

**Датчик перемещений CMG-D01-XXX-LoRa  
Руководство по эксплуатации  
МПГТ 4111618.021РЭ**

**Изготовитель:**

**Общество с ограниченной ответственностью «Научно-техническое производственное предприятие «Горизонт» (ООО «НТП «Горизонт»),**

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

**Тел/факс +7(495) 909-1284**

**E-mail: [info@ntpgorizont.ru](mailto:info@ntpgorizont.ru), сайт [www.ntpgorizont.ru](http://www.ntpgorizont.ru)**

Настоящий документ является Руководством по эксплуатации (далее - Руководство) датчиков перемещения CMG-D01-XXX-LoRa (далее – «датчиков» или «CMG»).

Руководство содержит описание датчика, принцип его работы, технические данные и другие сведения, необходимые для обеспечения правильной установки и эксплуатации.

Перед началом эксплуатации датчиков следует внимательно изучить настоящее Руководство.

## 1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

### 1.1 Назначение датчиков

Датчики перемещений CMG предназначены для измерений перемещений в системах мониторинга строительных конструкций.

### 1.2 Область применения датчиков

- длительный мониторинг раскрытия трещин
- длительный мониторинг раскрытия деформационных швов

### 1.3 Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений перемещения, мм	10/25/50/100/150/250/300
Предел допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений перемещений, %	±0,1
Предел допускаемой полной погрешности измерений температуры, °C	±0,5
Тип выходного сигнала	цифровой
Степень пылевлагозащиты	IP68
Термокомпенсация	Есть
Цифровой выход	LoRaWAN 868МГц Specification V1.0.2
Диапазон рабочих температур, °C	От -40 до +60
Питание	От батарей LiCoCl2 Тип D 2 шт.
Габаритные размеры датчика (длина × диаметр), мм, не более	(L+170) × D18, где L - диапазон измерений
Габаритные размеры электронного блока (без антенны)	160x80x55
Масса без батарей, кг, не более	0,7

### 1.4 Состав изделия и комплект поставки

1.4.1 Датчики деформации выпускаются в следующих модификациях:

Таблица 2

Модификация	Описание
CMG-D01-250-LoRaWAN	Датчик перемещений цифровой. Радиоинтерфейс LoRaWAN. Диапазон 25мм. Степень защиты IP65.
CMG-D01-500-LoRaWAN	Датчик перемещений цифровой. Радиоинтерфейс LoRaWAN. Диапазон 50мм. Степень защиты IP65.
CMG-D01-1000-LoRaWAN	Датчик перемещений цифровой. Радиоинтерфейс LoRaWAN. Диапазон 100мм. Степень защиты IP65.
CMG-D01-1500-LoRaWAN	Датчик перемещений цифровой. Радиоинтерфейс LoRaWAN. Диапазон 150мм. Степень защиты IP65.
CMG-D01-2500-LoRaWAN	Датчик перемещений цифровой. Радиоинтерфейс LoRaWAN. Диапазон 250мм. Степень защиты IP65.
CMG-D01-3000-LoRaWAN	Датчик перемещений цифровой. Радиоинтерфейс LoRaWAN. Диапазон 300мм. Степень защиты IP65.

1.4.2 Модификации отличаются комплектом поставки, представленным в Таблице 3.

Таблица 3

№ пп	Описание	Наименования	Количество
	Комплект поставки датчик перемещений CMG		
1.	Датчик перемещений	CMG-D01-XXX-LoRa	1
2.	Кронштейн шаровой		2
3.	Магнитный ключ		1*
4.	Паспорт	МПГТ 4111618.021ПС	1
5.	Руководство по эксплуатации	МПГТ 4111618.021РЭ	1*

\* Поставляется один на партию

### 1.5 Внешний вид датчика, маркировка

1.5.1 Внешний вид датчика представлен на рисунке 1.



Рис.1 Внешний вид датчика CMG

1.5.2 Маркировка выполняется методом нанесения гравировки на корпусе датчика и наклейкой на корпусе электронного блока.

1.5.3 Маркировка датчика содержит наименование организации-производителя, модель и заводской номер датчика.

## 2. УСТАНОВКА ДАТЧИКА

### 2.1 Проверка датчика перед установкой

2.1.1 Перед началом установки необходимо убедиться в работоспособности датчика.

2.1.2 Для этого нужно подключить Блок индикации АСИН к разъему <Test> на нижней плате электронного блока.

**Для установки датчика деформации с цифровым выходом на объекте, рекомендуем использовать блок индикации АСИН производства НТП «Горизонт»**

**Для  
заказа:**

IU\_ASIN

Блок индикации АСИН\_LoRa

2.1.3 Перемещение штока датчика должно вызывать изменение показаний на блоке индикации

2.2 Установка датчика CMG на бетонную поверхность

2.2.1 Крепление датчика осуществляется на шпильки, анкер-болты или другие крепежные элементы с резьбой М5, монтируемые на клеевой анкер или анкер-болт М5.

2.2.2 Разметку места сверления отверстия под шпильку произвести из расчета того, что при закреплении датчика на шпильках шток датчика должен находиться примерно в центре диапазона. Центр диапазона обозначен точкой, выгравированной на штоке.

## 3. Подключение датчика

### 3.1 Включение/выключения датчика

3.1.1 Внешний вид платы электронного блока датчика представлен на рисунке. 3



Рисунок 3. – Внешний вид платы электронного блока датчика

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

3.1.3 Для включения/выключения датчика поднесите магнитный ключ, поставляемый в комплекте с датчиком в контактную зону магнитному реле на 3-5 секунд.

3.1.4 После включения датчика 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 датчика. Необходимо заменить батарею

3.1.5 После датчика 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
Зеленый	Кратковременно, после включения	Самодиагностика успешно завершена
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.

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

### 3.2 Перезагрузка датчика

3.2.1 Для перезагрузки датчика выполните следующую последовательность действий:

Поднесите в контактную зону магнитного реле магнитный ключ на 3 секунды, уберите на 3 секунды магнитный ключ, повторно поднесите магнитный ключ.

3.2.2 После приема команды светодиоды POWER и LINK начнут мигать, сигнализируя прием команды и начало перезагрузки.

### 3.3 Подключение блока индикации

3.3.1 Подключите шлейф блока индикации к разъему TEST.

3.3.2 Сразу после подключения блока индикации светодиоды погаснут, а блок индикации начнет показывать значение угла перемещения и температуры.

## 4. Настройка датчика для работы с базовыми станциями LoRaWAN

### 4.1 Общие положения

4.1.1 Радиопередатчик датчика работает как устройство LoRaWAN класса A. Это означает, что датчик 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 внешней 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 датчика 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) датчик производит измерения длительностью **MT** (заводские настройки – 15 секунд). По прошествии этого времени среднее значение записывается в конец буфера (51байт) для последующей передачи на базовую станцию.

4.3.2 С настраиваемым пользователем интервалом времени **LP** (заводские настройки – 1 час) датчик выполняет сеанс передачи данных на базовую станцию. Передача измеренных данных осуществляется пакетами данных DATA\_L. 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.

4.3.5 Также раз в сутки передаётся системная информация: пакет INFO.

## 5. Энергопотребление датчика

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

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

5.3 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.	31 мес.	12 мес.	6 мес.	1,5 мес.
	1 час		53 мес.	25 мес.	14 мес.	5 мес.	1 мес.
	30 минут			19 мес.	14 мес.	5 мес.	1 мес.
	15 минут				13 мес.	5 мес.	1 мес.

	5 минут					4 мес.	1 мес.
--	---------	--	--	--	--	--------	--------

## **7 Техническое обслуживание**

Технического обслуживания датчика не требуется.

## **8 Хранение**

8.1 Хранение измерителя может проводиться в неотапливаемом помещении при температуре от – 50°С до +50°С с относительной влажностью не более 70%.

8.2 Срок хранения - не более 10 лет.

## **9 Транспортирование**

9.1 Транспортирование датчика может производиться всеми видами транспорта без ограничения высоты.

**Формат пакетов**

Пакеты от модема к серверу.

**Пакет DATA (Id=0x01).** Модем передаёт измеренные инклинометром значения на сервер.

Id	Num	UTS	X	Y	Temp	UTS...
----	-----	-----	---	---	------	--------

1. Id - Тип пакета (1 байт)
2. Num - Количество результатов в пакете (1 байт) от 1 до 3
3. UTS – Время измерения в формате UnixTimeStamp (тип uint32 - 4 байта)
4. X – Показания инклинометра по оси X (тип float - 4 байта)
5. Y – Показания инклинометра по оси Y (тип float - 4 байта)
6. Temp – Показания датчика температуры инклинометра, умноженные на 10 (тип int16 – 2 байта). Пример: 16.2 °C = 162.
7. UTS... – Данные следующего измерения: UTS X Y T. Всего в пакете (51 байт) может быть не более трёх измерений

**Пример:** 01015EBB6C0FBE5400003F8A800000A2

1. Id = 1
2. Num = 1
3. UTS = 1589341199 (13 мая 2020 03:39:59)
4. X = -0.20703 (угловые минуты)
5. Y = 1.08203 (угловые минуты)
6. Temp = 162 (16.2 °C)

**Пакет INFO (Id=0x02).** Этот пакет передаётся раз в сутки и при подключении после подачи питания.

Id	Vcc	P	Num	E	N1	N2	N3	Rs
----	-----	---	-----	---	----	----	----	----

1. Id - Тип пакета (1 байт)
2. Vcc – напряжение батареи (тип float – 4 байта)
3. P – Заряд батареи в процентах (1 байт)
4. Num – Количество неотправленных измерений (1 байт) (до 255 измерений)
5. E – Ошибка. 0 – нет ошибок, 1 - нет связи с инклинометром (1 байт)
6. N1 – Количество неудачных попыток установить связь (1 байт)
7. N2 – Количество повторных отправок пакетов за сутки (1 байт)
8. N3 – Количество перезагрузок за сутки (1 байт)
9. Rs – Средний уровень сигнала за сутки в dBm (int16 – 2 байта)

**Пакет TIME\_RQ (Id=0x03).** Этот пакет передаётся при подключении после подачи питания и раз в неделю. На этот запрос сервер должен ответить пакетом **TIME**.

Пакет состоит из одного байта, равен 0x03.

Id
----

1. Id – Тип пакета (1 байт)

**Пакет SETTINGS (Id=0x04).** Настройки модема. Отправляется при подключении после подачи питания и в ответ на соответствующий запрос от сервера как подтверждение применения новых настроек.

Id	MP	MT	LP	N1	N2	Dly
----	----	----	----	----	----	-----

1. Id – Тип пакета (1 байт)
2. MP – Период измерений в минутах (uint16 – 2 байта)
3. MT – Время измерения в секундах (uint16 – 2 байта)
4. LP – Период выхода на связь в минутах (uint16 – 2 байта).
5. Num1 – Количество попыток авторизации перед уходом в спящий режим (1 байт)
6. Num2 – Количество попыток передачи пакета перед переходом из рабочего режима в режим инициализации (1 байт)
7. Dly – максимальное время между попытками повторной отправки в секундах (2 байта)

Пакеты от сервера к модему.

**Пакет TIME (Id=0x03).** Пакет установки времени в модеме.

Id	UTS
----	-----



1. **Id** – Тип пакета (1 байт)
2. **UTS** – Время в формате UnixTimeStamp (тип uint32 – 4 байта)

**Пакет SETTINGS (Id=0x04). Настройки модема.**

<b>Id</b>	<b>MP</b>	<b>MT</b>	<b>LP</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>Dly</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

8. **Id** – Тип пакета (1 байт)
9. **MP** – Период измерений в минутах (uint16 – 2 байта)
10. **MT** – Время измерения в секундах (uint16 – 2 байта)
11. **LP** – Период выхода на связь в минутах (uint16 – 2 байта).
12. **Num1** – Количество попыток авторизации перед уходом в спящий режим (1 байт)
13. **Num2** – Количество попыток передачи пакета перед переходом из рабочего режима в режим инициализации (1 байт)
14. **Dly** – максимальное время между попытками повторной отправки в секундах (2 байта)

**Пример декодера показаний инклинометра на JavaScript**

```

function Decoder(bytes, port) {
  // Decode an uplink message from a buffer
  // (array) of bytes to an object of fields.
  var decoded = {};

  if (port === 60)
  {
    raw_angx = (bytes[9] | (bytes[8] << 8) | (bytes[7] << 16) | (bytes[6] << 24));
    decoded.AngleX = sflt324f(raw_angx);
    raw_angy = (bytes[13] | (bytes[12] << 8) | (bytes[11] << 16) | (bytes[10] << 24));
    decoded.AngleY = sflt324f(raw_angy);
  }
  return decoded;
}

function sflt324f(rawSflt32)
{
  rawSflt32 &= 0xFFFFFFFF;

  // special case minus zero:
  if (rawSflt32 == 0x80000000)
    return -0.0;

  // extract the sign.
  var sSign = ((rawSflt32 & 0x80000000) !== 0) ? -1 : 1;

  // extract the exponent
  var exp1 = (rawSflt32 >> 23) & 0xFF;

  // extract the "mantissa" (the fractional part)
  var mant1 = (rawSflt32 & 0x7FFFFFFF) / 8388608.0+1;//2048.0;

  // convert back to a floating point number. We hope
  // that Math.pow(2, k) is handled efficiently by
  // the JS interpreter! If this is time critical code,
  // you can replace by a suitable shift and divide.
  var f_unscaled = sSign * mant1 * Math.pow(2, exp1 - 127);

  return f_unscaled;
}

```