

Ультразвуковые датчики расстояния

## Модификация sks

---

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



*Перед началом работы с данным устройством внимательно изучите руководство по эксплуатации во избежание получения травм и повреждения системы!*



# СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение .....	2
2	Описание и работа .....	3
2.1	Назначение изделия .....	3
2.2	Меры безопасности .....	3
2.3	Код обозначения .....	4
2.4	Технические характеристики.....	4
2.5	Состав и конструкция .....	6
2.6	Устройство и работа .....	7
3	Использование по назначению .....	23
3.1	Эксплуатационные ограничения.....	23
3.2	Подготовка прибора к использованию .....	24
4	Техническое обслуживание.....	27
5	Хранение .....	27
6	Транспортирование .....	27
7	Утилизация .....	27
8	Сертификаты.....	27
9	Изготовитель .....	28
10	Официальный представитель на территории РФ (импортер).....	28
11	Гарантийные обязательства .....	28
	Приложение — режим работы io-link .....	29
	Режим работы IO-Link .....	29

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Благодарим Вас за выбор продукции *microsonic GmbH*. Ультразвуковые датчики *skS* производятся из высококачественных компонентов и материалов с использованием самых современных технологий.

Данное руководство по эксплуатации (далее по тексту РЭ), предназначено для ознакомления технического, обслуживающего и эксплуатирующего персонала с принципом работы, техническими характеристиками, конструктивными особенностями, условиями применения, порядком работы и техническим обслуживанием датчиков *skS*.

Перед эксплуатацией прибора необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации на прибор.

Подключение, настройка и техническое обслуживание прибора должно производиться только квалифицированными специалистами, изучившими руководство по эксплуатации на прибор.

Прибор изготавливается в различных модификациях, отличающихся типом выходов.

РЭ распространяется на все модификации прибора.

В данном РЭ используются следующие обозначения:



- внимание, опасность;



- важная информация.

# 2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

## 2.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Датчики серии *sks* миниатюрного исполнения, в прямоугольном корпусе, предназначены для бесконтактного измерения расстояния до объектов ультразвуковым методом. Измеренное значение расстояния или преобразуется в нормированный аналоговый выходной сигнал, или производится сигнализация о достижении определенного настроенного значения расстояния путем замыкания или размыкания дискретного транзисторного выхода.

Датчики могут использоваться в системах мониторинга и автоматики различных технологических процессов, параметры которых соответствуют условиям эксплуатации датчиков.

## 2.2 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед установкой прибора, пожалуйста, внимательно ознакомьтесь с руководством по эксплуатации и всеми предупреждениями.



**ВНИМАТЕЛЬНО** осмотрите прибор для выявления возможных повреждений корпуса, возникших при его транспортировке.



**УДОСТОВЕРЬТЕСЬ**, что используемое напряжение питания соответствует напряжению питания прибора.



**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** подавать напряжение питания на прибор до тех пор, пока все соединительные провода не будут подключены, для предотвращения поражения персонала электрическим током и/или выхода прибора из строя.



**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** разбирать, модифицировать или ремонтировать прибор самостоятельно. Самовольная модификация и ремонт прибора может привести к нарушениям функциональности прибора, поражению персонала электрическим током, пожару.



**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** эксплуатация прибора в легковоспламеняющихся, взрывоопасных средах, а также в системах, связанных с безопасностью человека.

При несоблюдении требований руководства по эксплуатации, завод-изготовитель не дает гарантию на исправную работу прибора.

## 2.3 КОД ОБОЗНАЧЕНИЯ

Код обозначения формируется следующим образом:

	sks-	<input type="text"/>	/	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Рабочий диапазон</b>					
		15			
<b>Наличие температурной компенсации и тип присоединения</b>					
				-	
				C	
<b>Количество и тип выходов</b>					
					I
					U
					D
					E
					F

\* - доступно только для датчиков с дискретным выходом PNP или NPN

**ВНИМАНИЕ!** Для подключения датчика необходим разъем. Разъем в комплектацию не входит и заказывается отдельно.

Обозначение для заказа разъема:

120091-0001 Nano-Change (для датчиков модификации sks-15/D и sks-15/E)

8P-04BFFB-SL7001 (для датчиков модификации sks-15/C...)



## 2.4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики прибора представлены в таблицах 1 — 3.

**Таблица 1 - Общие технические характеристики**

Модификации датчика	sks-15
Слепая зона (минимальный предел измерения)	0...20 мм
Рабочий диапазон	20...150 мм
Максимальное рабочее расстояние	250 мм

Модификации датчика	sks-15
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения (с температурной компенсацией)	$\pm 1$ (от измеренного значения) %
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения (без температурной компенсации) при 20 °С	$\pm 1$ (от измеренного значения) %
Предел допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения (без температурной компенсации) вне температуры 20 °С	0,17 % на каждый °С
Разрешающая способность	0,1 мм
Воспроизводимость измерений	0,15 %
Время отклика <sup>1</sup>	32 мс
Частота ультразвукового сигнала	380 кГц
Гистерезис срабатывания дискретного выхода	2 мм
Максимальная частота срабатывания дискретного выхода	25 Гц
Длительность импульса сигнала синхронизации $t_i$	более 150 мкс
Период сигнала синхронизации $t_p$	$8 < t_p < 1000$ мс
Время готовности к работе после подачи питания	до 300 мс

*1 — для датчиков sks-15/CU и sks-15/CI время отклика составляет 24 мс.*

**Таблица 2 — Электрические характеристики**

Модификации датчика	sks-15
Напряжение питания ( $U_{пит}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>от 20 до 30 В постоянного тока (для sks-15/CD, sks-15/CE, sks-15/D, sks-15/E);</li> <li>от 15 до 30 В постоянного тока (для sks-15/CI, sks-15/CU, sks-15/CF).</li> </ul>
Ток потребления без нагрузки	не более 25 мА
Допустимые пульсации питающего напряжения	не более 10 %
Аналоговый выход	
Типы выходных аналоговых сигналов	4...20 мА или 0...10 В
Допустимое сопротивление нагрузки для выхода по току	до 500 Ом

Модификации датчика	sks-15
Допустимое сопротивление нагрузки для выхода по напряжению	не менее 100 кОм
<b>Дискретный выход (транзистор PNP)</b>	
Тип дискретного выхода	транзистор PNP
Максимальный ток нагрузки дискретного выхода	200 мА
Уровень напряжения дискретного выхода (лог. 1)	$U_{\text{вых}} = U_{\text{пит}} - 2 \text{ В}$
<b>Дискретный выход (транзистор NPN)</b>	
Тип дискретного выхода	транзистор NPN
Максимальный ток нагрузки дискретного выхода	200 мА
Уровень напряжения дискретного выхода (лог. 1)	$U_{\text{вых}} = 2 \text{ В}$
<b>Дискретный выход Push-Pull (PNP/NPN транзистор)</b>	
Тип дискретного выхода	дискретный выход Push-Pull (PNP/NPN транзистор)
Максимальный ток нагрузки дискретного выхода	100 мА
Уровень напряжения дискретного выхода (лог. 1)	$U_{\text{вых}} = U_{\text{пит}} - 3 \text{ В}$ (PNP транзистор) $U_{\text{вых}} = 3 \text{ В}$ (NPN транзистор)

**Таблица 3 — Эксплуатационные характеристики**

Модификации датчика	sks-15
Рабочая температура,	от минус 25 °С до плюс 70 °С
Температура хранения,	от минус 40 °С до плюс 85 °С
Степень защиты	IP67
Материалы	Корпуса : <ul style="list-style-type: none"> <li>• пластик (АБС);</li> </ul> Излучателя: <ul style="list-style-type: none"> <li>• вспененный полиуретан, эпоксид-ная смола с содержанием стекла.</li> </ul>
Вес	8 г
Средний срок службы	10 лет

## 2.5 СОСТАВ И КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно датчик выполнен в корпусе прямоугольной формы из АБС-пластика.



Датчик представляет собой устройство, состоящее из следующих частей:

- электронная плата преобразователя, расположенная внутри корпуса;
- излучатель, расположенный в торцевой части корпуса;
- «кнопка обучения» для настройки датчика и два светодиода, отображающие подачу питания и состояние выхода.

Датчик имеет присоединение под разъем M8x1 с тремя или четырьмя контактами: через разъем производится подача питания и снятие выходных сигналов датчика.

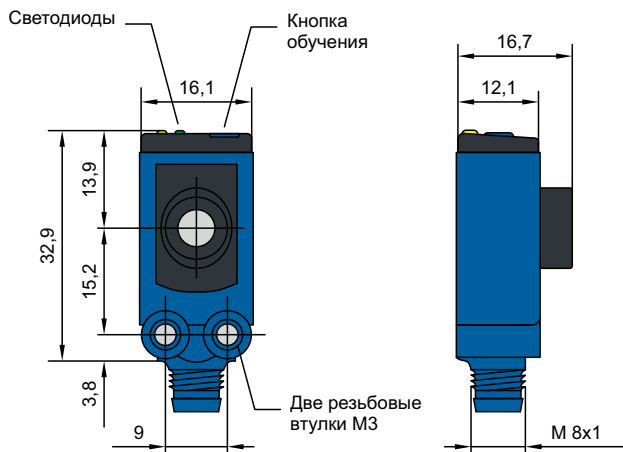


Рисунок 1 – Габаритные размеры датчиков sks-15/...

## 2.6 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

### 2.6.1 Принцип работы

Принцип действия основан на измерении времени прохождения ультразвуковой волны от датчика до объекта и обратно. Так как скорость звука в воздухе зависит от температуры, датчики оснащены сенсором температуры для обеспечения компенсации. Расстояние рассчитывается по формуле (1):

$$S = \frac{vt}{2}, \quad (1)$$

где:

$S$  – расстояние между датчиком и объектом, м;

$v$  – скорость распространения, м/с;

$t$  – время прохождения ультразвуковой волной расстояния от датчика до объекта и обратно, с.

Зависимость между скоростью ультразвуковой волны и температурой определяется согласно формуле (2):

$$v=331,6\sqrt{1+\frac{T}{273}}, \quad (2)$$

где:

$T$  — температура воздуха, °С.

Излучатель датчика, выполненный на основе пьезокерамического элемента, излучает несколько ультразвуковых импульсов путем подачи управляющего напряжения электронной схемой датчика. После этого, отраженные от объекта ультразвуковые импульсы возвращаются обратно к излучателю: они вызывают деформацию пьезокерамики, в результате чего, из-за обратного пьезоэффекта, в электронной схеме датчика появляются импульсы напряжения.

По времени между началом отправки импульсов и принятием первого отраженного импульса электронной схемой датчика вычисляется расстояние до объекта.

Из-за того, что излучатель датчика является одновременно и приемником, датчики имеют слепую зону; измерение расстояния до объекта в этой зоне невозможно. Слепая зона зависит от модификации датчика, приведена в таблице 1 и не зависит от настроек пользователя.

## 2.6.2 Описание органов индикации

Светодиод зеленого цвета, сигнализирует о подаче питания на датчик, для всех модификаций датчиков *sks*.

Светодиод желтого цвета, для датчиков с аналоговым выходом, сигнализирует о наличии объекта на расстоянии, соответствующему настроенному диапазону преобразования аналогового сигнала.

Для датчиков с дискретным выходом, светодиод желтого цвета сигнализирует о срабатывании дискретного выхода датчика.

*Датчики *sks-15/CD*, *sks-15/CE* имеют временной интервал корректной работы температурной компенсации. Так как во время работы происходит самонагрев датчика, работа температурной компенсации будет оптимальной только по истечении примерно 30 минут работы датчиков.*

*Для датчиков *sks-15/CI*, *sks-15/CU* и *sks-15/CF* временной интервал корректной работы температурной компенсации составляет 45 секунд после подачи питания. На основе измеренной температуры окружающей среды, электронная схема датчика вводит температурную компенсацию измеренных значений расстояния.*

*Периодически, у датчиков может производиться автоматическая перенастройка температурной компенсации, соответствующей текущей температуре в месте эксплуатации датчика, при следующих условиях:*

*для датчиков *sks-15/CI* и *sks-15/CU*, через 30 минут после подачи питания, если объект находится в течение 30 минут на расстоянии от датчика, соответствующем выходному сигналу от 11 до 13 мА (или от 4,4 до 5,6 В).*

*для датчиков *sks-15/CF*, через 30 минут после подачи питания, если дискретный выход не срабатывал в течение 30 минут.*

*У датчиков *sks-15/D* и *sks-15/E* температурная компенсация отсутствует.*



Отключение температурной компенсации возможно только для датчика *sks-15/CF* через IO-Link интерфейс (см. Приложение А)

## 2.6.3 Схема подключения электрических цепей

### ВНИМАНИЕ!



Все подключения необходимо производить при отключенном питании! Провод электрического подключения должен быть экранирован. Недопустима прокладка провода параллельно силовым кабелям!

Подключение производится через разъем M8x1 с тремя или четырьмя контактами (ответная часть не входит в комплект поставки и заказывается отдельно) (в зависимости от модификации датчика, см. пункт 2.3). Расположение контактов разъема приведено на рисунке 2, назначение контактов приведено в таблице 4 и зависит от модификации датчика.

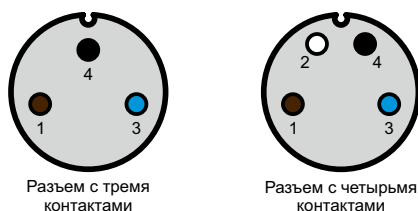


Рисунок 2 – Расположение контактов разъема со стороны датчика

Таблица 4 — Назначение контактов разъема M8x1

№	Назначение контакта	Аналоговый выход	Дискретный выход (PNP или NPN транзистор)	Push-Pull PNP/NPN	Цвет кабеля
1	$U_{пит}$ (от 15 до 30 В пост. тока)	$U_{пит}$	$U_{пит}$	$U_{пит}$	Коричневый
2	Контакт синхронизации	COM	COM	COM	Белый
3	0 В	0 В	0 В	0 В	Голубой
4	Выход	I / U	D / E	F	Черный

Схемы подключения датчиков с различными типами выходов приведены на рисунках 3 – 5:

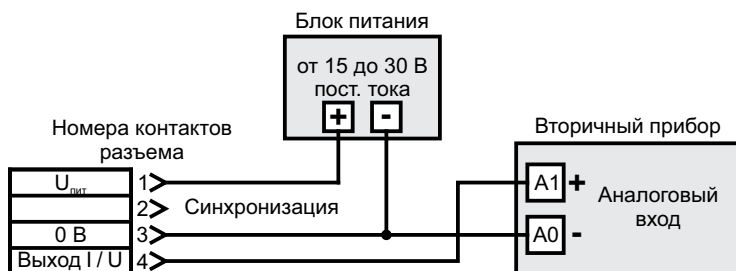


Рисунок 3 – Схема подключения датчиков *skS-15/CI* и *skS-15/CU*

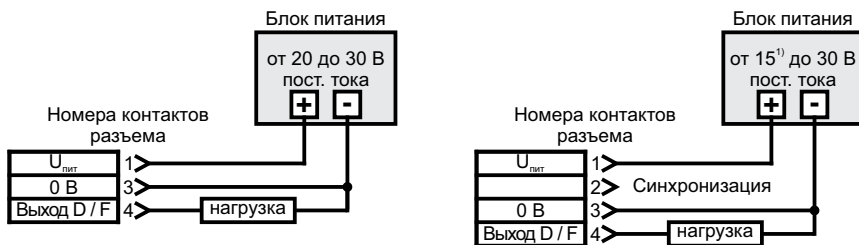


Рисунок 4 – Схема подключения датчиков *sks-15/D*, *sks-15/CD* и *sks-15/CF* (подключение по схеме с транзистором PNP)

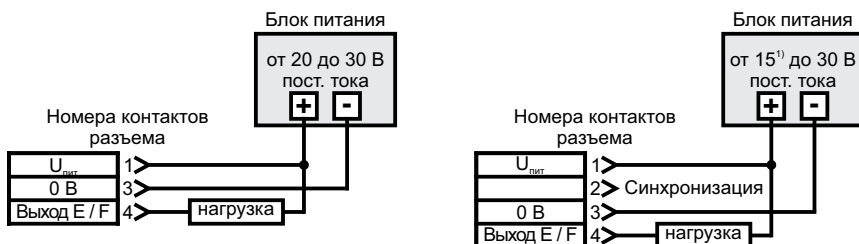


Рисунок 5 – Схема подключения датчиков *sks-15/E*, *sks-15/CE* и *sks-15/CF* (подключение по схеме с транзистором NPN)

1) – Для датчиков модификации *sks-15/CD*, *sks-15/CE* от 20 до 30 В постоянного тока (см. пункт 2.4)



Необходимо соблюдать требования допустимого сопротивления нагрузки аналогового выхода и максимального тока нагрузки для дискретного выхода, приведенные в таблице 2 (пункт 2.4). Датчики имеют защиту от подачи питания неверной полярности и короткого замыкания на выходе.

### 2.6.4 Опробование

После подключения датчика, произведите настройку его аналогового или дискретного выходов. Настройка производится посредством процедуры «обучения» (см. пункты 2.6.5, 2.6.6).

Датчики *sks-15/CI* и *sks-15/CU* (см. пункт 2.6.5):

- для аналогового выхода настройте диапазон преобразования расстояния в аналоговый сигнал и возрастание/убывание характеристики;

Датчики *sks-15/...D* и *sks-15/...E* (см. пункт 2.6.6):

- настройте расстояние срабатывания, режим работы дискретного выхода датчика (режим одиночного срабатывания, режим окна или режим работы с отражателем), и тип контакта (нормально открытый или нормально закрытый, далее по тексту НО или НЗ).

Датчик *sks-15/CF* (см. пункт 2.6.7):

- настройка дискретного выхода аналогична описанному выше алгоритму.

*Все настройки измененные во время процедуры «обучения» будут сброшены при следующих условиях:*



- для датчиков *sks-15/CI* и *sks-15/CU* «кнопка обучения» не нажималась в течении 30 секунд;
- для датчиков *sks-15/...D*, *sks-15/...E*, *sks-15/CF* «кнопка обучения» не нажималась в течении 10 минут.

#### **Опробование аналогового выхода.**

Произведите настройку вторичного прибора согласно его руководству по эксплуатации: диапазон преобразования аналогового входа прибора должен соответствовать диапазону преобразования выходного сигнала датчика. При настройке входа прибора в режиме измерения токового сигнала, необходимо обратить внимание на измерительное сопротивление: оно должно соответствовать допустимой нагрузке для выхода датчика по току (см. таблицу 2, пункт 2.4), в противном случае прибор будет работать некорректно.

#### **Опробование дискретного выхода.**

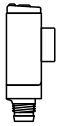
Через подключенную нагрузку (дискретный вход вторичного прибора, реле, лампу и т.д.) при срабатывании выхода должен протекать ток.

#### **2.6.5 Настройка датчиков *sks-15/CI* и *sks-15/CU***

С завода датчик поставляется со следующими параметрами настройки:

- возрастающая характеристика аналогового сигнала;
- диапазон преобразования расстояния в аналоговый сигнал соответствует рабочему диапазону.

Настройка датчика с помощью процедуры «обучения» на объекте приведена на рисунке 6.



1

2

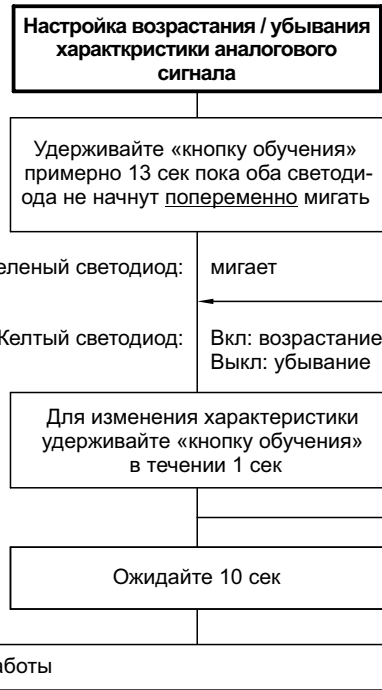
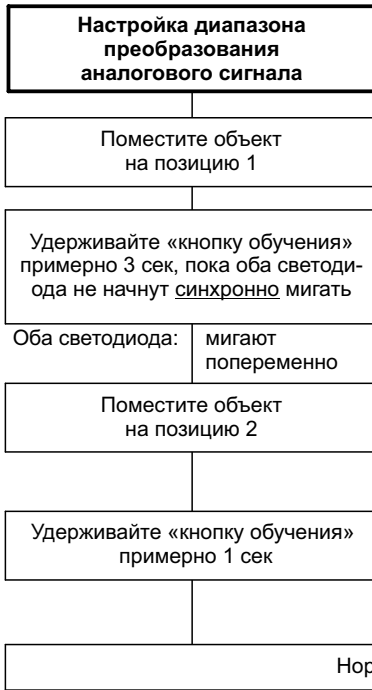


Рисунок 6 – Задание параметров с помощью процедуры «обучения» для датчиков sks-15/CI и sks-15/CU

## 2.6.6 Настройка датчиков sks-15/...D и sks-15/...E

С завода датчик поставляется со следующими параметрами настройки:

- дискретный выход НО;
- режим одиночного срабатывания;
- расстояние срабатывания соответствует верхней границе рабочего диапазона.

Настройка датчика с помощью процедуры «обучения» на объекте представлена на рисунке 7.

Описание режимов работы дискретного выхода приведено в пункте 2.6.9.

### Проверка режима работы.

Во время работы кратковременно нажмите «кнопку обучения». Зеленый светодиод погаснет, а спустя одну секунду покажет текущий режим работы дискретного выхода:

- Однократное мигание — режим одиночного срабатывания;

- Двукратное мигание — режим окна;
- Трехкратное мигание — режим работы с отражателем.

После паузы в три секунды, зеленый светодиод покажет тип дискретного выхода:

- Однократное мигание — НО;
- Двукратное мигание — НЗ.

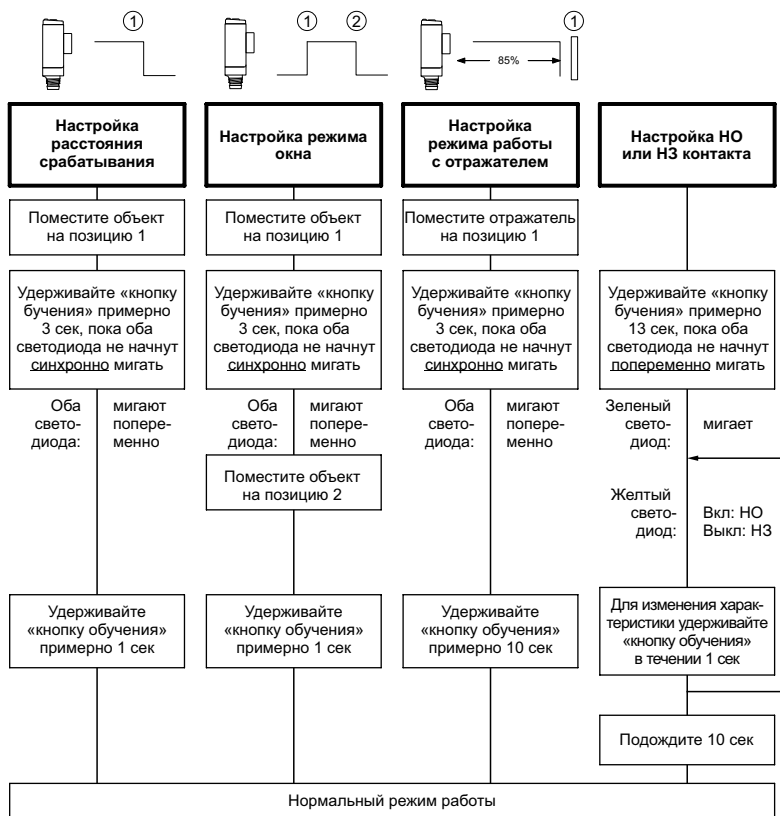


Рисунок 7 – Задание параметров с помощью процедуры «обучения» для датчиков *sks-15/...D* и *sks-15/...E*

## 2.6.7 Настройка датчика *sks-15/CF*

С завода датчик поставляется со следующими параметрами настройки:

- дискретный выход НО;
- режим одиночного срабатывания;
- расстояние срабатывания соответствует верхней границе рабочего диапазона;
- фильтрация измерений —  $F01$  (стандартный фильтр);
- сила фильтрации —  $P00$ .

Настройка датчика с помощью процедуры «обучения» на объекте представлена на рисунке 8.

Описание режимов работы дискретного выхода приведено в пункте 2.6.9.

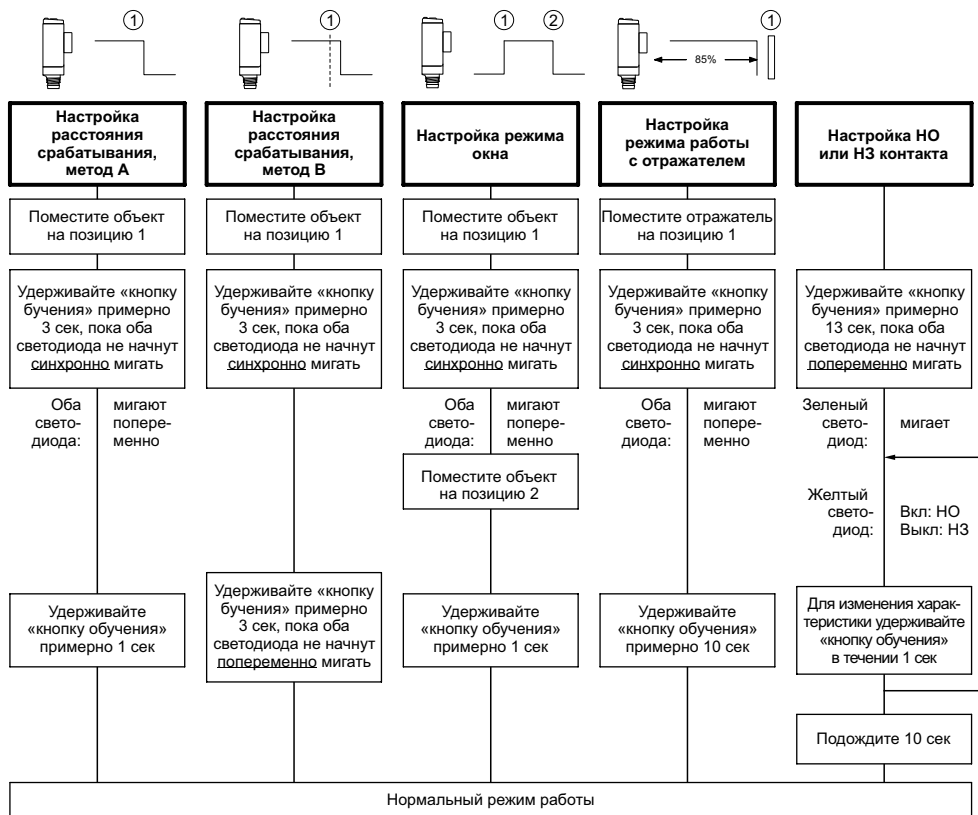


Рисунок 8 – Задание параметров с помощью процедуры «обучения» для датчика sks-15/CF

### Проверка режима работы.

Во время работы кратковременно нажмите «кнопку обучения». Зеленый светодиод погаснет, а спустя одну секунду покажет текущий режим работы дискретного выхода:

- Однократное мигание — режим одиночного срабатывания;
- Двукратное мигание — режим окна;
- Трехкратное мигание — режим работы с отражателем.

После паузы в три секунды, зеленый светодиод покажет тип дискретного выхода:

- Однократное мигание — НО;
- Двукратное мигание — НЗ.



## 2.6.8 Включение / отключение «кнопки обучения» и сброс на заводские настройки

Алгоритм включения / отключения «кнопки обучения» и сброса на заводские настройки представлен на рисунке 9:

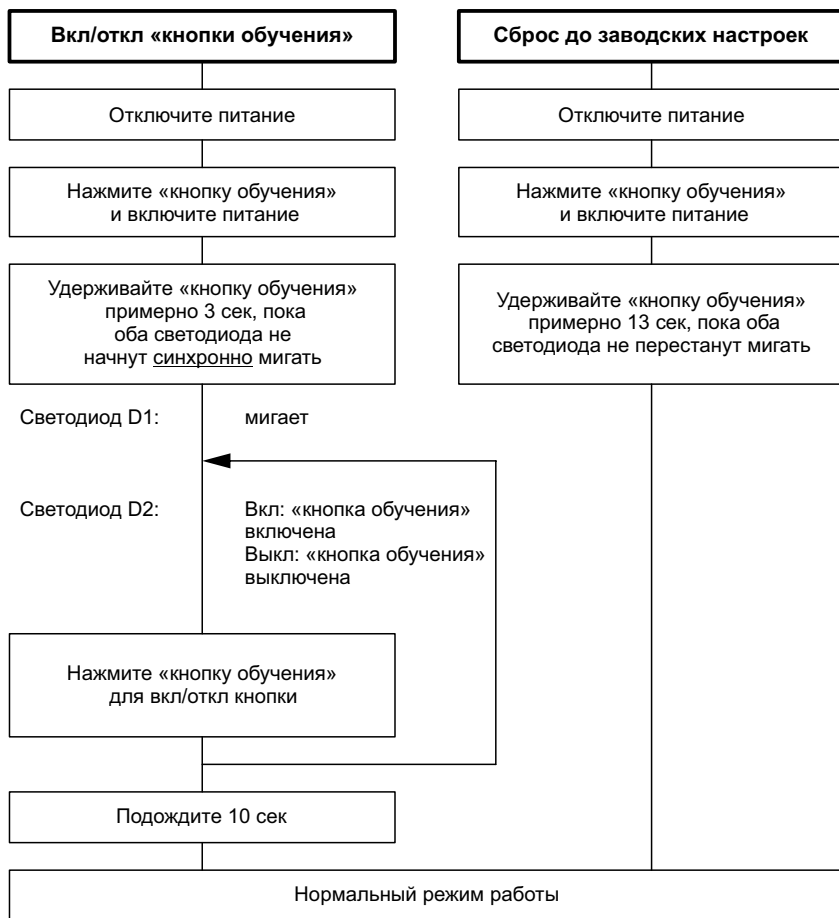


Рисунок 9 – Блокировка «режима обучения» и сброс на заводские настройки

## 2.6.9 Режимы работы дискретного выхода

### 1) Режим одиночного срабатывания

Пример работы дискретного выхода в режиме одиночного срабатывания показан на рисунке 10:

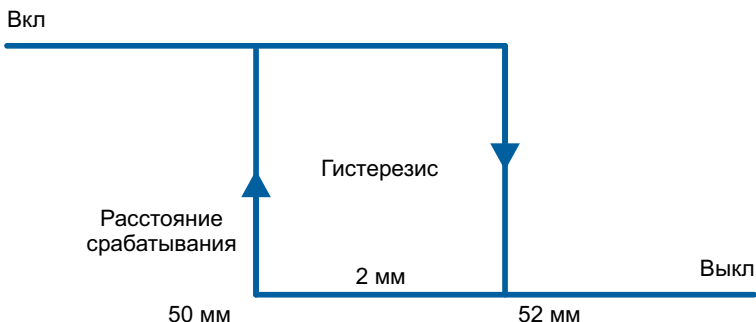


Рисунок 10 – Диаграмма работы дискретного выхода в режиме одиночного срабатывания

В данном примере, расстояние срабатывания задано 50 мм, контакт НО. При приближении объекта ближе, чем 50 мм до датчика, дискретный выход замкнется. При увеличении расстояния до объекта, выход разомкнется при достижении расстояния 52 мм. Гистерезис датчика составляет 2 мм.

В данном режиме, любые объекты или пустоты, находящиеся на расстоянии большем установленного расстояния срабатывания, не будут влиять на работу датчика.

#### ***Движение объекта по направлению к датчику.***

Если объект движется по направлению к датчику (измерение уровня), то заданное расстояние является уровнем, при котором датчик переключит свой выход.

Для работы датчика *skc-15/CF* в данном режиме необходимо произвести настройку по «методу А» (см. пункт 2.6.7, рисунок 8).

Пример работы в данном режиме показан на рисунке 11:

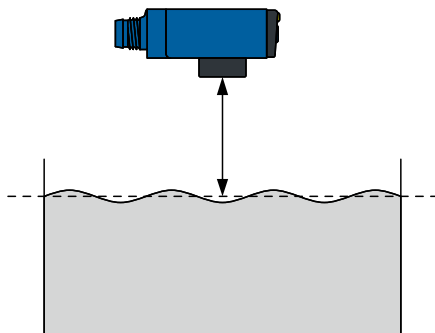


Рисунок 11 – Режим одиночного срабатывания. Движение контролируемого объекта по направлению к датчику

#### ***Движение объекта в зону обнаружения сбоку.***

Если контролируемый объект перемещается в зону обнаружения сбоку, как показано на рисунке 12. В этом случае необходимо настроить расстояние срабатывания дискретного выхода датчика на 8-10% дальше от желаемого расстояния

определения объекта. Таким образом достигается гарантированное переключение дискретного выхода, даже если высота контролируемых объектов немного отличается.

Для работы датчика *sk5-15/CF* в данном режиме необходимо произвести настройку по «методу В» (см. пункт 2.6.7, рисунок 8).

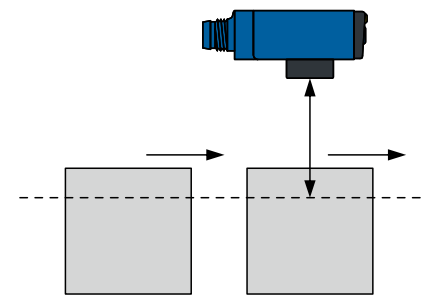


Рисунок 12 – Режим одиночного срабатывания. Движение контролируемого объекта в зону обнаружения сбоку

## 2) Режим окна

Пример работы дискретного выхода в режиме окна показан на рисунке 13:

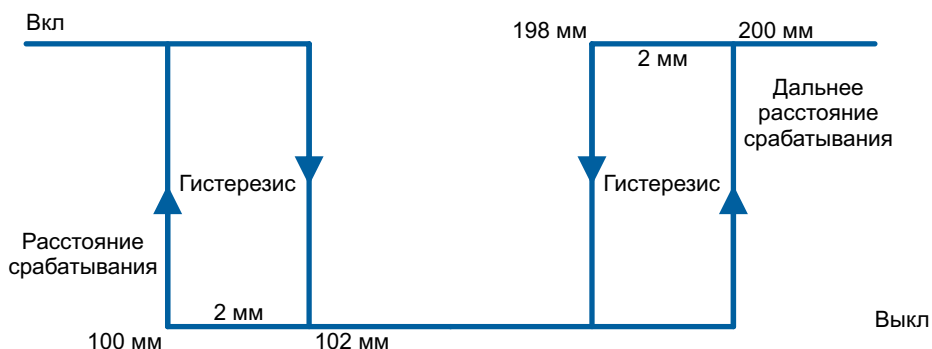


Рисунок 13 – Диаграмма работы дискретного выхода в режиме окна

В данном примере, гистерезис датчика равный 2 мм (влияет на оба расстояния срабатывания); расстояние срабатывания 100 мм; дальнейшее расстояние срабатывания 200 мм; контакт НО.

При уменьшении расстояния от объекта до датчика до 198 мм («дальнее расстояние срабатывания» минус «гистерезис»), дискретный выход разомкнется. Он будет разомкнут, пока расстояние не станет меньше 100 мм («расстояние срабатывания»); после этого, дискретный выход вновь замкнется.

При увеличении расстояния от датчика до объекта, дискретный выход разомкнется на 102 мм («расстояние срабатывания» плюс «гистерезис») и повторно замкнется при 200 мм («дальнее расстояние срабатывания»).

В данном режиме, датчик может использоваться, например, для контроля объектов не стандартизованного размера на конвейерной ленте, или при на-

полнении вагонетки жидкостью с помощью отсечного клапана с одновременным определением присутствия вагонетки для начала налива.

### 3) Режим работы с отражателем

В режиме работы с отражателем, строго перпендикулярно оси датчика устанавливается отражатель, на расстоянии, не превышающем рабочее расстояние датчика. Пример работы показан на рисунке 14:

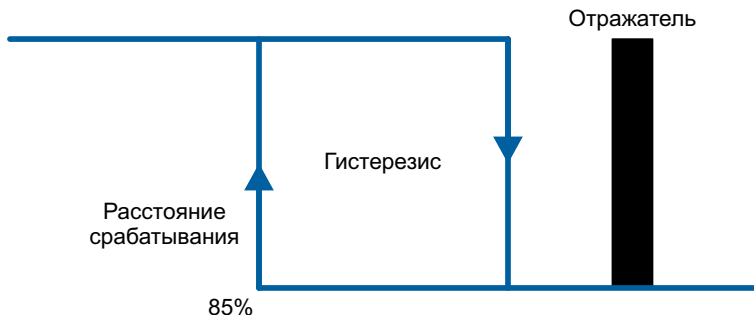


Рисунок 14 – Диаграмма работы дискретного выхода в режиме работы с отражателем

После проведения процедуры «обучения» на объекте, в датчике устанавливается расстояние срабатывания, равное приблизительно 85% от расстояния, на котором датчик проходил обучение. При перекрытии объектом отражателя, дискретный выход датчика срабатывает.

В данном режиме, датчик может применяться для определения наличия объектов, форма поверхности которых может приводить к преломлению или рассеянию ультразвуковой волны, или для определения наличия объектов из звукопоглощающих материалов.

#### 2.6.10 Фильтрация измерений

Датчики *sks* поддерживают 4 типа фильтрации:

- *F01* (стандартный фильтр);
- *F02* (усредняющий фильтр);
- *F03* (фильтр переднего фронта);
- *F04* (фоновый фильтр).

Также, доступно 9 уровней силы фильтрации (от *P00* до *P09*), подбираемых экспериментально.

Алгоритм работы стандартного фильтра показан на рисунке 15. Голубая линия обозначает измеренное расстояние после фильтрации, синяя — до фильтрации.

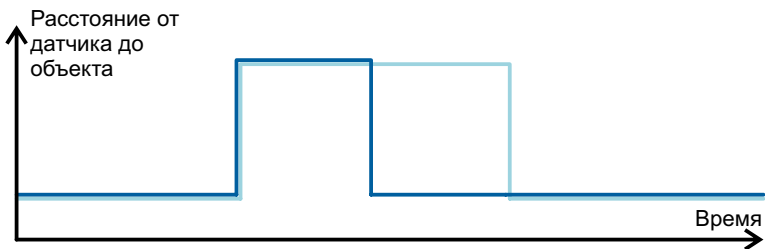


Рисунок 15 – Алгоритм работы датчика со стандартным фильтром

При приближении объекта, датчик максимально быстро реагирует на изменение расстояния; при удалении объекта, измеренное датчиком расстояние задерживается на время, зависящее от силы фильтрации.

Данный алгоритм фильтрации может использоваться, например, при контроле уровня потока жидкости с мусором: пропадание сигнала из-за проплывающего мимо датчика мусора может быть устранено стандартным фильтром.

Алгоритм работы усредняющего фильтра показан на рисунке 16:

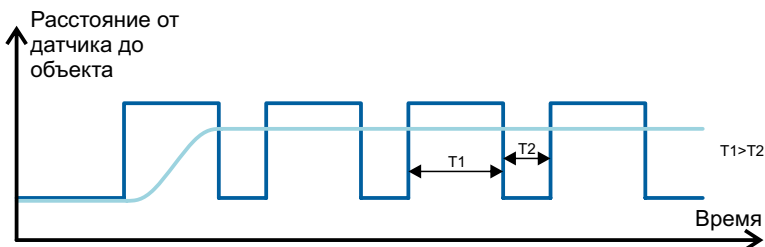


Рисунок 16 – Алгоритм работы датчика с усредняющим фильтром

Производится вычисление среднего арифметического измерений расстояния. Сила фильтрации определяет количество выборок значений измеренного расстояния для фильтрации.

Данный алгоритм фильтрации может использоваться, например, при контроле уровня жидкости, на поверхности которой присутствуют волны без постоянного пенообразования или при контроле провисания резинового полотна, натяжение которого обеспечивается изменение оборотов двигателя с помощью частотного преобразователя.

Алгоритм работы фильтра переднего фронта показан на рисунке 17:

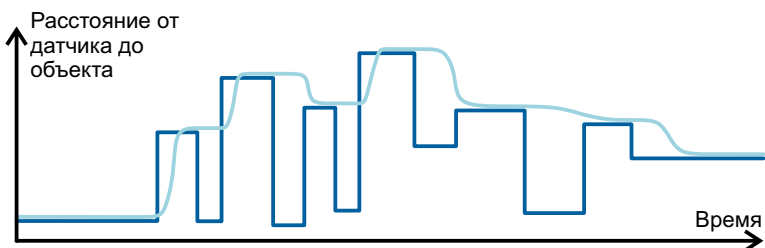


Рисунок 17 – Алгоритм работы датчика с фильтром переднего фронта

Датчик измеряет расстояние до объектов на переднем плане и игнорирует отраженные эхо-сигналы от объектов на дальнем плане.

Алгоритм работы фонового фильтра показан на рисунке 18:

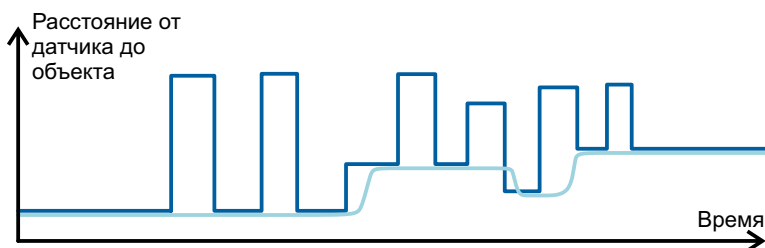


Рисунок 18 – Алгоритм работы датчика с фоновым фильтром

Датчик измеряет расстояние до объектов на дальнем плане и игнорирует отраженные эхо-сигналы от объектов на переднем плане.

Данный алгоритм фильтрации может использоваться, например, при контроле уровня среды в емкости с перемешивающим устройством (мешалкой), влияние помехи в виде лопастей может быть устранено с помощью фонового фильтра.



Настройка фильтрации возможна только для датчика *sks-15/CF* через *IO-Link* интерфейс (см. Приложение А)

### 2.6.11 Режим синхронизации

При необходимости установить два или более датчиков в непосредственной близости друг от друга, то отраженные эхо-сигналы датчиков могут влиять на соседние датчики (см. рисунок 19) из-за того, что датчики излучают импульсы не одновременно.

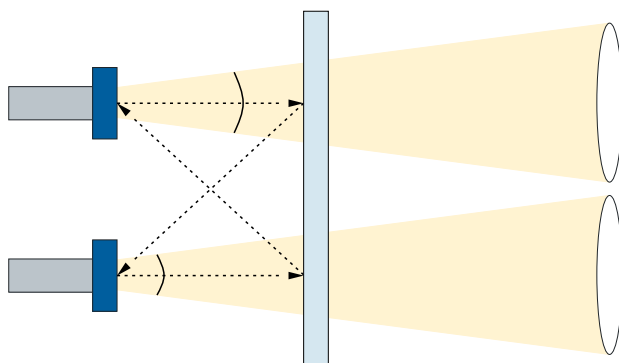


Рисунок 19 – Взаимное влияние датчиков при работе рядом друг с другом

В этом случае, необходимо задействовать режим синхронизации. Для этого необходимо на вход синхронизации (контакт 2) каждого датчика подавать сигнал прямоугольной формы с шириной импульса  $t_i$  и периодом  $t_p$  (см. рисунок 20). Допустимые длительности импульсов и периодов приведены в пункте 2.4 «Технические характеристики». Подача импульсов производится внешним сигналом с ПЛК (синхронизировать можно любое количество датчиков), либо с помощью специального блока *SyncBox2* (синхронизировать можно до 50 датчиков) (см. рисунок 21).

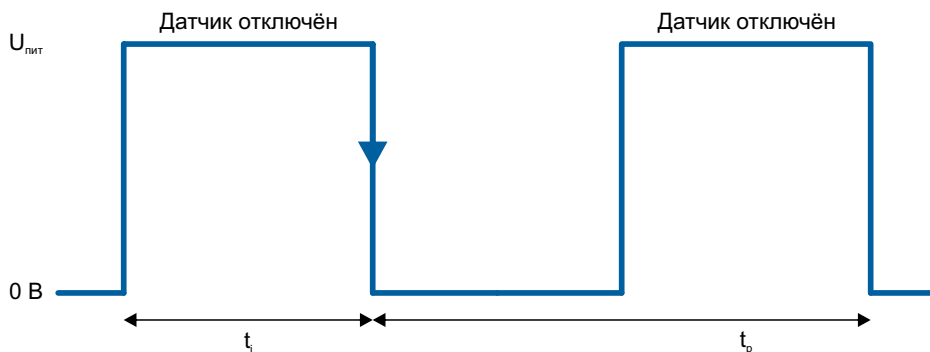


Рисунок 20 – Подача внешнего сигнала синхронизации

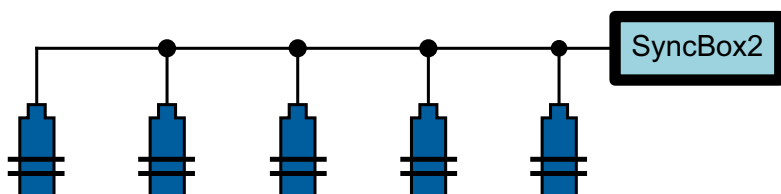


Рисунок 21 – Работа датчиков в режиме синхронизации

Синхронизировать можно датчики разных модификаций, с разными рабочими расстояниями.

*У датчиков sks-15/D, sks-15/E, sks-15/CD, sks-15/CE режим синхронизации отсутствует.*

*Датчики sks-15/CF синхронизируются только при работе по IO-Link с мастер-устройством (см. Приложение А)*

*Подробную информацию о настройке режима синхронизации датчиков при помощи блока синхронизации Вы можете получить в руководстве по эксплуатации на SyncBox2.*

## 2.6.12 Маркировка и пломбирование

**Этикетка на корпусе датчика содержит следующую информацию:**

- условное обозначение датчика в соответствии с таблицей 1;
- страна и город производитель;
- товарный знак предприятия — изготовителя;
- серийный номер партии датчика;
- маркировка CE (европейский знак соответствия).

**Этикетки на упаковке содержат следующую информацию:**

Этикетка 1

- товарный знак предприятия-изготовителя;

- город и страна производитель;
- условное обозначение датчика в соответствии с таблицей 1;
- технические характеристики (рабочий диапазон; напряжение питания; ток потребления без нагрузки; характеристики выходного сигнала датчика);
- код стандарта *Data Matrix*;
- изометрическое изображение датчика;
- серийный номер партии датчика;
- маркировка *CE* (европейский знак соответствия).

#### Этикетка 2

- количество штук в упаковке;
- гарантийный срок;
- условное обозначение датчика в соответствии с таблицей 1;
- наименование датчика; рабочий диапазон; максимальное рабочее расстояние; диаметр резьбы на корпусе; количество светодиодов; типы выходных сигналов; конфигурация разъема;
- наименование фирмы — производителя и его адрес;
- наименование поставщика и его адрес;
- информация о сертификации.

#### 2.6.13 Упаковка

Упаковка датчика обеспечивает его сохранность при транспортировании и хранении. Датчик уложен в потребительскую тару — коробку из картона цилиндрической формы.

#### 2.6.14 Комплектность

Ультразвуковой датчик	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 шт.
Паспорт	1 шт.



# 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

## 3.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Датчики должны эксплуатироваться при нормальном атмосферном давлении.

Датчик корректно работает только при его эксплуатации в воздухе, эксплуатация в других газах (например  $CO_2$ ) или жидкостях невозможна.

Необходимо следить, чтобы температура эксплуатации датчика была в пределах от минус 25 до 70 °С, в противном случае датчик может выйти из строя. Желательно, чтобы температура воздуха между датчиком и объектом измерения была однородной, для корректной работы температурной компенсации.

В случае, если поверхность объекта имеет высокую температуру (более 70 °С), и температура воздуха между датчиком и объектом плавно уменьшается до рабочей (менее 70 °С) в месте монтажа датчика, возможны следующие ситуации:

- уменьшение максимального рабочего расстояния датчика из-за увеличения затухания ультразвуковой волны;
- увеличение погрешности измерения.

Если температура воздуха изменяется резко (например, если измеряется расстояние до раскаленного металла), это может приводить к невозможности измерения. Поскольку ультразвуковая волна будет преломляться на границе раздела холодного и горячего воздуха, и не будет возвращаться к датчику под прямым углом.

Максимальное рабочее расстояние датчика достигается при соблюдении следующих условий:

- хорошие отражающие свойства поверхности объекта (стекло, дерево, пластик, металл, жидкости и т. д.);
- температура окружающего воздуха ~ 20 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха ~ 50 %.

Если объект имеет пористую структуру и хорошо поглощает звук (например, объектом является шерсть, поролон, пена шампанского или пива, перья и т.д.), рабочий диапазон датчика может уменьшиться вплоть до невозможности измерения в принципе.



*Наличие сильного потока воздуха любого направления в пространстве между датчиком и объектом может приводить к некорректным измерениям.*



Рекомендуется при выборе датчика ориентироваться на рабочий диапазон, поскольку влияние изменения температуры воздуха от минус 25 °С до плюс 70 °С и относительной влажности от 0 до 100% заложено в функциональный резерв датчика и характеризуется именно рабочим диапазоном; помимо этого, влияние монтажного положения и различных отражающих свойств объекта невозможно предусмотреть без предварительных испытаний на объекте.

## 3.2 ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

### 3.2.1 Меры безопасности

При подготовке прибора к использованию необходимо соблюдать меры безопасности, описанные в пункте 2.2.

### 3.2.2 Установка прибора

При монтаже датчиков и подготовке их к использованию, необходимо руководствоваться настоящим РЭ, ПУЭ, ПЭЭП.

Монтаж датчика осуществляется на расстоянии до объекта, соответствующем «Зона 2» или «Зона 2 + Зона 3» (см. рисунок 22), в зависимости от условий эксплуатации (см. пункт 3.1 «Эксплуатационные ограничения»); объект не должен находиться на расстоянии от датчика, соответствующем «Зона 1».

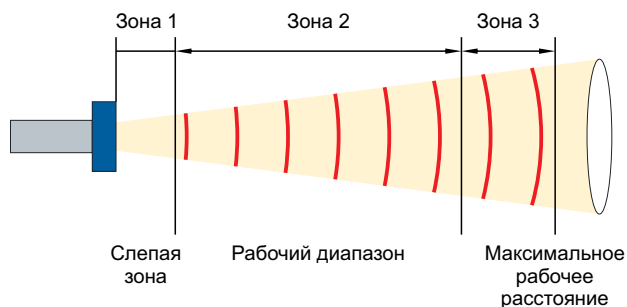


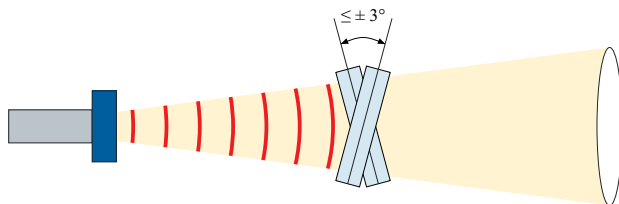
Рисунок 22 – Зоны, соответствующие расстояниям, на которых следует располагать объект

Датчик следует располагать таким образом, чтобы поверхность излучателя находилась напротив объекта. Монтаж осуществляется посредством винтов с резьбовым присоединением М3; максимальный момент при затяжке винтов 0,5 Нм.

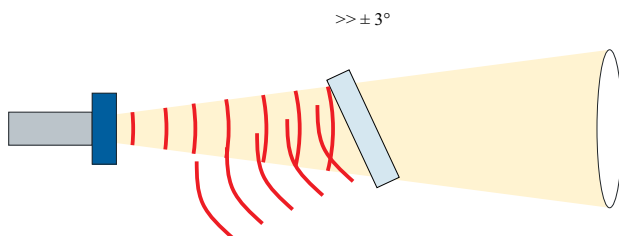
При необходимости монтажа нескольких датчиков, необходимо располагать датчики на таком расстоянии друг от друга, чтобы исключить их взаимное влияние. Если это невозможно, то необходимо задействовать режим «Синхронизации» (см. пункт 2.6.11).

Если объект имеет гладкую однородную поверхность (например, объектом является лист металла или поверхность жидкости), то датчик необходимо располагать перпендикулярно поверхности объекта. Допустимое отклонение датчика от перпендикуляра при монтаже составляет не более 3° (см. рисунок 23); при

большем угле монтажа, отраженный ультразвуковой импульс может не достигнуть датчика, и измерение будет невозможно (см. рисунок 24).

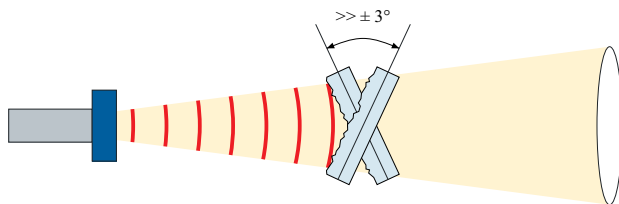


*Рисунок 23 – Допустимый угол монтажа при работе с гладкими поверхностями*



*Рисунок 24 – Отражение ультразвукового импульса под углом*

Если объект имеет неоднородную поверхность (например, объектом является щебень, гравий, песок, зерно и т.д.), то допустимое отклонение датчика от перпендикуляра при монтаже может превышать  $3^\circ$  (см. рисунок 25). Благодаря этому, ультразвуковые датчики могут применяться для измерения уровня сыпучего компонента в емкости, при этом рабочий диапазон датчика из-за рассеяния ультразвуковой волны на неоднородностях поверхности объекта, может уменьшаться.



*Рисунок 25 – Допустимый угол монтажа при работе с неровными поверхностями*

При измерении уровня в емкости, если датчик невозможно расположить вертикально вниз из-за условий монтажа или высокой температуры испарений контролируемой среды, возможно установить датчик сбоку и перенаправить ультразвуковую волну вертикально вниз с помощью гладкого отражателя, расположенного под углом  $45^\circ$  к поверхности излучателя датчика (см. рисунок 26).

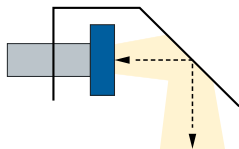


Рисунок 26 – Перенаправление ультразвуковой волны с помощью отражателя

### 3.2.3 Границы зоны распространения ультразвуковой волны

Зона распространения ультразвуковой волны датчиков серии sks-15/... представлена на рисунке 27:

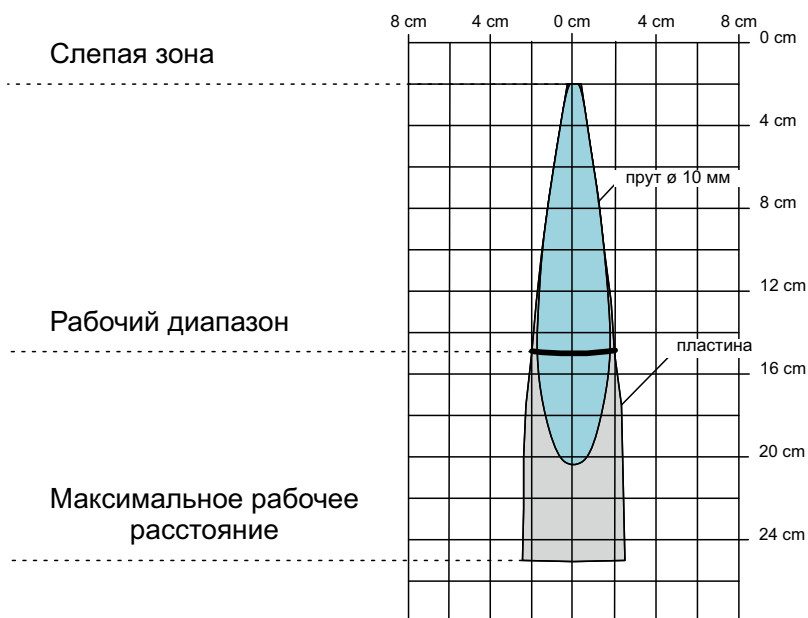


Рисунок 27 – Зона распространения ультразвуковой волны датчиков серии sks-15/...

Голубая область («Прут») на диаграммах обозначает зону, в которой обнаруживается круглый прут диаметром 10 мм;

Черная линия на диаграммах обозначает рабочее расстояние датчика;

Светло-серая область («Пластина») на диаграммах обозначает зону, в которой обнаруживается квадратный отражатель размером 100x100 мм, строго перпендикулярно датчику. Если объект находится за пределами светло-серой области, даже теоретическая возможность измерения отсутствует.



Данные диаграммы составлены при температуре окружающего воздуха 20 °С, относительной влажности 50% и давлении 101,325 кПа.

При других параметрах окружающего воздуха, диаграмма зоны распространения ультразвука может измениться.

## **4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Датчик не требует особого технического обслуживания. При значительном загрязнении излучателя и/или приемника, рекомендовано протирать их рабочую поверхность.

## **5 ХРАНЕНИЕ**

Приборы должны храниться в упакованном виде в закрытых помещениях при температуре от минус 40 °С до плюс 85 °С и относительной влажности воздуха до 90 % без образования конденсата.

## **6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

Транспортирование приборов в транспортной упаковке завода-изготовителя допускается производить любым видом транспорта с обеспечением защиты от пыли, дождя и снега. При этом должны соблюдаться условия, описанные в п. 5 настоящего руководства.

## **7 УТИЛИЗАЦИЯ**

После окончания срока службы прибор подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется.

Прибор не содержит вредных материалов и веществ, требующих специальных методов утилизации. Порядок утилизации определяет организация, эксплуатирующая прибор. При этом следует руководствоваться нормативно-техническими документами, принятыми в эксплуатирующей организации по утилизации черных, цветных металлов и электронных компонентов.

## **8 СЕРТИФИКАТЫ**

Не подлежит обязательной сертификации.

## 9 ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Компания: *microsonic GmbH*

Адрес: 442263 *Dortmund Phoenixseestraße 7*

Страна: Германия

[www.microsonic.de](http://www.microsonic.de)

## 10 ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ РФ (ИМПОРТЕР)

ООО «КИП-Сервис».

Адрес: 350000. РФ. Краснодарский край, г. Краснодар, ул. М Седина. 145/1.

Телефон: (861)255-97-54.

[www.kipservis.ru](http://www.kipservis.ru)

## 11 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Срок бесплатного гарантийного обслуживания 12 месяцев с даты реализации. Поставщик гарантирует ремонт или замену изделия в случае выхода из строя в течение гарантийного срока при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, монтажа, хранения и транспортировки.

# ПРИЛОЖЕНИЕ — РЕЖИМ РАБОТЫ IO-LINK

## РЕЖИМ РАБОТЫ IO-LINK

Датчики серии *skS-15/CF* в соответствии с классификацией протокола IO-Link поддерживают протокол связи *IO-Link V1.1* (более подробную информацию можно получить на сайте [www.io-link.com](http://www.io-link.com)).



*Во время работы через IO-Link режим «обучения» недоступен.*

Датчики *skS-15/CF* циклически передают измеренное расстояние с разрешением 0,1 мм, а также передают состояние дискретного выхода.

Следующие параметры могут быть настроены по протоколу *IO-Link*, используя *IODD* файл (скачать файл Вы можете на сайте производителя [www.microsonic.de/en/IODD](http://www.microsonic.de/en/IODD)):

- расстояние срабатывания (активируется режим одиночного срабатывания);
- точка выключения 1 («расстояние срабатывания» плюс «гистерезис»);
- дальнейшее расстояние срабатывания (активируется режим окна);
- точка выключения 2 («дальнейшее расстояние срабатывания» минус «гистерезис»);



*Точка выключения 1 должна всегда быть больше расстояния срабатывания.*

*Точка выключения 2 должна всегда быть меньше дальнего расстояния срабатывания.*

- включение или отключение «кнопки обучения»;
- дискретный выход НО или НЗ;
- фильтрация измерения (*F00* – нет фильтрации; *F01* – стандартный фильтр; *F02* – усредняющий фильтр, *F03* – фильтр переднего фронта, *F04* – фоновый фильтр);
- сила фильтрации (от 0 до 9);
- включение или отключение температурной компенсации;

Также, возможно при помощи 5-и системных команд, перевести датчик в следующие режимы:

- одиночное расстояния срабатывания, метод А;
- одиночное расстояния срабатывания, метод В;
- режим работы окна (определение точки 1);
- режим работы окна (определение точки 2);
- режим работы с отражателем.

В режиме работы по *IO-Link*, каждый датчик синхронизирован по протоколу *IO-Link* мастера. При работе нескольких датчиков, все датчики синхронизируются, если протокол *IO-Link* мастера обеспечивает синхронизацию.

Для обеспечения минимального времени отклика, время основного цикла опроса *IO-Link* мастером должно удовлетворять следующим требованиям:

*минимальное время цикла* ≤ *время основного цикла* ≤ *минимальное время цикла* + 1,2 мс

Если данного условия достичь нельзя, датчик будет подстраивать время внутреннего цикла измерения к фактическому времени основного цикла опроса. Это будет влиять на время отклика и на фильтрацию измерения.

При установке неверного времени основного цикла датчик отправит сообщение о событии - «неверное время основного цикла» и остановит ультразвуковое измерение.

Если датчик был настроен с помощью процедуры «обучения» рекомендуется произвести сброс на заводские настройки перед использованием датчика в режиме *IO-Link* (см. пункт 2.6.8).

Все параметры, диапазоны настройки, а также адреса, доступные в режиме *IO-Link*, приведены в таблице 6.

**Таблица 6 — Параметры, диапазоны настройки, адреса, доступные в режиме работы IO-Link**

Наименование устройства	sks-15/CF		
Поддержка режима SIO (обычный режим дискретного выхода)	Да		
Минимальное время цикла	8 мс		
Скорость передачи данных	COM 2 (38.400 бит/сек)		
Формат передачи данных	16 Бит, R, UNI16		
Содержание передаваемых данных	Bit 0: состояние дискретного выхода		
	Bit 1-15: измеренное значение расстояния с разрешением 0,1 мм		

Сервисные данные IO-link	Индекс	Доступ	Значение
ID производителя			419
ID устройства			27
URL производителя			www.microsonic.de
Серия датчика			sks



Наименование устройства		sks-15/CF	
Название производителя	0x10	R	microsonic GmbH
Название изделия	0x12	R	sks-15/CF
ID изделия	0x13	R	sks-15/CF
Тип изделия	0x14	R	Ultraschall-Sensor

Данные, предназначенные для настройки датчика	Индекс	Формат	Доступ	Значение по умолчанию	Значение
Рабочий диапазон	0x4B	UNIT 16	RW	5343 1)	5343-8904 (300-500 мм) <sup>1)</sup>
Расстояние срабатывания	0x40	UNIT 16	RW	2671 1)	356-4452 (20-249 мм) <sup>1)</sup>
Точка выключения 1	0x41	UNIT 16	RW	2707 1)	356-4452 (21-250 мм) <sup>1)</sup>
Дальнее расстояние срабатывания	0x47	UNIT 16	RW	535426 1)	356-53426 (22-3000 мм), > 4452 режим окна неактивен <sup>1)</sup>
Точка выключения 2	0x48	UNIT 16	RW	53426 1)	356-53426 (23-3000 мм), > 4452 режим окна неактивен <sup>1)</sup>
Нормальное состояние дискретного выхода	0x42	UNIT 8	R/W	0	0: НЗ, 1: НО
Режим фильтрации	0x43	UNIT 8	R/W	1	0-4: F00 - F04
Сила фильтрации	0x44	UNIT 8	R/W	0	0-9: P00 - P09
«Кнопка обучения»	0x4A	UNIT 8	R/W	1	0: активен; 1: неактивен
Температурная компенсация	0x4C	UNIT 8	R/W	1	0: неактивен; 1: активен

Системные команды	Индекс	Доступ	Значение
Одиночное расстояние срабатывания, метод А	0x02	W	161
Одиночное расстояние срабатывания, метод В	0x02	W	162
Режим работы окна (определение расстояния срабатывания)	0x02	W	165

Наименование устройства		sks-15/CF	
Режим работы окна (определение дальнего расстояния срабатывания)	0x02	W	166
Режим работы с отражателем	0x02	W	164

События	Значение
Настройка датчика не удалась	36000
Параметр был изменен	36001

1) — значение расстояния приведено в относительных единицах с разрешением 0,056 мм (пример: 356 = 20 мм). Значения в таблице — десятичные.



