



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВИБРОБИТ»

26.51.66.190

УТВЕРЖДАЮ



Директор ООО НПП «ВИБРОБИТ»

 Добряков А.Г.

«13» августа 2024 г.

Датчик уклона
S170C

Руководство по эксплуатации

ВШПА.421412.410.490 РЭ

Включен в Госреестр средств измерений России под № _____

г. Ростов-на-Дону
2024 г.

ООО НПП «ВИБРОБИТ»

344092, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Капустина, д.8а, а/я 53

Тел.: +7 863 218-24-75, +7 863 218-24-78

info@vibrobit.ru

www.vibrobit.ru

Содержание

1	Описание и работа.....	5
1.1	Назначение Датчика	5
1.2	Комплектность.....	5
1.3	Технические данные и характеристики.....	6
1.4	Устройство и работа Датчика.....	7
1.5	Маркировка.....	8
1.6	Упаковка.....	9
2	Использование по назначению.....	9
2.1	Порядок установки и монтажа.....	9
2.2	Порядок работы.....	11
3	Техническое обслуживание.....	20
3.1	Техническое обслуживание.....	20
3.2	Текущий ремонт.....	21
4	Поверка.....	22
5	Транспортирование и хранение.....	22
5.1	Транспортирование.....	22
5.2	Хранение.....	22
5.3	Гарантии изготовителя.....	22
5.4	Утилизация.....	23
	Приложение А.....	24

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления пользователей (потребителей) с назначением, построением, основными принципами работы, техническими характеристиками, конструкцией, правилами монтажа, эксплуатации, технического обслуживания и проверки датчика уклона S170C.

Дополнительные сведения о датчике уклона S170C указаны в паспорте или формуляре.

Предприятие ООО НПП «ВИБРОБИТ» оставляет за собой право замены отдельных деталей и комплектующих изделий без ухудшения технических характеристик датчика уклона S170C.

1 Описание и работа

1.1 Назначение Датчика

Датчик уклона S170C (далее по тексту - Датчик) предназначен для прецизионного измерения абсолютного наклона деталей и узлов промышленного оборудования и конструкций.

Для реализации каналов измерения угла наклона поверхностей в автоматизированных системах контроля вибрации и механических величин (АСКВМ) Датчик может быть подключен по унифицированному токовому выходу от 0 до 20 мА к различной контрольно-измерительной аппаратуре:

- «Вибробит 300», ТУ 4277–003–27172678–12;
- «Вибробит 400», ВШПА.421412.400.001 ТУ;
- «Вибробит 500», ВШПА.421412.501.001 ТУ;
- другой контрольно-измерительной аппаратуре с нормированными метрологическими характеристиками.

Поставка Датчика осуществляется как самостоятельно, так и в составе программно-технических комплексов АСКВМ.

1.2 Комплектность

Датчик состоит из измерительной части и герметичного разъема, соединённых кабелем. Подключение Датчика осуществляется при помощи кабеля удлинительного КУ4 или кабеля удлинительного КУ5. Датчик поставляется с комплектом крепежа и эксплуатационной документацией.

Комплектность Датчика приведена в таблице 1:

Таблица 1 - Комплектность Датчика

Наименование	Назначение	Количество
Датчик уклона S170C ВШПА.421412.410.490		1
Комплект крепежа Датчика S170C ВШПА.421412.410.490.10	Установка Датчика на объекте	1
Эксплуатационная документация		
Руководство по эксплуатации ВШПА.421412.410.490 РЭ	-	1
Паспорт ВШПА.421412.410.490 ПС или Формуляр ВШПА.421412.410.490 ФО		1
Методика поверки ВШПА.421412.410.490 МП		1
Комплект: Конвертер интерфейсов LMU400.001; Диск с ПО ModuleConfigurator *	Настройка нулевого положения Датчика по месту установки	1
Транспортировочная упаковка		1
* Поставляется при использовании функционала электронного сброса нулевого положения Датчика		

1.3 Технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики Датчика приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные технические данные и характеристики Датчика

Наименование параметра	Норма
Диапазоны измерения наклона (S), мм/м	$\pm 2,0$; $\pm 5,0^*$
Выходной сигнал (от и до включ.), мА	от 0 до 20
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону погрешности измерения, %	$\pm 2,5$
Номинальное значение коэффициента преобразования (Kn), мА•м/мм	I/S**
Пределы отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %	$\pm 2,5$
Пределы нелинейности амплитудной характеристики, %	$\pm 2,5$
Диапазон рабочей температуры окружающей среды (от и до включ.), °C:	-40...+120
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону погрешности измерения в диапазоне рабочих температур, %	$\pm 5,0$
Пределы допускаемой дополнительной приведённой к диапазону погрешности измерения вызванной влиянием относительной влажности, %	$\pm 1,0$
Пределы допускаемой дополнительной приведённой к диапазону погрешности измерения, вызванной влиянием переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Гц), %	$\pm 0,5$
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	$\pm 5,0$
Напряжение питания, В	+(18 - 36)
Ток потребления, мА, не более	45
Сопротивление нагрузки, Ом, не более	525
Габаритные размеры, мм:	64X48X26
Длина Датчика с кабелем, мм	420
Масса Датчика с кабелем, кг, не более	0,3
*Диапазон измерения может находиться в пределах от $\pm 2,0$ до $\pm 5,0$ мм/м с шагом 0,1 мм/м	
** I – диапазон тока унифицированного токового сигнала, S – диапазон измерения	

- Датчик сохраняет свои характеристики при воздействии переменного магнитного поля сетевой частоты (50 или 60 Гц) напряженностью до 400 А/м.
- Датчик сохраняет свои характеристики при относительной влажности до 90 % и температуре плюс 25 °C (и ниже) без конденсации влаги.
- Датчик сохраняет свои характеристики в диапазоне атмосферного давления от 630 до 800 мм рт.ст.
- Время готовности (прогрева) Датчика не более 3 минут, режим работы – непрерывный.
- Степень защиты по ГОСТ 14254 Датчика IP67.
- Консервация Датчика при длительном хранении не требуется. Длительное хранение Датчика производится в упакованном виде, желательно в таре предприятия, в отапливаемых помещениях с условиями 1 (Л) по ГОСТ 15150.
- Средняя наработка на отказ T_{α} , часов, не менее (расчетное) 100 000.
- Срок службы Датчика 10 лет. При поставке на объекты использования атомной энергии – не менее 15 лет.

1.4 Устройство и работа Датчика

1.4.1 Описание конструкции

Корпус Датчика имеет прямоугольную форму, по краям корпуса симметрично расположены четыре крепёжных отверстия и четыре резьбовых отверстия для регулировочных винтов. Материал корпуса — сталь с защитным покрытием. Корпус Датчика обеспечивает жёсткость конструкции и защиту электронной части как от механических воздействий, так от влаги и пыли (степень защиты - IP67). Подключение датчика осуществляется при помощи защищённого кабеля и герметичного соединительного разъёма. В зависимости от исполнения кабель может быть защищён металлорукавом или металлической оплёткой из нержавеющей стали. В обоих исполнениях кабель Датчика обладает маслостойкостью. Внутри корпуса Датчика размещена печатная плата с электронной схемой. Внешний вид, размеры и назначение контактов соединительного разъёма приведены на рис. 1.

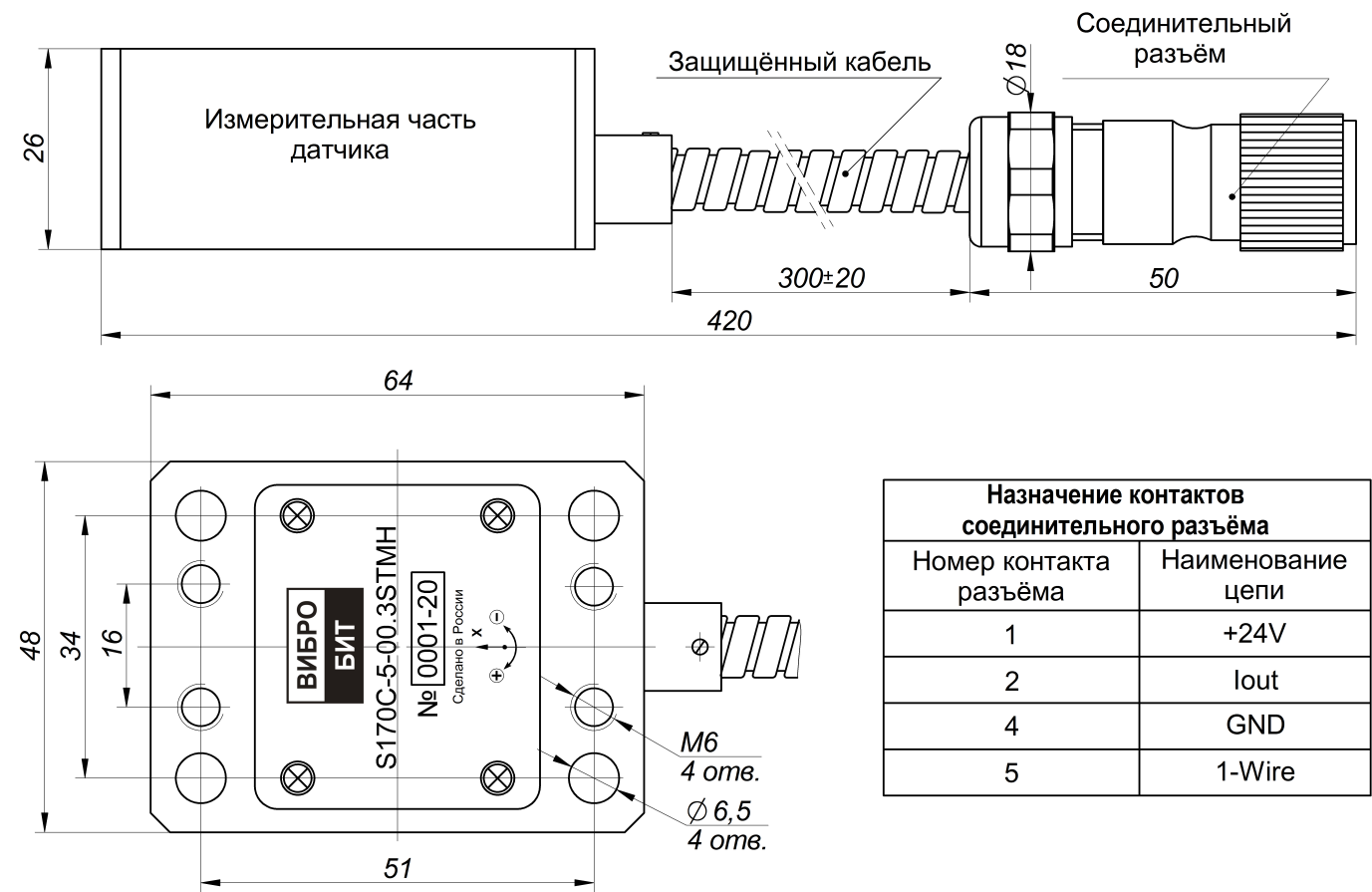


Рис. 1 — Внешний вид Датчика*

* На рисунке изображён кабель Датчика, защищённый металлорукавом (также предусмотрены исполнения Датчика с защитой кабеля оплёткой из нержавеющей стали)

При эксплуатации Датчика герметичный разъём должен быть соединён с ответной частью на кабеле удлинителем (КУ) для обеспечения герметичного соединения, защищённого от влаги и пыли. Возможные используемые типы кабелей удлинителей: КУ4, КУ5, КУ6 производства ООО НПП «Вибробит».

1.4.2 Принцип работы

Датчик разработан на основе высокочувствительной прецизионной интегральной микросхемы измерения статического ускорения, выполненной по технологии MEMS. На аналоговом выходе микросхема формирует

напряжение, пропорциональное углу наклона в плоскости измерения. Напряжение с аналогового выхода микросхемы поступает на 24-х разрядный АЦП и после цифро-аналогового преобразования проходит обработку на высокопроизводительном микроконтроллере. Обработанный сигнал посредством ЦАП и выходного каскада преобразуется в унифицированный токовый сигнал от 0 до 20 мА. Также в составе интегральной измерительной микросхемы имеется встроенный Датчик температуры, используемый для программной компенсации влияния температуры окружающей среды.

Связь с микроконтроллером Датчика, настройка параметров работы, а также регулировка обеспечивается при помощи однопроводного интерфейса 1-Wire.

Все входные цепи Датчика имеют защиту от неправильного подключения и импульсных помех в линиях связи.

Структурная схема Датчика представлена на рисунке 2.

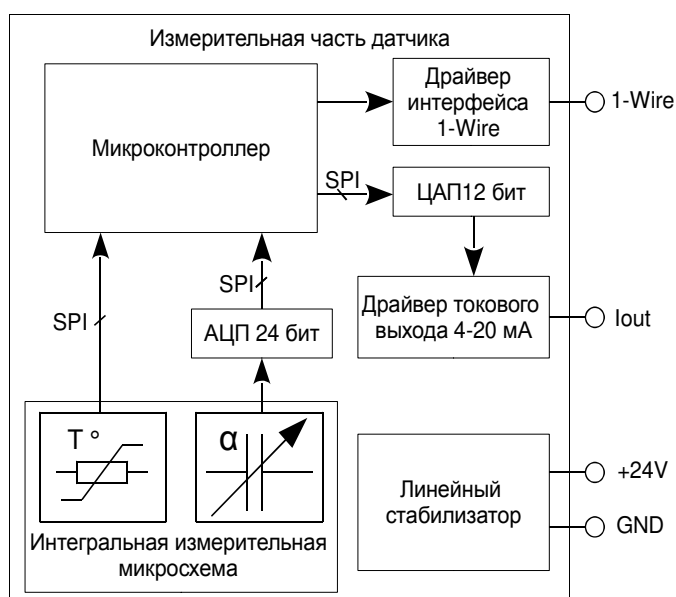


Рис. 2 Структурная схема Датчика

1.5 Маркировка

Маркировка наносится на крышку корпуса Датчика.

Маркировка содержит:

- сокращенное юридическое наименование предприятия («ВИБРОБИТ»);
- тип (условное обозначение) Датчика;
- значение диапазона измерения, мм/м;
- заводской номер и год выпуска;

Способ нанесения маркировки определяется условиями эксплуатации и указывается в конструкторской документации.

Способ нанесения маркировки обеспечивает ее сохранность при длительной эксплуатации.

Знак утверждения типа наносится на технической документации (руководство по эксплуатации, формуляр, паспорт).

1.6 Упаковка

- Датчики упаковываются в коробки из гофрированного картона;
- Датчики в упаковке запаковываются в ящики, изготовленные по чертежам предприятия-изготовителя. Внутренние поверхности тары выстилаются водонепроницаемой бумагой; Свободный объем в ящике заполняется амортизационными материалами;
- Эксплуатационная документация упаковывается в чехлы из полиэтиленовой пленки.

2 Использование по назначению

2.1 Порядок установки и монтажа

2.1.1 При выполнении работ по установке и монтажу Датчика необходимо руководствоваться ПУЭ («Правила устройства электроустановок»), ПОТРМ-016-2001 РД153-34.0-03.150-00 («Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»), ПТЭЭП («Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей») и настоящим руководством по эксплуатации.

2.1.2 В месте установки на объект Датчик не должен быть подвержен механическим воздействиям, способным создавать помехи измерениям и наносить повреждения Датчику. Если установка не предполагает подстройку положения регулировочными винтами (п. 2.1.8), основание корпуса Датчика должно плотно, без зазоров соприкасаться с контрольной плоскостью объекта. Для этого место под установку должно быть соответственно обработано. Шероховатость места установки должна соответствовать значению Ra12. Не допускается прямого попадания струй воды и масла на поверхность Датчика или кабеля во время работы.

2.1.3 Установку Датчика по месту контроля угла наклона поверхности следует выполнять в соответствии с маркировкой, указанной на Датчике. Знаками (+) и (-) показана пропорциональность изменения выходного сигнала в соответствии с изменением угла наклона плоскости вдоль оси, ортогональной оси X, указанной на корпусе Датчика.

2.1.4 Датчик крепится при помощи четырёх болтов М6, затяжка которых должна проводиться равномерно. Разъём подключения Датчика и ответную часть разъёма на кабеле удлинительном необходимо зафиксировать при помощи скоб из комплекта крепежа. Монтаж разъёмного соединения возможен также при помощи специализированных коробок КР50.1.

Подключение Датчика осуществляется при помощи кабеля удлинительного (КУ4, КУ5, или КУ6). Кабель удлинительный подключается к Датчику посредством герметичного разъёма ST1211/P6 (ответная часть к разъёму Датчика ST1210/S6). Со стороны контрольно-измерительной аппаратуры кабель удлинительный подключается к клеммной колодке с соответствующими контактами.

Назначение контактов кабелей удлинительных КУ4, КУ5, КУ6 представлено в таблице 3.

Таблица 3 — Назначение контактов кабелей удлинительных КУ4, КУ5, КУ6

Нумерация электрических цепей кабелей удлинительных КУ4, КУ5, КУ6 соответствующие контактам разъёма ST1211/P6	
Номера контактов разъёма ST1211/P6	Номера цепей*
1	1
2	2
4	4
5	5
6	6
*Номера цепей нанесены на бирках, установленных на проводниках кабеля. **При использовании кабеля удлинительного с датчиками разных типов, используются только те цепи, которые реализованы для данного типа датчиков.	

2.1.5 В качестве контрольно-измерительной аппаратуры рекомендуется использовать приборы из серии Вибробит 300, Вибробит 400, Вибробит 500, а также другие подходящие преобразователи, работающие с унифицированным токовым сигналом от 0 до 20 мА (в зависимости от диапазона унифицированного токового сигнала) и имеющие выход напряжения питания +24 В.

2.1.6 *Начальное смещение угла наклона при установке Датчика в рабочее положение может быть скомпенсировано двумя способами. Первый способ — путём цифровой подстройки по интерфейсу 1-wire с применением конвертера интерфейсов LMU400.001 и ПО ModuleConfigurator. Второй способ — механическая настройка при помощи регулировочных винтов.*

2.1.7 Регулировочные винты применяются в случае необходимости механической подстройки начального смещения угла Датчика по месту или при отсутствии возможности провести электронную настройку смещения угла по месту при помощи конвертера интерфейсов LMU400.001 и ПО ModuleConfigurator.

2.1.8 Настройка смещения угла Датчика по месту установки при помощи регулировочных винтов состоит из следующих шагов:

- 1) При помощи шлицевой отвертки установить четыре регулировочных винта в резьбовые отверстия так, чтобы они не выступали с нижней части корпуса Датчика (винты поставляются в комплекте крепежа вместе с Датчиком)
- 2) Установить датчик в соответствии с п. 2.1.2 при этом крепёжные винты необходимо затянуть так, чтобы пружинные шайбы под винтами были сжаты не полностью
- 3) При помощи шлицевой отвертки докрутить регулировочные винты до контакта с поверхностью объекта
- 4) Попарно докручивать регулировочные винты симметрично осевой линии датчика, контролируя при этом показания выходного тока датчика при помощи миллиамперметра (или при помощи регистрирующей аппаратуры). Добиваться значения тока, равного значению середины диапазона токового выхода.

5) Произвести затяжку крепёжных винтов до полного сжатия пружинных шайб. Проверить значение выходного тока. Если после затяжки крепёжных винтов произошло изменение смещения, необходимо произвести дополнительную корректировку смещения Датчика путём ослабления крепёжных винтов и необходимой затяжки регулировочных винтов.

2.1.9 Описание настройки начального смещения угла Датчика по месту установки путём цифровой подстройки с применением конвертера интерфейсов LMU400.001 и ПО ModuleConfigurator приведена в разделе **2.2** (см. далее).

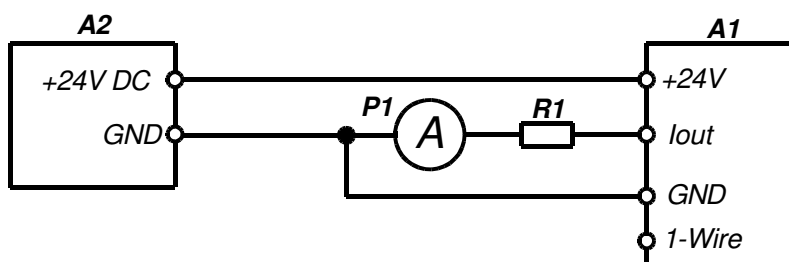
2.1.10 При подстройке начального смещения угла наклона плоскости рекомендуется не превышать начальный угол установки рабочей плоскости Датчика более чем ± 20 мм/м относительно горизонтальной плоскости. При этом аппаратная возможность компенсации начального смещения угла наклона ограничена диапазоном ± 100 мм/м.

Датчик имеет невысокую поперечную чувствительность (в соответствии с таблицей 1), при этом угол установки Датчика в поперечной плоскости рекомендуется задавать не более ± 50 мм/м.

2.2 Порядок работы

2.2.1 Включение Датчика

Включение Датчика происходит при подаче напряжения питания +24 В на контакт +24V, что соответствует номеру контакта 1 разъёма ST1210/S6 Датчика. Схема подключения Датчика представлена на рис. 3.



A1 - Датчик

A2 - Источник питания постоянного напряжения +24 В

P1 - миллиамперметр постоянного тока от 0 до 20 мА, КТ 0,1 (или токовый вход контрольно-измерительной аппаратуры)

R1 - Сопротивление $500 \pm 5\%$ Ом

Рис. 3 Схема подключения Датчика

После подачи питания на выходе Iout в течении примерно 3 секунд должен присутствовать постоянный ток 2 мА — ток неисправности. Далее, если самотестирование прошло успешно, на выходе формируется постоянный ток в диапазоне от 0 до 20 мА, пропорциональный углу наклона Датчика. В случае выхода наклона Датчика за нижнюю границу диапазона минимальное значение выходного тока ограничивается 3,5 мА. Минимальное значение тока задаётся в процессе настройки Датчика и может принимать значения от 0 до 4 мА (настройка описана ниже, см. рис. 13). Максимальное значение тока ограничивается возможностями выходного каскада, и не выходит за пределы 21 мА.

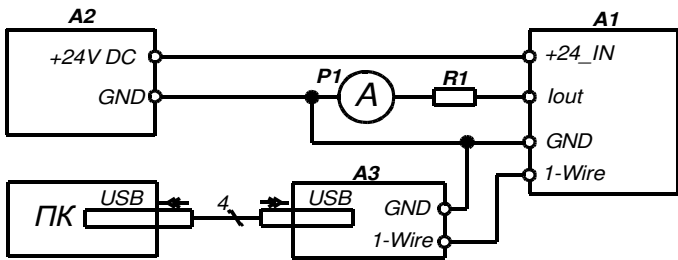
Назначение контактов разъёма Датчика представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Назначение контактов соединительного кабеля Датчика

№ контакта	Обозначение	Назначение
1	+24V	Вход напряжения питания +24 В DC
2	Iout	Выход токового сигнала, пропорционального углу наклона Датчика
4	GND	Общий
5	1-Wire	Цифровой интерфейс 1-Wire для настройки Датчика

2.2.2 Настройка Датчика

Настройка Датчика производится с помощью персонального компьютера (ПК) при подключении Датчика через конвертер интерфейсов LMU400.001. Схема подключения Датчика для настройки представлена на рис. 4. На ПК должно быть установлено программное обеспечение (ПО) ModuleConfigurator.



A1 - Датчик
A2 - Источник питания постоянного напряжения +24 В
A3 - Конвертер интерфейсов LMU400.001
R1 - Сопротивление 500± 5 % Ом
P1 - миллиамперметр постоянного тока от 0 до 20 мА, КТ 0,1

Рис. 4. Схема подключения Датчика для настройки и контроля режима работы

При подключении Датчика по схеме на рис. 4 в качестве источника питания +24 В возможно использовать конвертер интерфейсов LMU400.001 (далее - конвертер). Подробное описание работы с конвертером см. ВШПА.421412.460.020 РЭ «Конвертер интерфейсов LMU400.001. Руководство по эксплуатации».

Для соединения с Датчиком через интерфейс 1-Wire необходимо:

- включить питание Датчика
- запустить ПО ModuleConfigurator
- выбрать в ПО ModuleConfigurator настройку Датчика CAS400.010
- установите режим подключения Modbus RTU, COM порт, к которому подключен конвертер, Адрес 0x01
- выбрать скорость передачи данных — 9600
- Нажать кнопку «Установить соединение»
- Нажать кнопку «Считать все значения из модуля»

После установления соединения с Датчиком по интерфейсу 1-Wire ПО ModuleConfigurator автоматически выполнит чтение идентификационной информации Датчика: заводской номер, год выпуска, номер заказа, код монтажника, код регулировщика, информация о встроенном ПО Датчика, идентификатор на линии 1-Wire. Информация отображена в разделе конфигурации «01. Идентификационная информация Датчика CAS400.010» на двух вкладках (рис. 5).

Параметр	Значение	Адрес
01.Заводской номер	0002	0x0400
02.Год выпуска	2019	0x0402
03.Номер заказа	0001	0x0404
04.Код монтажника	01	0x0406
05.Код регулировщика	01	0x0407
06.Дополнительная текстовая информация (22 симв.)		0x0408
Параметр	Значение	Адрес
01.Наименование ПО микропроцессора	CAS400.010	0x0312
02.Строка версии ПО микропроцессора	00.10	0x0300
03.Дата компиляции ПО микропроцессора	Jul 04 2019	0x0306
04.Контрольная сумма CRC16 загруженного ПО (Hex)	6F0A	0x031D

Рис. 5. Пример отображения основных веток раздела «01. Идентификационная информация Датчика CAS400.010»

Основные измеренные значения Датчика представлены в разделе «06. Сервисные результаты измерений Датчика». В разделе находится три вкладки, в которых приведена следующая информация:

1. Основные измеренные значения — угол наклона, поперечное ускорение, температура (рис. 6);
2. Значения АЦП каналов измерений Датчика (рис. 7);
3. Диагностические параметры и значения — напряжение питания Датчика, текущий выходной ток, текущее значение ЦАП, коэффициенты коррекции смещения и чувствительности (рис. 8).

Параметр	Значение	Адрес
01.Вычисленная температура датчика, град	39,76	0x0500
02.Действующее поперечное ускорение(исходный сигнал), mG	2,162	0x0508
03.Угол наклона датчика (исходный сигнал), мм/м	2,162	0x050C
04.Угол наклона датчика (после всех коррекций), мм/м	2,464	0x0538

Рис. 6. Пример отображения вкладки «01. Основные измеренные значения»

Параметр	Значение	Адрес
01.Значение АЦП по каналу измерения напряжения питания +24В (Hex)	877A	0x0504
02.Значение АЦП по каналу измерения температуры датчика (Hex)	29097	0x051A
03.Значение АЦП ADS1248 по каналу измерения ускорения SCA103T-D04	-139808	0x0516

Рис. 7. Пример отображения вкладки «02. Значения АЦП каналов измерений Датчика»

Параметр	Значение	Адрес
01.Текущее напряжение питания датчика, В	23,57	0x0540
02.Принятый коэффициент коррекции чувствительности от температуры датчика	1,0000	0x051E
03.Принятый общий коэффициент коррекции чувствительности	1,0191	0x0522
04.Принятый коэффициент смещения начального угла от температуры, мм/м	0,0000	0x0526
05.Принятый общий коэффициент смещения начального угла, мм/м	-0,2602	0x052A
06.Текущее значение ЦАП токового выхода	1722	0x0530
07.Текущий выходной ток датчика, мА	8,7658	0x053C

Рис. 8. Пример отображения вкладки «03. Диагностические параметры и значения»

Флаги состояния работы Датчика представлены в разделе «06. Флаги состояния работы Датчика». В разделе находится четыре вкладки, в которых приведена следующая информация:

1. Общие биты статуса системы (рис. 9);
2. Биты статуса системы по сохранению данных во FLASH (рис. 10);
3. Ошибки загрузки данных по секциям (рис. 11);
4. Загрузка данных из резервных секций (рис. 11).

Параметр	Значение	Адрес
01.Ошибка загрузки данных, блокировка работы	☐	0x0552
02.Чтение данных из резервного банка	☐	0x0552
03.Уровень напряжения питания вышел за пределы	☐	0x0552
04.Температура датчика вышла за пределы	☐	0x0552
05.Флаг - выполняется самотестирования акселерометра	☐	0x0552
06.Ошибка самотестирования акселерометра	☐	0x0552
08.Флаг прямого управления токовым выходом	☐	0x0552
09.Измерения выключены	☐	0x0552
10.Выходной ток датчика не соответствует заданному, обрыв на линии	☐	0x0552
11.Сработал флаг неисправности, установлен ток на выходе 2 мА	☐	0x0552

Рис. 9. Пример отображения вкладки «01. Общие биты статуса системы»

Параметр	Значение	Адрес
01.Выполнение записи в энергонезависимую память	☐	0x0554
02.Запись нормально завершена	☐	0x0554
03.Запись выполнена с ошибкой	☐	0x0554
04.Нет такой секции для записи	☐	0x0554

Рис. 10. Пример отображения вкладки «02. Биты статуса системы по сохранению данных во FLASH»

Параметр	Значение	Адрес
01.Секция калибровки (TuningChannel)	☐	0x0555
02.Секция параметров работы (ParamChannel)	☐	0x0555
03.Секция идентификационной информации (ID_Data)	☐	0x0555

Рисунок 11. Пример отображения вкладки «03. Ошибки загрузки данных по секциям»
(а также вкладки «04. Загрузка данных из резервных секций»)

2.2.3 Настройка Датчика

Параметры настройки Датчика разделены на четыре группы:

- Параметры измерения

- Параметры токового выхода
- Таблицы температурной компенсации
- Сервисные параметры

Все настройки Датчика осуществляются с помощью персонального компьютера и ПО ModuleConfigurator. Перед настройкой Датчика необходимо убедиться в наличии записанной при изготовлении конфигурации. При подключении к Датчику в разделах конфигурации будут отображаться настроенные значения параметров. В случае отсутствия записанной конфигурации необходимо загрузить её из файла CAS400.010.modbcf при помощи ПО ModuleConfigurator. Файл конфигурации при необходимости можно запросить у производителя.

2.2.4 Параметры измерения

Параметры измерения приведены в двух разделах:

- раздел «02.Настройка параметров работы Датчика» → ветка «02.Базовые настройки Датчика» (рис. 12).
- Раздел «03.Калибровка Датчика и температурная компенсация» → ветка «01.Калибровочные параметры - чувствительность и смещение» (рис. 13)

Параметр	Значение		Адрес
01.Глубина усреднения значений ускорения (1...255)	64		0x0608
02.Глубина усреднения значений температуры (1...100)	80		0x0609
03.Код SYS0 управления работой АЦП - ADS1248 (Hex)	02		0x060A
04.Период опроса датчика температуры в акселерометре (20...255), мс	40		0x060B

Рис. 12. Пример настройки параметров измерения в ветке «02. Базовые настройки Датчика»

Параметр	Значение		Адрес
01.Коэффициент коррекции чувствительности заданный при калибровке по эталону (0,8...1,2)	1,019		0x0C0C
02.Коэффициент коррекции смещения начального угла при калибровке по эталону, мм/м	-0,26		0x0C10
03.Коэффициент коррекции смещения начального угла при установке по месту, мм/м	0,00		0x0C18

Рис. 13. Пример настройки параметров измерения в ветке «01.Калибровочные параметры - чувствительность и смещение»

Перечень параметров измерения и их описание приведён в таблице 5.

Таблица 5 - Перечень параметров измерения Датчика

№ п/п	Название	Описание
1	Глубина усреднений значений ускорения (1...255)	Глубина усреднений результатов измерений методом скользящего среднего с глубиной буфера от 1 (нет усреднения) до 255
2	Глубина усреднений значений температуры (1...100)	Глубина усреднений результатов измерений методом скользящего среднего с глубиной буфера от 1 (нет усреднения) до 100
3	Период опроса Датчика температуры в акселерометре (20...255), мс	Определяет периодичность считывания значений АЦП температуры интегральной измерительной микросхемы MEMS по интерфейсу SPI. Влияет на скорость обновления данных.

4	Коэффициент коррекции чувствительности заданный при настройке по эталону (0,8...1,2)	Коэффициент коррекции чувствительности задаётся при настройке Датчика по эталону.
5	Коэффициент коррекции смещения начального угла заданный при настройке по эталону	Коэффициент коррекции смещения задаётся при настройке по эталону с установкой нулевого отклонения Датчика от горизонта.
6	Коэффициент коррекции смещения начального угла заданный при настройке по месту	Коэффициент коррекции смещения задаётся при настройке Датчика по месту установки. Необходим для компенсации имеющегося наклона поверхности объекта.

Настройка параметра «Глубина усреднений значений ускорения» - производится при необходимости сгладить показания значений уклона, нестабильность которых вызвана повышенной вибрацией на объекте.

При необходимости допускается увеличивать значение данного параметра вплоть до максимального значения (255).

Процесс настройки коэффициентов коррекции смещения по месту см. Приложение Д документа «Методика поверки ВШПА.421412.410.490 МП Датчики уклона S170C».

2.2.5 Параметры токового выхода

Параметры токового выхода приведены в двух разделах:

- раздел «02.Настройка параметров работы Датчика» → ветка «02.Базовые настройки Датчика» → поле «05.Нижняя граница выходного тока при выходе за диапазон, мкА (рис. 14).
- Раздел «03.Калибровка Датчика и температурная компенсация» → «03. Калибровочные параметры выходного сигнала тока» (рис. 15)

Параметр	Значение	Адрес
05.Нижняя граница выходного тока, при выходе за диапазон, мкА	3500	0x0610

Рис. 14. Пример настройки нижней границы выходного тока в ветке «03. Калибровочные параметры

Параметр	Значение	Адрес
01.Минимальное значение параметра измерения для токового выхода, мкм/м	-5000	0x0C00
02.Максимальное значение параметра измерения для токового выхода, мкм/м	5000	0x0C02
03.Минимальное значение тока токового выхода, мкА	4000	0x0C04
04.Максимальное значение тока токового выхода, мкА	20000	0x0C06
05.Минимальное значение токового выхода в значениях ЦАП	786	0x0C08
06.Максимальное значение токового выхода в значениях ЦАП	3929	0x0C0A

Рис. 15. Пример настройки параметров измерения в ветке «03. Калибровочные параметры выходного сигнала тока»

Перечень параметров токового выхода и их описание приведён в таблице 6.

Таблица 6 - Перечень параметров измерения Датчика

№ п/п	Название	Описание
1	Нижняя граница выходного тока при выходе за диапазон, мкА	Значение выходного тока Датчика при выходе параметра за нижнюю границу диапазона измерения
2	Минимальное значение параметра измерения для токового выхода, мкм/м	Нижняя граница диапазона измерения Датчика
3	Максимальное значение параметра измерения для токового выхода, мкм/м	Верхняя граница диапазона измерения Датчика
4	Минимальное значение тока токового выхода, мкА	Нижнее значение тока унифицированного токового сигнала соответствующее нижней границе диапазона измерения
5	Максимальное значение тока токового выхода, мкА	Верхнее значение тока унифицированного токового сигнала соответствующее верхней границе диапазона измерения
6	Минимальное значение тока в значениях ЦАП, мкА	Значение в единицах ЦАП, соответствующее минимальному выходному току (см. п. 4 таблицы)
7	Максимальное значение тока в значениях ЦАП, мкА	Значение в единицах ЦАП, соответствующее максимальному выходному току (см. п. 3 таблицы)

Уровень сигнала на токовом выходе I_{out} пропорционален значению уклона. Диапазон выходного тока, соответствующий диапазону измеряемого параметра, может быть выбран при настройке Датчика.

Формирование тока на выходе осуществляется при помощи 12-разрядного ЦАП. Минимальное и максимальное значение токового выхода в значениях ЦАП подбирается при настройке Датчика.

Настройка токового выхода Датчика состоит из следующих этапов:

1. Подключить Датчик к миллиамперметру в соответствии со схемой на рис. 3;
2. В конфигурации Датчика перейти в ветку по пути: раздел «03.Калибровка Датчика и температурная компенсация» → ветка «03. Калибровочные параметры выходного сигнала тока» ;
3. В полях ввода 03., 04. (рис. 15). указать минимальное и максимальное значения диапазона тока;
4. В полях ввода 05., 06. (рис. 15) указать минимальное и максимальное значения диапазона параметра (угла наклона);
5. Записью значения в регистр прямого управления ЦАП подобрать ток (по миллиамперметру P1) равный верхнему значению диапазона тока (поле ввода "07. Прямое управление выходным током ЦАП, (0,1 4095)»);
6. В поле ввода 06. (рис. 15) переписать значение ЦАП прямого управления в калибровочное значение ЦАП максимального значения ;
7. Записью значения в регистр прямого управления ЦАП подобрать ток (по миллиамперметру P1), равный нижнему значению диапазона тока;
8. В поле ввода 06. (рис. 15) переписать значение ЦАП прямого управления в калибровочное значение ЦАП минимального значения;
9. Записать ноль в регистр прямого управления ЦАП - выключить режим калибровки;
10. Выполнить команду «Записать значения выбранного узла и всех дочерних в ОЗУ модуля»;

11. Сохранить параметры в энергонезависимой памяти, выполнить сброс Датчика;

2.2.6 Параметры настройки температурной компенсации Датчика

Применяемая в качестве основного измерительного элемента — интегральная микросхема с технологией изготовления MEMS имеет некоторую чувствительность результата измерений к температуре (по смещению и чувствительности).

Микропрограмма Датчика выполняет пораздельную термокомпенсацию смещения и чувствительности путём кусочно-линейной аппроксимации по табличным значениям.

В связи с возможной неидентичностью тепловых уходов от образца к образцу в Датчике предусмотрена индивидуальная настройка термокомпенсации.

В разделе «04. Таблицы температурной компенсации Датчика» находится 5 веток, в которых доступны следующие параметры для настройки:

- 1. Параметры работы температурной компенсации (ТК). Здесь настраивается количество задействованных точек ТК для чувствительности Датчика и смещения угла, возможные значения: от 1 до 15 (рис. 16).
- 2. Точки температур компенсации чувствительности Датчика.
- 3. Точки чувствительности Датчика, нормированные к единице
- 4. Точки температур компенсации смещения угла Датчика, град
- 5. Точки смещения угла Датчика, мм/м.

Значения в таблицах ТК загружаются из файла конфигурации, настраиваются при необходимости корректировки температурной характеристики Датчика. Пример заполнения таблиц ТК для 8 точек приведён на рис. 17.

Параметр	Значение	Адрес
01.Количество задействованных точек ТК чувствительности	8	0x0614
02.Количество задействованных точек ТК смещения угла	8	0x0615

Рис. 16. Пример настройки количества точек ТК

Параметр	Значени	Адрес
01.Температура 1	-40	0x0D00
02.Температура 2	-30	0x0D02
03.Температура 3	-10	0x0D04
04.Температура 4	0	0x0D06
05.Температура 5	20	0x0D08
06.Температура 6	40	0x0D0A
07.Температура 7	80	0x0D0C
08.Температура 8	100	0x0D0E
09.Температура 9	0	0x0D10
10.Температура 10	0	0x0D12
11.Температура 11	0	0x0D14
12.Температура 12	0	0x0D16
13.Температура 13	0	0x0D18
14.Температура 14	0	0x0D1A
15.Температура 15	0	0x0D1C

Параметр	Значени	Адрес
01.Уровень для T1	1,000	0x0E00
02.Уровень для T2	1,000	0x0E02
03.Уровень для T3	1,000	0x0E04
04.Уровень для T4	1,000	0x0E06
05.Уровень для T5	1,000	0x0E08
06.Уровень для T6	1,000	0x0E0A
07.Уровень для T7	1,000	0x0E0C
08.Уровень для T8	1,000	0x0E0E
09.Уровень для T9	1,000	0x0E10
10.Уровень для T10	0,000	0x0E12
11.Уровень для T11	0,000	0x0E14
12.Уровень для T12	0,000	0x0E16
13.Уровень для T13	0,000	0x0E18
14.Уровень для T14	0,000	0x0E1A
15.Уровень для T15	0,000	0x0E1C

Рис. 17. Пример заполнения таблиц ТК чувствительности Датчика (для 8 точек)

Температурная компенсация может быть включена или отключена отдельно для смещения и чувствительности в разделе «02.Настройка параметров работы Датчика» → ветка «02. Базовые настройки Датчика» (рис. 18) установкой (сбросом) соответствующих флагов.

Управление работой термокомпенсации (ТК)			
10.Выполнять компенсацию чувствительности датчика по таблицам ТК	☒	☐	0x0617
11.Выполнять компенсацию смещения угла датчика по таблицам ТК	☒	☐	0x0618

Рис. 18. Пример включения работы ТК

2.2.7 Сервисные параметры Датчика

Сервисные параметры предназначены для настройки и контроля аппаратных средств, узлов Датчика и включают следующие разделы:

- контроль напряжения питания Датчика;
- контроль температуры Датчика;
- управление работой самодиагностики;
- тестирование исправности акселерометра.

Настройка сервисных параметров осуществляется в разделе «02.Настройка параметров работы Датчика» → ветка «02.Базовые настройки Датчика» (рис. 19).

Уровни контроля напряжения питания и температуры датчика			
06.Минимальное напряжение питания, В	17,00	☐	0x0700
07.Максимальное напряжение питания, В	31,00	☐	0x0704
08.Минимальная температура датчика, град	-42,00	☐	0x0708
09.Максимальная температура датчика, град	127,00	☐	0x070C
Управление работой самодиагностики			
12.Провести тестирование исправности акселерометра	☐	☐	0x0606
13.Провести тестирование линии питания датчика +24В	☒	☐	0x0607
14.Провести контроль температуры датчика	☒	☐	0x0616
15.Игнорировать результаты тестов по включению питания	☐	☐	0x0619

Рис. 19. Пример настройки сервисных параметров

При выходе за установленные уровни температуры Датчика или напряжения питания, Датчик переходит в режим неисправности (при условии установки соответствующих флагов управления самодиагностикой). В этом режиме токовый выход Датчика формирует ток неисправности, значение которого задаётся при настройке Датчика.

В Датчике реализована аппаратная функция самодиагностики основного измерительного акселерометра. Включённая самодиагностика выполняет автоматическое тестирование акселерометра при каждом включении питания, путём кратковременного электромеханического воздействия на чувствительные элементы акселерометра с контролем выходного значения параметра.

Самодиагностика акселерометра может быть включена путём установки флага в поле ввода «12. Проводить тестирование исправности акселерометра» (рис. 19). При заводской настройке самодиагностика отключена, так как после выполнения самодиагностики требуется длительное время на восстановление начального состояния микроэлементов встроенного акселерометра. В связи с особенностями работы самодиагностики её включение рекомендуется только в особых случаях.

3 Техническое обслуживание

3.1 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание (ТО) производится с целью обеспечения нормальной работы Датчиков в течение всего срока эксплуатации. Надежная работа Датчиков будет обеспечена только при своевременном и правильном проведении ТО. При проведении ТО должно быть обращено внимание на правильность выполнения операций, на точность проводимых измерений. Все неисправности и замечания обнаруженные во время осмотров и проведения ТО должны быть устранены обслуживающим персоналом.

Рекомендуемые виды и периодичность технического обслуживания:

- профилактический осмотр – ежемесячно;
- планово-профилактический ремонт – в период ремонта оборудования;
- периодическая поверка или калибровка;
- вывод из эксплуатации.

Профилактический осмотр включает в себя:

- внешний осмотр Датчиков (при наличии технической возможности);
- оценку работы Датчиков.

Все узлы системы должны быть сухими, без повреждений, закреплены.

Оценка работы Датчиков производится по информации базы данных серверов АСКВМ, самописцев, работе сигнализации, измерениям параметров другими измерительными приборами или системами. Выявляются случаи отклонения параметров от установленных значений. Проверяются все случаи нулевых значений параметров на работающем оборудовании. Выявленные неисправные узлы заменяются.

Планово профилактический ремонт включает в себя:

- демонтаж Датчиков;
- осмотр и очистку узлов Датчиков;
- выявление и замену неисправных Датчиков;
- поверку Датчиков (в случае необходимости).

Очистка Датчиков, в зависимости от загрязнения, кистью, тканью или ветошью, смоченной спиртом. Проверка работы Датчиков должна производиться на стендах. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

Вывод из эксплуатации

Вывод из эксплуатации включает в себя отключение питания и демонтаж Датчиков. Дополнительных требований к утилизации нет, так как Датчики не имеют в своем составе вредных веществ.

3.2 Текущий ремонт

Таблица 7 — Текущий ремонт

Описание неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Выходной постоянный ток около 0 мА	- Обрыв линии питания и/или выходного сигнала; - Напряжение питания ниже допустимого уровня; - Поврежден электронный узел Датчика.	- Проверить линии связи; - Проверить напряжение питания; - Осмотреть электронный узел на наличие внешних повреждений; - Заменить неисправный Датчик.
Выходной ток равен значению тока неисправности	- Температура Датчика выходит за разрешенный диапазон ; - Напряжение питания выходит за разрешенный диапазон - Возможна неисправность электронного узла.	- Обеспечить напряжение питания +24 В; - Устранить факторы, влияющие на перегрев Датчика; - Проверить настройку Датчика.
Выходной ток не соответствует установленному уклону	- Поврежден электронный узел Датчика; - Неправильная настройка Датчика; - Отсутствует регулировка Датчика по месту установки.	- Проверить параметры конфигурации Датчика, при необходимости провести настройку; - Проверить установку Датчика; - Заменить неисправный Датчик.
Показания Датчика нестабильные	- Поврежден или загрязнен разъем Датчика; - Крепёж Датчика к объекту выполнен неправильно; - Поврежден электронный узел Датчика.	- Проверить кабель и разъёмное соединение Датчика; - Затянуть крепёжные болты Датчика к объекту; - Заменить неисправный Датчик.

4 Поверка

Методика поверки Датчиков приведена в документе ВШПА.421412.400.490 МП

5 Транспортирование и хранение

5.1 Транспортирование

Датчик в упаковке может транспортироваться на любые расстояния автомобильным и железнодорожным транспортом (в закрытых транспортных средствах), водным транспортом (в трюмах судов), авиационным транспортом (в герметизированных отсеках).

Условия транспортирования – Ж по ГОСТ 25804.4.

Датчик в упаковке выдерживает воздействие следующих транспортных факторов:

- температуры от минус 50 °С до плюс 50 °С;
- относительной влажности 95 % при 35 °С;
- вибрации (действующей вдоль трех взаимно перпендикулярных осей тары) при транспортировании ж/д, автотранспортом и самолетом в диапазоне частот от 10 до 55 Гц при амплитуде виброперемещения 0,35 мм и виброускорения равного 5 ускорениям свободного падения;

- ударов со значением пикового ударного ускорения равного 10 ускорениям свободного падения, длительность ударного импульса 10 мс, число ударов (1000 ± 10) в направлении, обозначенном на таре.
-

5.2 Хранение

Хранение Датчиков в части воздействия климатических факторов внешней среды должно соответствовать условиям 3 (ЖЗ) по ГОСТ 15150. Срок хранения не более 36 месяцев с момента изготовления.

Длительное хранение Датчиков производится в упаковке, в отапливаемых помещениях с условиями 1 (Л) по ГОСТ 15150.

5.3 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие Датчика техническим требованиям при соблюдении условий эксплуатации, хранения, транспортирования и монтажа.

Гарантийный срок хранения 36 месяца с момента изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации 36 месяца с момента ввода в эксплуатацию, но не более 48 месяцев с момента изготовления.

В случае отправки сборочной единицы для гарантийного ремонта на предприятие-изготовитель необходимо указать выявленную неисправность.

Потребитель теряет право на бесплатное гарантийное обслуживание в случае установки Датчиков специалистами других организаций без получения предварительного согласия Изготовителя, наличия механических повреждений и дефектов, вызванных несоблюдением условий эксплуатации, хранения и транспортировки.

5.4 Утилизация

Датчик не содержит веществ вредных для здоровья людей и окружающей природы.

Утилизация производится разборкой узлов. Металлические, электромонтажные, кабельные изделия используются для вторичной переработки.

Приложение А (обязательное)

Маркировка исполнений Датчика

№ поз.	Функция	Код		Описание
1	Тип Датчика уклона	S170C		Датчик уклона с выходом унифицированного токового сигнала, встроенной электроникой.
2	Диапазон измерения	Определяется настройкой	2	Возможные варианты: ± 2 мм/м, ± 5 мм/м*.
			5	
3	Длина и тип кабеля	00.3STMH		Кабель длиной 0,3 м, защищённый металлорукавом
		00.3STHC		Кабель длиной 0,3 м, защищённый металлической оплёткой

*Диапазон измерения может находиться в пределах от $\pm 2,0$ до $\pm 5,0$ мм/м с шагом 0,1 мм/м

Пример маркировки Датчика S170C, диапазоном: ± 5 мм/м, длиной кабеля 0,3 м в металлорукаве:

S170C	5	00.3STMH
-------	---	----------

При указании варианта исполнения (маркировки) Датчика в документации применяется запись вида:

S170C-5-00.3STMH

