажатие кнопки 3 секунды, затем пауза 3 секунды, затем снова удержание 3 секунды.

3.3 Депассивация батарей

3.3.1 Для ввода измерителя в режим депассивации батарей произведите 4-х кратное нажатие на кнопку, при этом прибор контроллер перезагрузится, выйдет на связь и начнёт депассивировать батарею.

3.4 Транспортный режим

3.4.1 В транспортном режиме измеритель не проводит измерений и не пытается установить связь с базовой станцией, расход энергии батарей в этом режиме практически отсутствует.

3.4.2 Для перехода в транспортный режим (выключения устройства) нажмите и удерживайте в течение 6 сек кнопку PWR.

3.4.3 Для выхода из транспортного режима (включения устройства) нажмите и удерживайте в течение 6 сек кнопку PWR. Зажигание индикаторов свидетельствует о выходе из транспортного режима.

3.5 Подключение блока индикации

3.5.1 Подключите шлейф блока индикации к разъему TEST.

3.5.2 Сразу после подключения блока индикации светодиоды погаснут, а блок индикации начнет показывать значение угла наклона по двум измерительным осям.

4. Настройка измерителя для работы с базовыми станциями LoRaWAN

4.1 Общие положения

4.1.1 Радиопередатчик измерителя работает как устройство LoRaWAN класса A. Это означает, что измеритель работает в режиме сверхнизкого энергопотребления. Данные, передаваемые от сервера на модем, будут переданы только после выхода модема на связь.

4.1.2 Версия спецификации протокола обмена- LoRaWAN Specification V1.0.2. Скорость передачи DR0 (минимальная, ADR отключён). Порт 60. Все пакеты, передаваемые от модема к базовой станции, за исключением TIME_RQ имеют тип «с подтверждением» («ConfirmedDataUp»). Пакеты, передаваемые от базовой станции на модем должны иметь тип «без подтверждения» («UnconfirmedDataDown»).

4.1.3 Идентификатор устройства LoRaWAN DevEUI нанесен на внутренней стороне корпуса электронного блока, а также записан в паспорте на измеритель. Идентификатор приложения и ключ приложения представлен ниже:

AppEUI:	C3E1B3F24039C364
AppKey:	9F7B36B7FBC37DFF6A43AEBA10B27B16

4.2 Режим инициализации связи

4.2.1 При включении измерителя начинается процесс подключения к базовой станции с авторизацией OTAA. Также запускается процесс измерения. В случае успешной авторизации, устройство выполняет синхронизацию встроенных часов, отправляет информацию о своём состоянии и переходит в рабочий режим.

4.2.2 Если авторизация не удалась, то через случайные промежутки времени в течении 5 минут выполняется 10 попыток. Если за 10 попыток авторизация не удалась, модем сохраняет измеренные значения во внутреннюю память, останавливает процесс измерения и переходит в режим пониженного энергопотребления на 1 час. Спустя указанное время процесс инициализации повторяется.

4.3 Режим передачи данных

4.3.1 С настраиваемым интервалом времени измерений **MP** (заводские настройки – 1 час) измеритель производит измерения длительностью **MT** (заводские настройки – 15 секунд). По прошествии этого времени среднее значение записывается в конец буфера (51 байт) для последующей передачи на базовую станцию.

4.3.2 С настраиваемым пользователем интервалом времени **LP** (заводские настройки – 1 час) измеритель выполняет сеанс передачи данных на базовую станцию. Передача измеренных данных осуществляется пакетами данных DATA. Данные для передачи измерений забираются из начала буфера (сначала ранние).

4.3.3 После отправки пакета и получения подтверждения приема данных базовой станции переданные данные из буфера удаляются. Сеанс связи заканчивается после отправки всех накопленных в буфере данных и его очистки.

4.3.4 В случае, если модем не получает подтверждения приёма пакета базовой станцией, выполняется 3 попытки отправки с произвольным интервалом времени не более 1 минуты. Если модему не удалось отправить пакет с данными 3 раза подряд, модем переходит в режим инициализации.

5. Протокол обмена данными с базовой станцией LoRaWAN

5.1 Порядок обмена пакетами данных между измерителями и сервером LoRaWAN, формат пакетов данных описан в документе «Протокол взаимодействия устройств Горизонт по сети LoRaWAN, XNB», доступном для загрузки на сайте <https://ntpgorizont.ru> в разделе <Библиотека/Документация на изделия/Инклинометры>.

6. Энергопотребление измерителя

6.1 Измеритель разработан для длительной работы от одной или двух батарей типа Li-SOCI2 тип D.

6.2 Время работы от батарей зависит от настраиваемых параметров интервала между измерениями MP, интервала между сеансами передачи данных LP, а также длительности измерений MT.

6.3 Таблица времени работы от 2-х батарей для различных параметров MP и LP для MT=15 секунд представлена ниже.

Батарея типа D - 2 шт.		Период между измерениями MP					
		2 часа	1 час	30 минут	15 минут	5 минут	1 минута
Период между сеансами связи LP	2 часа	104 мес.	61 мес.	2 года 7 мес.	12 мес.	6 мес.	1,5 мес.
	1 час		53 мес.	2 года 1 мес.	14 мес.	5 мес.	1 мес.
	30 минут			1 год 7 мес.	14 мес.	5 мес.	1 мес.
	15 минут				13 мес.	5 мес.	1 мес.
	5 минут					4 мес.	1 мес.

7. Перепрошивка устройства

7.1 Измерители - это электронные устройства, поставляемые с собственным программным обеспечением, записываемым в встроенную память. При поставке измерителей устанавливается последняя на момент выпуска версия встраиваемого программного обеспечения (прошивки).

7.2 Для модификаций измерителей с поддержкой LoRaWAN возможно обновление встроенного программного обеспечения в период эксплуатации.

ВНИМАНИЕ: НТП «Горизонт» не может гарантировать обратную совместимость прошивок измерителей с программным обеспечением сервера сбора данных. Для проверки обратной совместимости версий прошивки с программным обеспечением сервера сбора данных необходимо обратиться к поставщику серверного программного обеспечения

7.3 Порядок процедуры обновления прошивки представлен в документе «Порядок обновления прошивки устройств с поддержкой LoRaWAN» размещен на сайте <https://ntpgorizont.ru> в разделе <Библиотека/Встроенное ПО/Общие документы>.

7.4 Актуальные версии прошивок выкладываются на сайте <https://ntpgorizont.ru> в разделе <Библиотека/Встроенное ПО/Инклинометры IND3-DxN-LW / Прошивки>.

7.5 Необходимое программное обеспечение для проведения прошивки выкладывается на <https://ntpgorizont.ru> в разделе <Библиотека/Встроенное ПО/ Инклинометры IND3-DxN-LW/ Программное обеспечение для прошивки>.

8. Техническое обслуживание

8.1 Техническое обслуживание измерителя не требуется.

9. Поверка измерителя.

9.1 Значение межповерочного интервала (МПИ) измерителей – 1 год.

9.2 Поверка осуществляется в соответствии с документом МПГТ 401262.03.00.00 МП «Измерители угла наклона двухкоординатные ИН-ДЗ. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 04.03.2014г.

10. Хранение

10.1 Хранение измерителя может проводиться в неотапливаемом помещении при температуре от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$ с относительной влажностью не более 70%.

10.2 Срок хранения - не более 10 лет.

11. Транспортирование

11.1 Транспортирование измерителя может производиться всеми видами транспорта без ограничения высоты.

