

# **Газоанализатор "Сенсон-СМ-9001"**

**Руководство по эксплуатации**



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение .....	4
2. Назначение и принцип работы .....	4
3. Выходные сигналы .....	5
4. Особенности и преимущества.....	5
5. Информация для заказа .....	5
6. Основные технические характеристики .....	8
7. Наличие сертификатов.....	9
8. Меры промышленной безопасности .....	9
9. Устройство газоанализатора .....	10
10. Порядок работы .....	11
11. Работа с цифровым интерфейсом.....	12
12. Установка газоанализатора .....	14
13. Возможные неисправности и способы их устранения .....	16
14. Правила транспортирования и хранения .....	17
15. Комплект поставки .....	17
16. Гарантии предприятия-изготовителя .....	17
Приложение А. Применение газоанализаторов "Сенсон-СМ-9001" в составе газоаналитических систем "Сенсон".....	19
Приложение Б. Калибровка газоанализатора	
Б1. Подключение к компьютеру.....	29
Б2. Рекомендации по проведению калибровки.....	33

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Газоанализатор (ГА) "Сенсон" исполнение СМ модель 9001(в дальнейшем "Сенсон-СМ-9001") – эффективный и надежный прибор. Он не требует вмешательства персонала при эксплуатации, прост в установке и обслуживании, при этом обеспечивает высокие метрологические характеристики. Однако, чтобы эти качества проявились в полной мере, перед установкой и подключением газоанализатора внимательно изучите Руководство по эксплуатации!

Газоанализатор "Сенсон" должен применяться только для целей и в условиях, определенных в данном руководстве. Любое несанкционированное изменение конструкции газоанализатора и отдельных его элементов, ненадлежащий монтаж могут привести к деградации заявленных метрологических и эксплуатационных характеристик и стать причиной отказа в гарантийном обслуживании производителя.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

ГА "Сенсон-СМ-9001" – это одноканальный прибор для непрерывного контроля концентрации газа в рабочей зоне в модульном исполнении. Он обеспечивает высокий уровень противоаварийной защиты в зонах, где возможно превышение концентрации горючих и токсичных веществ, а также превышение/снижение концентрации кислорода.

Работа газоанализатора основана на непрерывном преобразовании сигналов, поступающих с газочувствительных сенсоров (чувствительных элементов), в цифровые значения концентрации газов. Полученные значения концентрации транслируются по каналу UART внешним вспомогательным устройствам.

В зависимости от измеряемых веществ, в газоанализаторе используются газочувствительные сенсоры, основанные на различных принципах преобразования:

- полупроводниковый – на изменении электрического сопротивления газочувствительного слоя за счет адсорбции газообразного вещества поверхностью этого слоя;
- электрохимический – на возникновении ЭДС на электродах сенсора при химической реакции с измеряемым веществом;
- термокаталитический – на термохимической реакции горючего вещества с кислородом воздуха на поверхности катализатора чувствительного элемента с выделением тепла и изменением электрического сопротивления сенсора;
- оптический – на избирательном поглощении газами энергии в инфракрасной, видимой и ультрафиолетовой областях спектра.

### 3. ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ

Выходной сигнал газоанализатора – цифровой сигнал по последовательному каналу UART. Для обмена данными служит унифицированный протокол обмена с сообщениями в текстовом формате ASCII.

### 4. ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

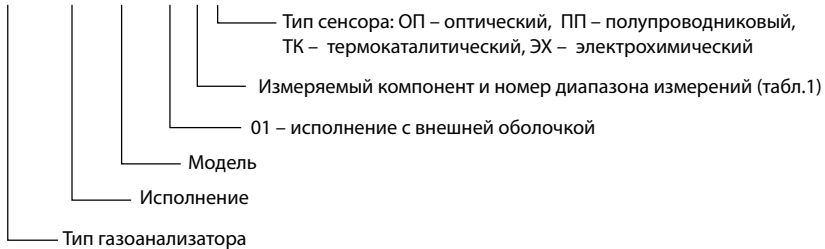
- модульный компактный дизайн;
- возможность автономного использования;
- легкость встраивания в различные газоаналитические системы;
- передача данных по каналу UART с открытым унифицированным протоколом передачи данных;
- подключается к любому компьютеру или промышленному контроллеру;
- возможность интеграции с газоаналитическими системами "Сенсон".

### 5. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Газоанализаторы "Сенсон-СМ-9001" выпускаются в различных вариантах конструктивного исполнения (рис.1).

Обозначение при заказе:

#### Сенсон-СМ-9001-У-Г-С



Сведения о диапазонах измерения, концентрации и относительной погрешности газоанализатора "Сенсон-СД" приведены в табл.2.

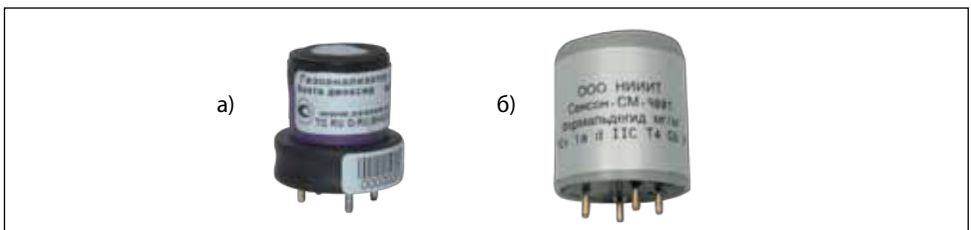


Рис. 1. Газоанализатор "Сенсон-СМ-9001": а) типовой, б) с защитной оболочкой

Таблица 1. Диапазоны измерений и пределы основной относительной погрешности ГА "Сенсон-СД"

Измеряемый компонент	Диапазон измерений, концентрация измеряемого компонента	Пределы основной относительной погрешности $\delta$ , %	Код для заказа (G)
Азота диоксид (NO <sub>2</sub> )	0,01–10 мг/м <sup>3</sup>	±25	NO2-1
	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	±15	NO2-2
	10–500 мг/м <sup>3</sup>	±10	NO2-3
Азота оксид (NO)	0,01–5 мг/м <sup>3</sup>	±25	NO-1
	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	±15	NO-2
	10–1000 мг/м <sup>3</sup>	±10	NO-3
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	0,01–10 мг/м <sup>3</sup>	±25	NH3-1
	0,1–200 мг/м <sup>3</sup>	±15	NH3-2
	10–1500 мг/м <sup>3</sup>	±10	NH3-3
Водород (H <sub>2</sub> )	0,001–1 об. доля, %	±15	H2-1
	0,01–4 об. доля, %	±10	H2-2
	1–100 об. доля, %	±5	H2-3
Водород хлористый (HCl)	0,01–30 мг/м <sup>3</sup>	±25	HCl-1
Гелий (He)	1–100 об. доля, %	±20	He-1
Кислород (O <sub>2</sub> )	0,01–1 об. доля, %	±10	O2-1
	0,1–30 об. доля, %	±5	O2-2
	1–100 об. доля, %	±1	O2-3
Метан (CH <sub>4</sub> )	0,001–1 об. доля, %	±10	CH4-1
	0,01–5 об. доля, %	±10	CH4-2
	1–100 об. доля, %	±5	CH4-3
Метанол (CH <sub>3</sub> OH)	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	±20	CH3OH-1

Измеряемый компонент	Диапазон измерений, концентрация измеряемого компонента	Пределы основной относительной погрешности $\delta$ , %	Код для заказа (G)
Пропан ( $C_3H_8$ )	0,001–2 об. доля, %	$\pm 10$	C3H8-1
Сероводород ( $H_2S$ )	0,01–3 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 20$	H2S-1
	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 10$	H2S-2
	1–200 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 10$	H2S-3
Серы диоксид ( $SO_2$ )	0,01–3 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 15$	SO2-1
	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 10$	SO2-2
Углеводороды ( $C_2-C_{10}$ )	50–3000 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 25$	CH-1
	0,05–1 об. доля, %	$\pm 10$	CH-2
Углерода диоксид ( $CO_2$ )	100–2000 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 20$	CO2-1
	0,01–5 об. доля, %	$\pm 15$	CO2-2
	1–100 об. доля, %	$\pm 10$	CO2-3
Углерода оксид (CO)	0,01–10 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 20$	CO-1
	0,1–300 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 10$	CO-2
	10–3000 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 10$	CO-3
Формальдегид ( $H_2CO$ )	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 25$	H2CO-1
Хлор ( $Cl_2$ )	0,01–3 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 20$	Cl2-1
	0,1–30 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 10$	Cl2-2
Этанол ( $C_2H_5OH$ )	50–5000 мг/м <sup>3</sup>	$\pm 25$	C2H5OH-1
	0,01–3 об. доля, %	$\pm 15$	C2H5OH-2

## 6. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип измерительного прибора	Газоанализатор "Сенсон"
Требования к защитной оболочке	не ниже IP65
Маркировка взрывозащиты	1Ex ia d IIC T4 Gb X
Температура окружающей среды	-60...+50°C
Относительная влажность	До 95%, без конденсации влаги
Давление	От 84 до 120 кПа
Габариты, не более	25×25×35 мм
Масса, не более	30 г
Требования к электропитанию	
Напряжение электропитания:	3,15±0,05 В
Потребляемая электрическая мощность (зависит от типа сенсора), не более	1 Вт
Время отклика на изменение нагрузки, не более	100 мкс
Отклонение входного напряжения под нагрузкой, не более	15 мВ
Кабель для подключения к источнику питания	длина не более 15 см, сечение не менее 0,2 мм <sup>2</sup>
Выходные сигналы	цифровой последовательный канал UART
Типы сенсоров	Оптические, полупроводниковые, термокаталитические, электрохимические, кондуктометрические
Средний срок службы сенсора	До 3 лет
Средний срок службы ГА	10 лет



## 7. НАЛИЧИЕ СЕРТИФИКАТОВ

1. Сертификат соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 012/2011 "О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах".
2. Сертификат соответствия требованиям ГОСТ 12.2.091-2012 (IEC 61010-1:2001 и ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014).
3. Декларация о соответствии ЕАЭС (Евразийский экономический союз).
4. Свидетельство о внесении в Государственный реестр средств измерений.

## 8. МЕРЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

- Газоанализаторы «Сенсон-СМ-9001» необходимо устанавливать в оболочку со степенью защиты не ниже IP65 по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013). Конструкционные материалы оболочки должны обеспечивать фрикционную и электростатическую искробезопасность по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011).
- К работе с газоанализатором допускаются лица, изучившие настоящее Руководство по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, а также документы установленного образца Госгортехнадзора.
- Монтаж и эксплуатация средств энергоснабжения аппаратуры должны соответствовать правилам и нормам "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).
- При работе с газоанализатором должны выполняться мероприятия по технике безопасности в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей", в том числе гл. 3.4 "Электроустановки во взрывоопасных зонах".  
Следует оберегать ГА от ударов по корпусу, вибраций и механических повреждений. Не допускается падение прибора с высоты более 20 см.

При эксплуатации не допускайте попадания пыли, грязи и влаги в отверстия для доступа воздуха к газочувствительному сенсору газоанализатора. Следует периодически удалять загрязнения струей сухого сжатого воздуха.

Во избежание выхода из строя термокаталитических и полупроводниковых сенсоров **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** подача на сенсоры чистого метана, пропана, бутана и других горючих газов и паров с концентрацией более 100% НКПР.

**Не рекомендуется** эксплуатировать газоанализатор при концентрациях контролируемых газов, превышающих номинальные диапазоны измерения (табл.2).

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** эксплуатация газоанализаторов во взрывоопасных зонах без защитной оболочки или с поврежденной защитной оболочкой, а также после истечения срока действия последней государственной поверки.

## 9. УСТРОЙСТВО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Газоанализатор "Сенсон-СМ-9001" выполнен по модульному принципу. Конструктивно он состоит из (рис.2):

- газочувствительного элемента;
- сенсорного модуля.

**Газочувствительный элемент (сенсор)** является неотъемлемой частью газоанализатора. Сенсоры могут быть различных типов:

- термокаталитические (горючие газы);
- оптические (горючие газы, диоксид углерода);
- электрохимические (токсичные газы, водород, кислород);
- полупроводниковые (алканы, сумма углеводородов, водород, оксид углерода).

При смене сенсора изменяются метрологические характеристики прибора. Поэтому замена сенсоров возможна только на заводе-изготовителе или в авторизованном сервис-центре и должна сопровождаться процедурой государственной поверки.

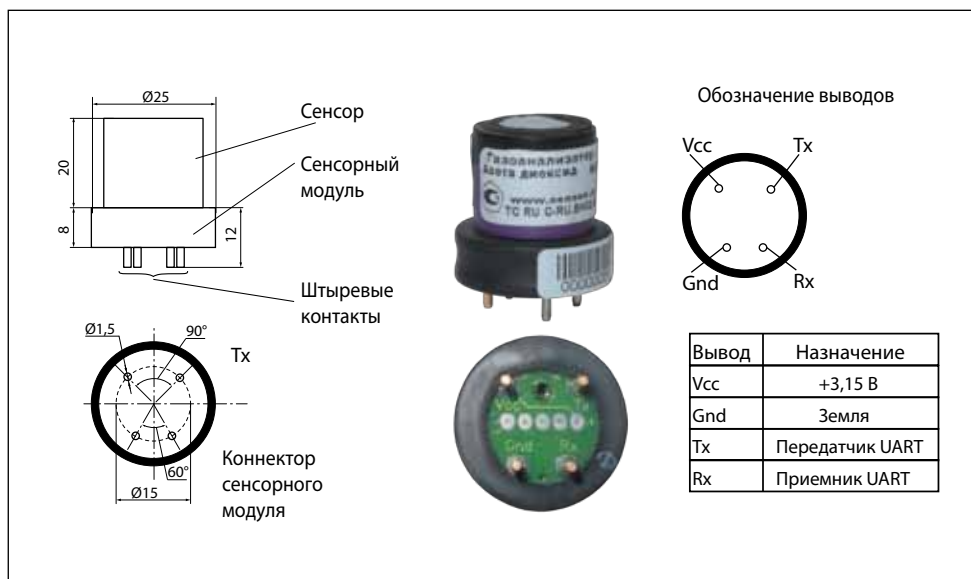


Рис.2. Габаритный чертеж, расположение и назначение выводов газоанализатора "Сенсон-СМ-9001"

**Сенсорный модуль** залит герметизирующим компаундом и защищен электроизолирующей оболочкой. Он реализует все необходимые процедуры как для управления сенсором и обработки его электрических сигналов, так и для сопряжения с внешним оборудованием. Для подключения к внешнему оборудованию сенсорный модуль оснащен коннектором, исключающим возможность неправильного подключения.

## 10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Газоанализатор включается при подаче на него напряжения питания 3,15 В. В зависимости от типа сенсора, выход на рабочий измерительный режим может занять от 15 с до 10 мин.

Газоанализатор "Сенсон-СМ-9001" является встраиваемым модульным устройством, для получения результатов измерений он должен быть подключен к внешнему устройству по последовательному каналу UART. В качестве такого устройства можно использовать компьютер, промышленный контроллер, газоаналитические системы "Сенсон" (Приложение А) или любые другие аналогичные устройства любого производителя.

Общая схема подключения предствлена на рис.3. При подключении необходимо помнить, что метрологические характеристики газоанализатора обеспечиваются только при соблюдении требований к электропитанию (табл.3):

*Таблица 3. Требования к электропитанию ГА "Сенсон-СМ-9001"*

Напряжение электропитания:	3,15±0,05 В
Потребляемая электрическая мощность (зависит от типа сенсора), не более	1 Вт
Время отклика на изменение нагрузки, не более	100 мкс
Отклонение входного напряжения под нагрузкой, не более	15 мВ
Кабель для подключения к источнику питания	длина не более 15 см, сечение не менее 0,2 мм <sup>2</sup>

Работа с прибором реализуется по последовательному цифровому каналу UART. Скорость обмена 9600 бод, формат посылки при обмене по COM-порту: 8 бит, без контроля четности, 1 стоп-бит (8N1). Информационный обмен ведется

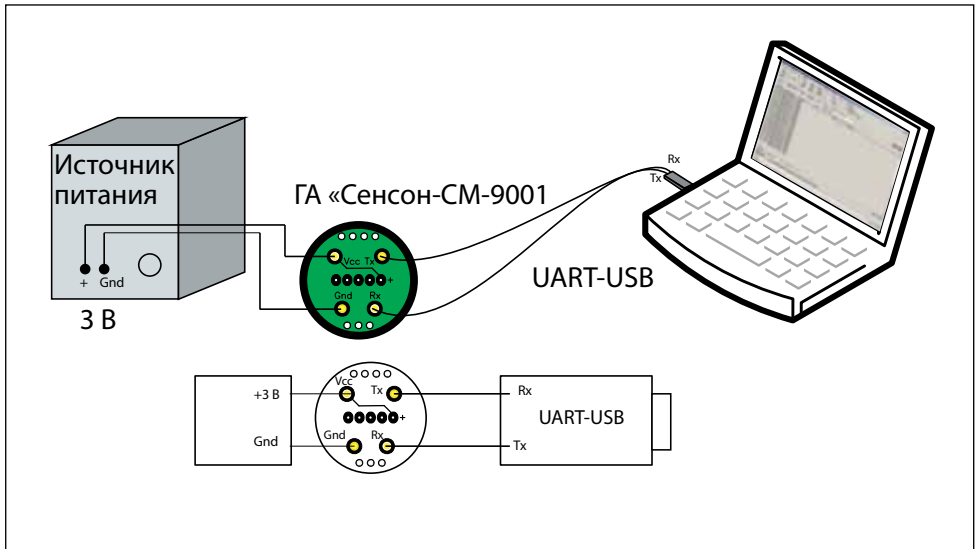


Рис.3. Общая схема подключения газоанализатора "Сенсон-СМ-9001"

командами в ASCII-коде, поэтому можно воспользоваться любой доступной терминальной программой, например, свободно распространяемая программа Terminal, доступна на сайте <https://sites.google.com/site/terminalbpp>

## 11. РАБОТА С ЦИФРОВЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

### Общие сведения о системе команд

В газоанализаторах "Сенсон" используется унифицированная система команд.

Общий вид командной посылки

@InstrName\_ <Arg1>, ..., <ArgN> CR LF

где @ – префикс;

InstrName – имя команды (4 символа);

\_ – знак пробела;

<Arg1>, ..., <ArgN> – возможные аргументы команды;

CR и LF – постфикс, два символа ("возврат каретки" и "перевод строки", 0xD и 0xA в шестнадцатеричной системе счисления, 13 и 10 – в десятичной).

Префикс и постфикс обрамляют любую команду. Для удобства мы будем записывать символы постфикса CR LF как #013#010 (как в ряде терминальных

программ, в том числе Terminal). Например, команда чтения данных записывается как @RRDT#013#010.

В качестве десятичного разделителя используется точка. Все измеренные значения и вводимые числовые параметры записываются в формате с фиксированной точкой.

Первый аргумент отделен от имени команды пробелом, все последующие – запятой, без пробела.

Команды делятся на команды чтения, записи и команды-процедуры (калибровка). Для работы с газоанализатором "Сенсон-СМ-9001" достаточно только команд чтения. Команды чтения служат для получения измеренных значений концентрации, а также для считывания необходимых параметров прибора.

Команды записи и калибровки предназначены для заводской настройки прибора. Подробнее об этих процедурах, а также о подключении ГА к компьютеру см. Приложение Б.

### Получение измеренных значений концентрации

Для чтений значения концентрации служит команда @RADT#013#010.

Устройство отвечает на нее командой @RADT y, где y - измеренное значение концентрации.

Для удобства работы в составе газоаналитических систем предусмотрена команда @RRDI#013#010, ответ на которую содержит сразу три параметра – заводской номер газоанализатора (IS), измеренное значение концентрации (DT) и то же значение, преобразованное для драйвера канала "Токовая петля 4-20 мА" (DI). Формат ответа на команду @RRDI#013#010: @RADI DI,DT,IS (например, @RADI 65535,850,17300001).

Параметр DI вычисляется по формуле

$$DI = 2^{16} \frac{(DT - C_L)}{C_H - C_L} \text{ [мА];}$$

где  $C_H$  и  $C_L$  – верхний и нижний пределы шкалы измерения газоанализатора, указанные в паспорте. Концентрация  $C_H$  и выше соответствует 20 мА,  $C_L$  и ниже – 4 мА.

### Чтение служебных параметров

Помимо концентрации, газоанализатор "Сенсон-СД-9001" позволяет считать ряд служебных параметров (табл.4).

**Внимание!** При работе по цифровому интерфейсу не отправляйте команды чаще, чем раз в 1 с. В случае непрохождения команды повторите ее отправку через 1 с.

Таблица 4. Параметры ГА "Сенсон-СМ-9001", записанные при производстве и калибровке

Параметр	Команда чтения	Пример ответа
Код предприятия-изготовителя	@RRIM#013#010	@RAIM Senson
Серийный номер	@RRIS#013#010	@RAIS 17300001
Дата изготовления (день:месяц:год)	@RRDS#013#010	@RADS 20:09:17
Дата калибровки или замены	@RRCD#013#010	@RRCD 21:09:17
Регистрационный номер CAS определяемого компонента	@RRCA#013#010	@RACA 74-82-8
Тип сенсора	@RRKS#013#010	@RAKS OptoDyn
Единица измерения	@RRUT#013#010	@RAUT percentV
Верхний предел шкалы измерения	@RRCH#013#010	@RACH 5
Нижний предел шкалы измерения	@RRCL#013#010	@RACL 0

В случае ошибки устройство выдаст команду ошибки вида

@ERzz, где zz – код ошибки.

При возникновении ошибки ввода пароля для записи параметров генерируется ответ @EPWR.

## 12. УСТАНОВКА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

### Выбор места установки

Место установки ГА выбирают в зависимости от:

- типа газа;
- возможного места утечки и скопления газа, специфики направления движения воздушных потоков;
- удобства монтажа и обслуживания прибора.

Газоанализаторы монтируют вблизи зоны возможного газовыделения. Высота установки прибора зависит от физических свойств газов и характера работы персонала. Газы тяжелее воздуха (например, углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), хлор ( $\text{Cl}_2$ ) и др.) будут скапливаться ближе к полу. Для них ГА устанавливают на высоте не более 1,5 м от пола. Более лёгкие газы (например, водород ( $\text{H}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и др.) будут подниматься вверх. Для них ГА нужно монтировать в верхней части помещения. Для газов, плотность которых близка к воздуху (например, угарный газ  $\text{CO}$ ), место расположения ГА определяется направлением потоков воздуха. Для контроля токсичных газов ГА располагают на уровне органов дыхания человека: для сидящего в операторной – 150 см, в остальных помещениях – 180 см.

Следует минимизировать задержку распространения газовых примесей от источника до газоанализатора. Для этого необходимо учитывать специфику движения воздушных потоков в конкретном помещении. Принудительная вентиляция или система кондиционирования воздуха полностью меняют естественное направление потоков и, следовательно, оптимальные места расположения газоанализаторов. При постоянно работающей вытяжной вентиляции, формирующей воздушные потоки со скоростью более 0,1 м/с, воздух с примесями будет перемещаться к месту вытяжки по кратчайшему расстоянию от точки утечки, независимо от плотности газа.

При монтаже ГА необходимо учитывать его доступность для технического обслуживания и периодической поверки.

***Внимание! Правильное размещение газоанализатора – залог его эффективной работы!***

### 13. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Газоанализатор "Сенсон" – высоконадежный прибор. При надлежащем соблюдении правил эксплуатации, транспортировки и хранения неисправности маловероятны. Если же отказ произошел, он с максимальной вероятностью обусловлен одной из двух причин: нарушением электрических контактов в разъемных соединениях и выходом из строя чувствительных элементов. В первом случае с неисправностью может справиться пользователь, во всех остальных – необходимо вмешательство сервисных служб.

Обращаем внимание, что газоанализатор "Сенсон-СМ-9001" является неразборным для пользователя прибором. Поэтому при возникновении неисправности, убедившись, что проблема не в неверном подключении к внешним устройствам, обращайтесь в службу сервиса!

*Таблица 5. Способы локализации некоторых возможных неисправностей*

Неисправность	Способ устранения
Прибор не отвечает ни на одну из команд по цифровому интерфейсу	1. Проверьте полярность подключения кабеля электропитания и проводов Tx, Rx 2. Проверьте правильность настроек в компьютере (выбор и подключение COM-порта, наличие драйвера преобразователя UART-USB и др.)
Прибор отвечает на команды чтения служебных параметров, но не выдает корректный ответ на команду запроса концентрации @RRDT	Проверьте, не нарушено ли соединение сенсора с сенсорным модулем.
Прибор выдает заведомо неверные значения концентрации	Проверьте исправность газового тракта, а также проницаемость защитных фильтров (если есть). Для проверки снимите все защитные фильтры и подайте ПГС с помощью газовой камеры непосредственно на газоанализатор, как это изложено в Методике поверки

В случае невозможности локализовать и устранить неисправность, **ОБРАЩАЙТЕСЬ В СЕРВИСНУЮ СЛУЖБУ** предприятия-изготовителя или в авторизованный сервисный центр!



## 14. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

Транспортирование упакованных газоанализаторов может производиться всеми видами транспорта без ограничения расстояния, скорости и высоты. Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать разделу 10 условиям 3 ГОСТ 15150-69.

При перевозке открытым транспортом газоанализаторы в упаковке должны быть защищены от воздействия атмосферных осадков.

При транспортировании должны соблюдаться правила перевозок, действующие на транспорте соответствующего вида.

Условия хранения газоанализатора должны соответствовать условиям хранения в закрытых неотапливаемых помещениях (ГОСТ 15150-69, раздел 10, условия хранения 3).

В окружающем воздухе не должно содержаться коррозионно-активных газов и паров.

В зимнее время вскрытие транспортных ящиков должно производиться только после их выдержки в течение 2 ч в сухом отапливаемом помещении.

## 15. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. Газоанализатор;
2. Паспорт;
3. Руководство по эксплуатации;
4. Маркировочная этикетка с серийным номером;
5. Дополнительные принадлежности (по выбору заказчика):
  - 5.1. Поверочная насадка-адаптер;
  - 5.2. Пульт калибровки ПК-01
  - 5.3. Преобразователь интерфейса UART-USB для связи с ПК;
  - 5.4. Барьер искробезопасности БИ-Exia-130-24;
  - 5.5. Пломба пластиковая номерная одноразовая.

Примечание: По желанию заказчика комплект заказа может быть изменен или дополнен.

## 16. ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие стационарного газоанализатора "Сенсон" требованиям технических условий ТУ 26.51.53-002-17182181-2017.

Предприятие-изготовитель гарантирует работу ГА при соблюдении условий

эксплуатации потребителем, а также условий транспортирования и хранения.

Срок службы ГА при соблюдении изложенных в настоящем документе правил эксплуатации, транспортирования и хранения, а также при своевременной замене газовых сенсоров и расходных материалов составляет 10 лет.

В паспорте указан ориентировочный срок службы газового сенсора. Необходимость замены сенсора определяется при очередной проверке работоспособности или при госповерке.

Гарантийный срок службы ГА (в том числе сенсоров) составляет 12 месяцев со дня продажи.

Гарантийный срок хранения ГА – 9 месяцев с момента изготовления.

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель обязуется безвозмездно устранять выявленные дефекты или заменять вышедшие из строя части либо весь прибор, если он не может быть исправлен на предприятии-изготовителе. После завершения гарантийного периода предприятие-изготовитель обеспечивает постгарантийное сервисное обслуживание.

Гарантийные обязательства прекращаются:

- при обнаружении механических повреждений прибора,
- при наличии воды, грязи, посторонних предметов и насекомых внутри корпуса ГА,
- при изменении конструкции ГА и несанкционированном изменении настроек;
- при снижении чувствительности сенсоров в результате работы в среде недопустимо высоких концентраций активных газов.

Восстановление утерянного паспорта на ГА и отметок госповерки проводится за дополнительную плату.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ "СЕНСОН-СМ-9001" В СОСТАВЕ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ "СЕНСОН"**

Для удобства применения газоанализаторов "Сенсон-СМ-9001" разработаны ряд комплектов вспомогательного оборудования (табл.А1). Совместно с газоанализатором "Сенсон-СМ-9001" они образуют газоаналитические системы. В составе этих систем газоанализатор "Сенсон-СМ-9001" именуется интеллектуальным сенсорным модулем (ИСМ). При этом средством измерения является только ИСМ, именно этот модуль подлежит периодической поверке. Соответственно, при этой процедуре не нужно демонтировать остальное оборудование газоаналитических систем. Конструкция газоаналитических систем ориентирована на предельную простоту смены ИСМ, без применения каких-либо специальных инструментов.

Вспомогательное оборудование газоаналитических систем выполнено во взрывобезопасном исполнении вида "взрывонепроницаемая оболочка" или "искробезопасная цепь" уровня ia. Ех-маркировка: 1Ex d IIC T6 (взрывонепроницаемая оболочка) либо 1Ex ia IIC T4 X (искробезопасная цепь). Номинальное напряжение электропитания – 24 В постоянного тока, допустимый диапазон – 18–27 В. Степень защиты корпуса от внешних воздействий по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) – IP66.

Мы предлагаем ряд вариантов комплектации газоаналитических систем, позволяющий выбрать конфигурацию, в наибольшей степени соответствующую особенностям и условиям эксплуатации. Все газоаналитические системы группируются в две линейки: СД и СВ ("Сенсон-СД-xxxx-СМ" и "Сенсон-СВ-xxxx-СМ") (табл.А1).







В линейке СД представлены базовые модели систем ("датчики"). Она включает модули, обеспечивающие подключение ИСМ, электропитание и обмен данными с внешними устройствами по каналам "Токовая петля 4–20 мА" и RS-485 (протокол MODBUS RTU). Однако у газоаналитических систем данной линейки нет средств индикации и управления внешними устройствами.

Линейка СВ является функциональным расширением линейки СД. Каждому представителю линейки СД соответствует газоаналитическая система линейки СВ, возможности первого средствами индикации измеренной концентрации, сигнализации о превышении порогов, встроенной клавиатурой для настройки, средствами управления внешними устройствами.

Каждая из линеек содержит три группы устройств, различающихся только вариантами конструктивного исполнения, и соответственно – ограничениями на условия эксплуатации.

Наиболее стойкими к внешним воздействиям являются системы группы 1 – "Сенсон-СД-7031-СМ" и "Сенсон-СВ-5021-СМ", соответственно. Модули этих систем выполнены во взрыв-

Таблица А1. Газоаналитические системы "Сенсон"

Группа	Особенности	Линейка "Сенсон-СД"	Линейка "Сенсон-СВ"
1	<p>Корпус:            нержавеющая сталь,            алюминиевый сплав            Ex-маркировка:            1Ex d IIC T6            Температурный            диапазон: -60...50 °С</p>	 <p>СД-7031-СМ</p>	 <p>СВ-5021-СМ            (6 вариантов            исполнения)</p>
2	<p>Корпус:            алюминиевый сплав            Ex-маркировка:            1Ex ia IIC T4            Температурный            диапазон: -40...50 °С</p>	 <p>СД-7033-СМ</p>	 <p>СВ-5023-СМ</p>
3	<p>Корпус: пластик            Ex-маркировка:            1Ex ia IIC T4            Температурный            диапазон: -30...50 °С</p>	 <p>СД-7032-СМ</p>	 <p>СВ-5022-СМ</p>

возащищенных корпусах (нержавеющая сталь и алюминиевый сплав) типа "взрывонепроницаемая оболочка" и допустимым диапазоном температуры эксплуатации от -60 до +50 °С.

Системы группы 2 – "Сенсон-СД-7033-СМ" и "Сенсон-СВ-5021-СМ" – выполнены в корпусе из алюминиевого сплава. Они обладают взрывозащитой вида "искробезопасная цепь" уровня ia и могут эксплуатироваться при температурах от -40 до +50 °С.

Системы группы 3 – "Сенсон-СД-7032-СМ" и "Сенсон-СВ-5022-СМ" – выпускаются в пластиковых корпусах. Они также обладают взрывозащитой вида "искробезопасная цепь" уровня ia и могут эксплуатироваться при температурах от -30 до +50 °С.

Конечно, газоаналитические системы имеют и другие незначительные различия, связанные с особенностями их конструктивного исполнения и назначением (табл. А2).

### Линейка "Сенсон-СД".

Система "Сенсон-СД-7031-СМ" представляет собой модуль коммутации и трансляции МКТ-1м с цилиндрический корпусом из нержавеющей стали (рис. А1) с легкоъемной

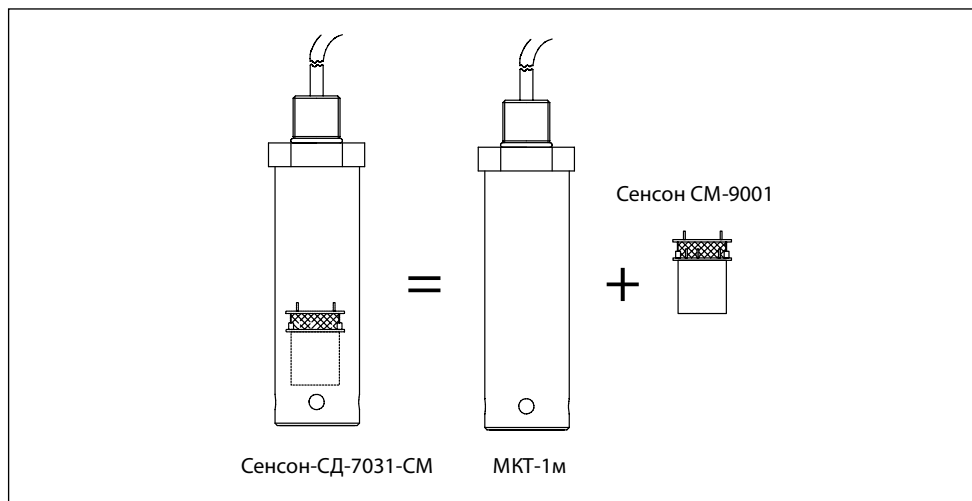


Рис.А1. Система газоаналитическая "Сенсон-СД-7031-СМ"

крышкой. Внутри корпуса устанавливается газоанализатор "Сенсон-СМ- 9001"

Система "Сенсон-СД-7032-СМ" (рис.А2) выполнена в пластмассовом корпусе. ИСМ подключается к модулю МКТ-1п. Для подключения ИСМ служит специальный на внешней поверхности корпуса, закрытый защитной крышкой.

Таблица А2. Основные особенности газоаналитических систем "Сенсон"

Название	Вспомогательное оборудование (модули)	Материал корпуса	Вид взрывозащиты	Температурный диапазон, °С	Индикатор и клавиатура	Интерфейсы		Реле	Звуковая сигнализация
						Токовая петля 4–20 мА	RS-485		
Сенсон-СД модель 7031	МКТ-1м	Нержавеющая сталь	d-оболочка	-60...50	Нет	Есть	Есть	Нет	Нет
Сенсон-СД модель 7032	МКТ-1п	Пластик	Искробезопасная цепь ia	-30...50	Нет	Есть	Есть	Нет	Нет
Сенсон-СД модель 7033	МКТ-2м	Алюминиевый сплав	Искробезопасная цепь ia	-40...50	Нет	Есть	Есть	Нет	Нет
Сенсон-СВ модель 5021	МКТ-1м, МКИУС	Нержавеющая сталь, алюминиевый сплав	d-оболочка	-60...50	Есть	Есть*	Есть*	Есть	Возможно подключение
Сенсон-СВ модель 5022	МКТИ-1п	Пластик	Искробезопасная цепь ia	-30...50	Есть	Есть	Нет	Есть	Есть
Сенсон-СВ модель 5023	МКТИ-1м	Алюминиевый сплав	Искробезопасная цепь ia	-40...50	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть

\* Не во всех системах группы "Сенсон-СВ-5021-СМ", см. табл. А3

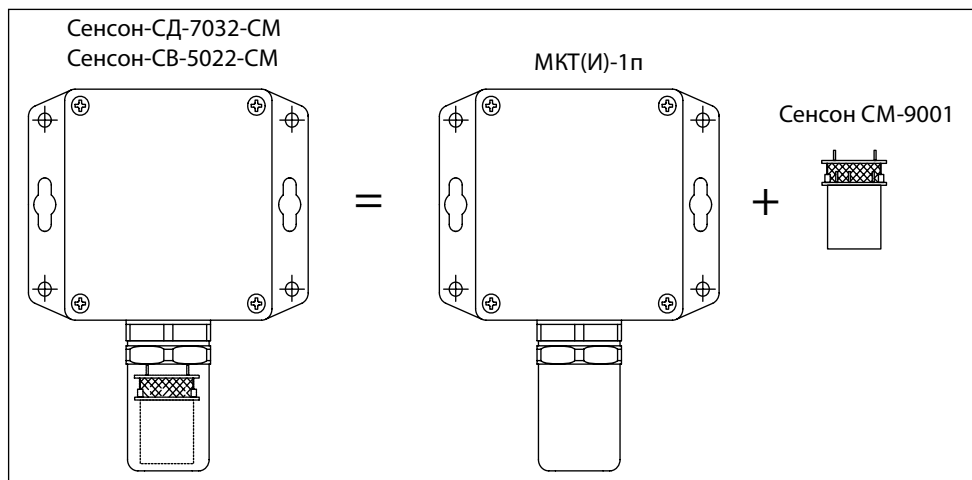


Рис.А2. Система газоаналитическая "Сенсон-СД-7032-СМ" и "Сенсон-СВ-5022-СМ"

Система "Сенсон-СД-7031" имеет металлический корпус с двумя кабельными вводами и системой звуковой сигнализации. ИСМ присоединяется аналогично модели 7032 (рис.А3). Предусмотрена модификация 7033-01 с защитной крышкой, снабженной патрубками для принудительного пробоотбора.

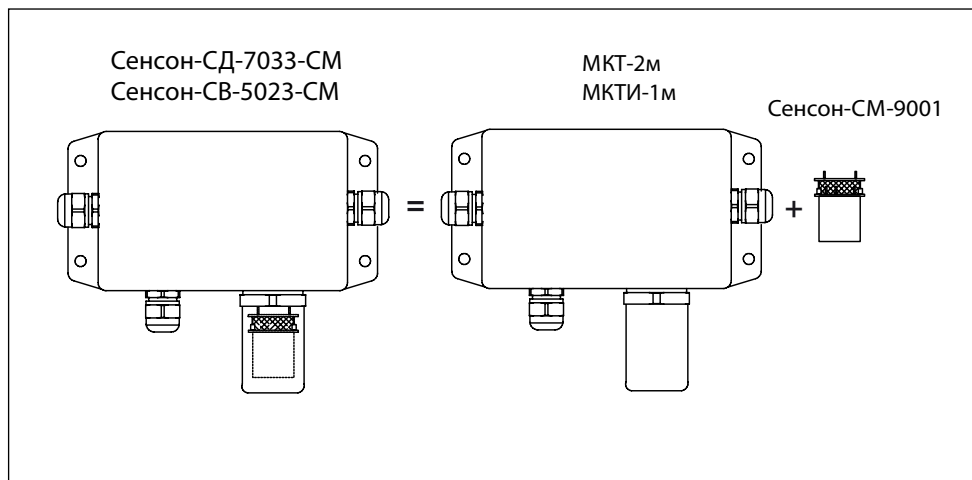


Рис.А3. Система газоаналитическая "Сенсон-СД-7033-СМ" и "Сенсон-СВ-5023-СМ"

## Линейка "Сенсон-СВ"

Системы линейки "Сенсон-СВ" располагают большими, чем системы линейки "Сенсон-СД", возможностями в части автономного применения. Как правило, все модели этой линейки оборудованы системой цифровой индикации, клавиатурой для настройки, исполнительными реле, системами звуковой сигнализации.

### • Группа систем "Сенсон-СВ-5021-СМ" (табл.А3)

Вспомогательное оборудование этой группы выполнено в виде двух блоков (рис.А4):

- модуля МКТ-1м с установленным в нем ИСМ;
- модуля коммутации, индикации, управления и сопряжения МКИУС.

Все системы линейки "Сенсон-СВ-5021-СМ" имеют интерфейс "токовая петля 4–20 мА".

Вид взрывозащиты – "взрывонепроницаемая оболочка".

Системы линейки "Сенсон-СВ-5021" делятся на две основные группы: релейные и сетевые. Сетевые (исполнения 5021-03 и -13) поддерживают цифровой интерфейс RS-485, но не имеют исполнительных реле. Релейные (5021, 5021-02, -10 и -12), наоборот, имеют исполнительные реле, канал RS-485 в них отсутствует.

Модуль МКТ-1м может быть либо непосредственно вкручен в блок МКИУС, либо подключаться к нему посредством кабеля длиной 1,8 м (может изменяться по специальному заказу).

Возможны исполнения без индикации и клавиатуры (для снижения энергопотребления).

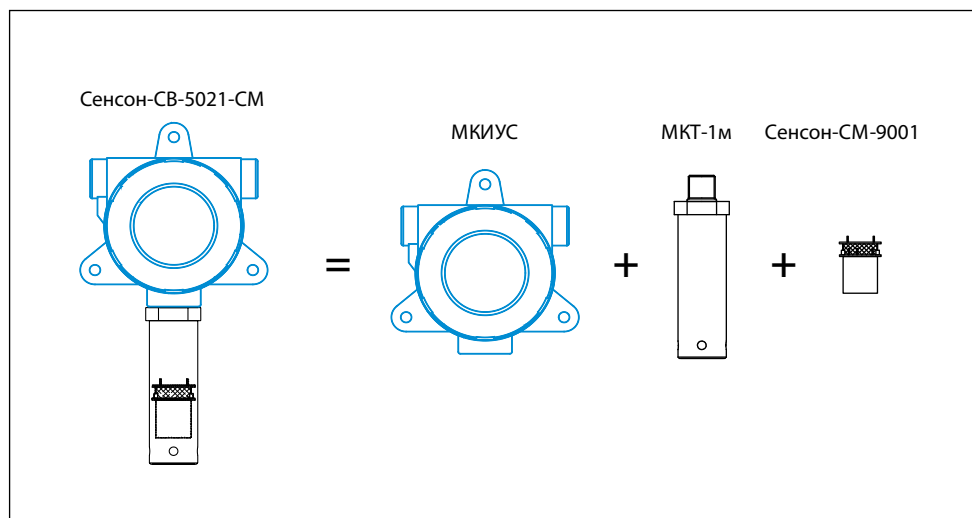


Рис.А4. Система газоаналитическая "Сенсон-СВ-5021-СМ"



Таблица А3. Особенности газоаналитических систем группы "Сенсон-СВ-5021-СМ"

Система	Описание
СВ-5021 (релейная)	С индикатором, электронными ключами "сухой контакт". Передача информации по интерфейсу "Токовая петля 4–20 мА". Измерительный модуль встроен в прибор
СВ-5021-02 (релейная, без индикатора)	Без индикатора, с электронными ключами "сухой контакт". Передача информации по интерфейсу "Токовая петля 4–20 мА". Измерительный модуль встроен в прибор
СВ-5021-03 (сетевая)	С индикатором. Передача информации по интерфейсу "Токовая петля 4–20 мА" и RS-485 (MODBUS RTU). Измерительный модуль встроен в прибор
СВ-5021-10 (релейная)	С индикатором, электронными ключами "сухой контакт". Передача информации по интерфейсу "Токовая петля 4–20 мА". Измерительный модуль – удаленный (кабель, 1,8 м)
СВ-5021-12 (релейная, без индикатора)	Без индикатора, с электронными ключами "сухой контакт". Передача информации по интерфейсу "Токовая петля 4–20 мА". Измерительный модуль – удаленный (кабель, 1,8 м)
СВ-5021-13 (сетевая)	С индикатором. Передача информации по интерфейсу "Токовая петля 4–20 мА" и RS-485 (MODBUS RTU). Измерительный модуль – удаленный (кабель, 1,8 м)

Системы газоаналитические "Сенсон-СВ-5022-СМ" и "Сенсон-СВ-5023-СМ" выполнены в пластиковом и металлическом корпусе, соответственно (см. рис.А2 и А3). Обе системы имеют взрывозащиту вида "искробезопасная цепь" уровня ia, цифровой индикатор и клавиатуру, три исполнительных реле и встроенную звуковую сигнализацию, а также интерфейс "Токовая петля 4–20 мА".

Система "Сенсон-СВ-5023-СМ" дополнительно поддерживает цифровой интерфейс RS-485, то есть может работать и автономно, и в составе сети. Предлагается модификация "Сенсон-СВ" модель 5023-01, у которой защитная крышка ГА снабжена патрубками для принудительного пробоотбора.

Подробнее информация о каждой газоаналитической системе "Сенсон" представлена в Руководстве по эксплуатации соответствующей системы и доступна на сайте [www.gazoanalizators.ru](http://www.gazoanalizators.ru)



Рис.А5. Извлечение ИСМ из корпуса МКТ-1м

### Замена газоанализаторов "Сенсон-СМ-9001" в составе газоаналитических систем "Сенсон"

Для подключения ИСМ к газоаналитической системе "Сенсон" (при начальной установке или для замены) достаточно открутить защитную крышку и вставить газоанализатор в коннектор. Его конструкция исключает возможность неправильной установки. В системах

В модулях МКТ-1м ИСМ устанавливается внутрь корпуса (рис.А5), в остальных модулях – снаружи, под защитной крышкой (рис.А6). Конструкция газоаналити-



Рис.А6. Установка ИСМ

ческих систем предельно проста смены ИСМ, без применения каких-либо специальных инструментов. В случае модулей с видом взрывозащиты "искробезопасная цепь" возможна смена ИСМ без отключения электропитания ("горячая замена").

После установки газоанализатора "Сенсон-СМ-9001" в коннектор необходимо закрутить защитную крышку.

**Внимание! Закручивайте защитную крышку только рукой, не прилагая усилий для затягивания резьбового соединения!**

Для удобства эксплуатации рекомендуем установить на корпус модуля, в котором размещен ИСМ, знак "Сенсон-СМ-9001" с указанием его заводского номера, приведенного в паспорте. Для этого можно воспользоваться этикеткой с серийным



Рис.А7. Пример маркировки установленного ИСМ: а) с использованием самоклеящейся этикетки, б) с помощью подвесной бирки

номером, входящей в комплект поставки газоанализатора "Сенсон-СМ-9001", либо подвесной биркой – пломбой пластиковой номерной (рис.А7)

Все газоаналитические системы "Сенсон" с видом взрывозащиты "искробезопасная цепь" необходимо подключать через барьеры искрозащиты. В частности, рекомендуем использовать специально разработанные для данных систем барьеры искробезопасности БИ-Ехia-130-24 (рис.А8).



Рис.А8. Барьер искробезопасности БИ-Ехia-130-24

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КАЛИБРОВКА СТАЦИОНАРНЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ "СЕНСОН"

Рекомендуется периодически (в зависимости от конкретных условий работы) в интервале между поверками производить проверку работоспособности ГА путем подачи на сенсор газовой смеси с концентрацией газа в пределах указанного в паспорте диапазона измерения.

### Б1. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К КОМПЬЮТЕРУ. СИСТЕМА КОМАНД

Благодаря модульной архитектуре, при калибровке газоанализаторов "Сенсон" достаточно работать только с интеллектуальными сенсорными модулями (ИСМ), представляющими собой газоанализатор "Сенсон-СМ-9001". Метрологические характеристики определяются именно ИСМ. Возможно два варианта калибровки ИСМ – в составе прибора (системы) и отдельно. Однако различия заключаются только в способе подключения к компьютеру.

ИСМ соединяются с компьютером через последовательный порт UART (COM-порт). Для реализации данного режима в современных компьютерах удобнее всего воспользоваться стандартными переходниками UART-USB.

В газоанализаторах и газоаналитических системах без внешнего канала RS-485 ("Сенсон-СВ-5021", "Сенсон-СВ-5022") необходимо извлечь ИСМ из прибора, открыв защитную крышку. ИСМ должен подключаться к компьютеру через переход-

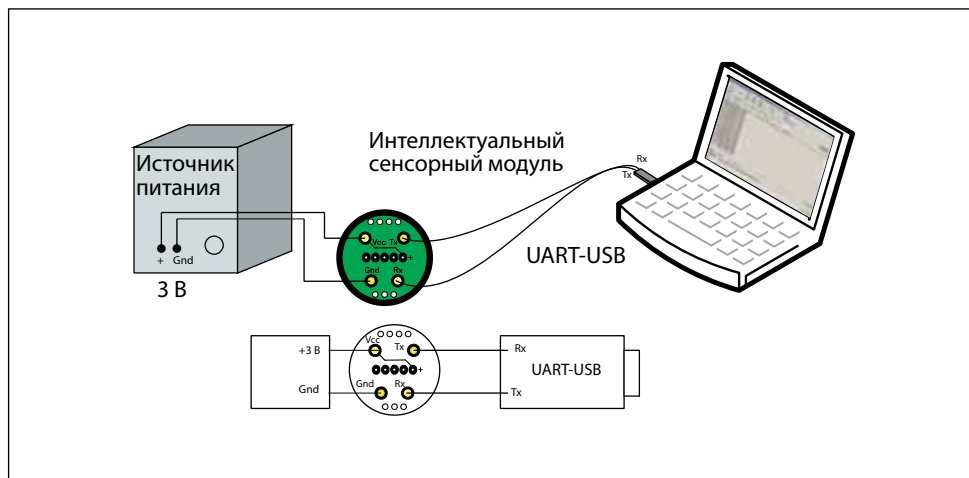


Рис.Б1. Подключение интеллектуальных сенсорных модулей к компьютеру

ник USB-UART, как показано на рис.Б1. На ИСМ необходимо подать напряжение 3,15 В. Мы рекомендуем питать ИСМ от отдельного источника электропитания. Для достижения требуемых метрологических характеристик при калибровке он должен обладать временем отклика на напряжение под нагрузкой не более 100 мкс и обеспечивать отклонение входного напряжения под нагрузкой не более 15 мВ. ИСМ необходимо подключать к внешнему источнику кабелем сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup> и длиной до 15 см.

Для калибровки и настройки ИСМ мы рекомендуем воспользоваться калибровочным пультом ПК-01, поставляемым Производителем.

Для моделей газоанализаторов и газоаналитических систем с выходом RS-485 калибровку можно производить как извлекая ИСМ из прибора (описано выше), так и без извлечения ИСМ. Для этого необходимо подключить ГА к компьютеру по каналу RS-485, как указано в предыдущих разделах данного Руководства по эксплуатации, используя любой доступный на рынке переходник RS-485-USB (может поставляться Производителем по запросу как опция).

При любом из двух описанных способов подключения ИСМ должен быть связан с компьютером в режиме виртуального СОМ-порта. Параметры подключения: режим 8 бит, 1 стоп-бит, без контроля четности (8N1), скорость обмена 9600 бит/с. Информационный обмен с ИСМ ведется командами в ASCII-коде, поэтому для калибровки можно воспользоваться любой доступной терминальной программой (например, свободно распространяемая программа Terminal, доступна на сайте <https://sites.google.com/site/terminalbpp>).

## 2. Общие сведения о системе команд калибровки и контроля

В газоанализаторах "Сенсон" используется унифицированная система команд. Общий вид командной посылки

@InstrName\_ <Arg1>, ..., <ArgN> CR LF

где @ – префикс; InstrName – имя команды (4 символа); \_ – знак пробела; <Arg1>, ..., <ArgN> – возможные аргументы команды; CR и LF – постфикс, два символа ("возврат каретки" и "перевод строки", 0xD и 0xA в шестнадцатеричной системе счисления, 13 и 10 – в десятичной).

Префикс и постфикс обрамляют любую команду. Для удобства мы будем записывать символы постфикса CR LF как #013#010 (как в ряде терминальных программ, в том числе Terminal). Например, команда чтения данных записывается как @RRDT#013#010.

В качестве десятичного разделителя используется точка. Все измеренные значения и вводимые числовые параметры записываются в формате с фиксированной точкой. Первый аргумент отделен от имени команды пробелом, все последующие – запятой, без пробела.

### Виды имен команд

Команды делятся на команды чтения, записи и команды-процедуры (калибровка).

**Для чтения** данных используются команды вида @Rxx#013#010, где xx – имя запрашиваемого параметра (например, для запроса концентрации используется параметр DT).

Устройство отвечает командой @Rxx <Arg1>, ..., <ArgN> ,

где <Arg1>, ..., <ArgN> – запрошенные параметры (их может быть несколько).

Например, ответ на запрос концентрации @RADT#013#010: @RADT 2.35

**Для записи** параметров при калибровке используются команды вида

@WCxx <PwC><Arg1>,[<Arg2>,<Arg2>...]#013#010,

где PwC – калибровочный пароль (сообщается производителем).

В случае успешной записи устройство отвечает командой

@Rxx <Arg1>,[<Arg2>,<Arg2>...].

Пример. Запись верхнего предела измерений (5% об. доля)

@WCC2 5#013#010

Ответ @RAC2 5.

Проверить значение этого параметра можно в любой момент командой

@RRC2#013#010

В ответ получите @RAC2 5.

**Для процедур калибровки** используются команды вид

@CSxx <PwC><Arg1>,[<Arg2>,<Arg2>...]#013#010

В случае успешного прохождения команды устройство ответит

@RAyy <Arg1> ,

где yy – имя параметра (может отличаться от xx).

В случае ошибки устройство выдаст команду ошибки вида

@ERzz,

где zz – код ошибки.

**Внимание! При калибровке и работе по цифровому интерфейсу избегайте посылать одновременно две команды!** Не отправляйте команды чаще, чем раз в 1 с. В случае непрохождения команды повторите ее отправку через 1 с. **Помните, что число циклов записи/удаления в энергонезависимую память ограничено!**

### 3. Установка соединения

- Подключите ГА или только ИСМ, как описано в п.1. Предварительно убедитесь в том, что на компьютере установлены необходимые драйверы переходника RS-485–USB (или UART–USB). Они входят в комплект поставки переходников и всегда доступны на сайте их производителей;

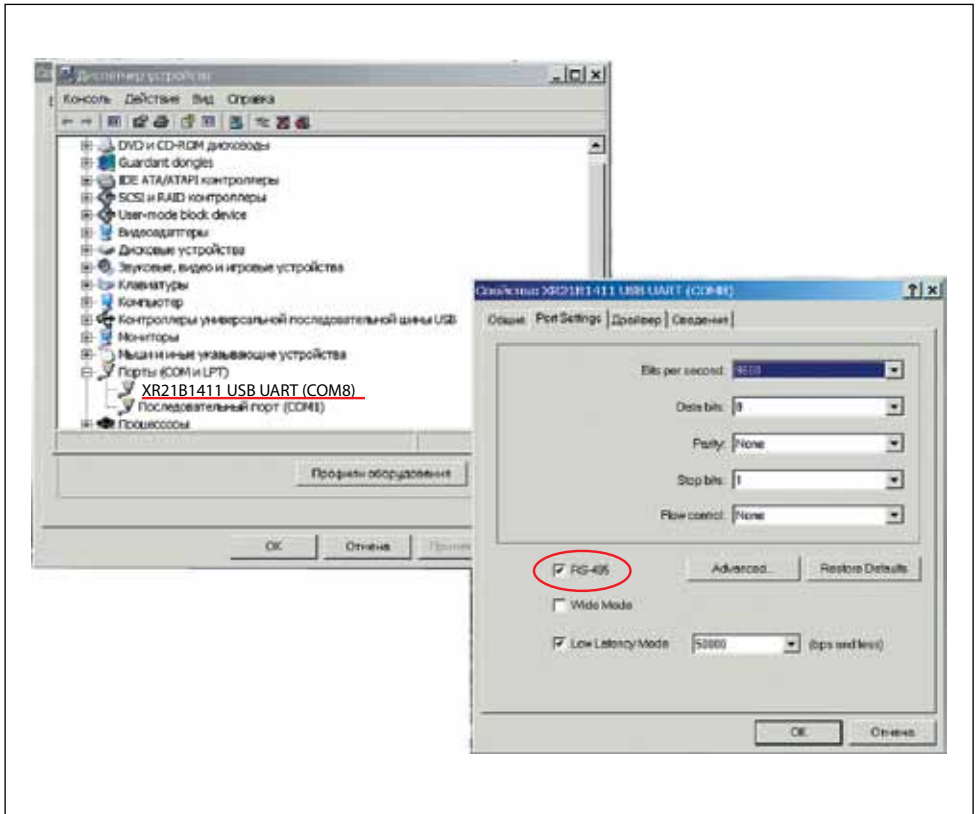


Рис.Б2. Определение номера COM-порта на вкладке Диспетчер устройств и установка режима RS-485

- определите номер COM-порта, соответствующего подключенному переходнику. На компьютерах с ОС Windows воспользуйтесь для этого вкладкой Диспетчер устройств (рис.Б2);
- в случае подключения по интерфейсу RS-485 в окне Свойства устройства не забудьте включить режим RS-485 (если такая опция есть) (см. рис.Б2);
- запустите терминальную программу (например, свободно распространяемую программу Terminal, доступна на сайте <https://sites.google.com/site/terminalbpp>), проверив правильность настроек параметров обмена;
- проверьте установленное подключение, отправив команду @RR00#013#010. Прибор должен ответить @TEST-OK.



#### 4. Общие настройки

Перед началом калибровки проверьте общие настройки ИСМ.

При производстве и калибровке в ГА записываются следующие данные:

Параметр	Команда чтения
Код предприятия-изготовителя	@RRIM#013#010
Серийный номер	@RRIS#013#010
Дата изготовления	@RRDS#013#010
Дата калибровки или замены	@RRCD#013#010
Код определяемого компонента по таблице CAS	@RRCA#013#010
Тип сенсора	@RRKS#013#010
Единица измерения	@RRUT#013#010

Последовательно считайте эти значения и сравните их с данными в паспорте прибора. В случае расхождения значений обратитесь к производителю!

## Б2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КАЛИБРОВКИ

### 1. Базовая процедура калибровки чувствительности по поверочным газовым смесям

Единственный способ проверки правильности функционирования ГА – измерения в среде газа известной концентрации. Для каждого газа используется свой источник поверочной газовой смеси (ПГС). Такие измерения должны производиться в нормальных климатических условиях (температура  $20 \pm 5$  °С, давление  $760 \pm 30$  мм рт.ст., влажность  $60 \pm 5\%$ ) и при отсутствии в атмосфере контролируемых газов. Перед началом работы ГА выдерживают в нормальных условиях не менее 1 ч. Порядок проведения калибровки зависит от типа ИСМ. Сначала рассмотрим общую для всех типов процедуру калибровки (базовую процедуру), а затем – специфические особенности калибровки каждого типа ИСМ.

ПГС на газочувствительный сенсор подается через специальную насадку – адаптер для подачи газов. Ее поставляют предприятие-изготовитель ГА по заказу пользователей. Допускается применение других насадок с замкнутым объемом 1–10 см<sup>3</sup> над отверстиями сенсора, обеспечивающих движение газа по касательной к входному отверстию сенсора. Как правило, такие насадки должны иметь штуцер для подачи ПГС и одно или несколько отверстий для выхода газа.

Концентрацию ПГС желательно выбирать в 1,25–1,5 раза больше заданного порога концентрации для данного газа и объекта (для анализаторов кислорода –

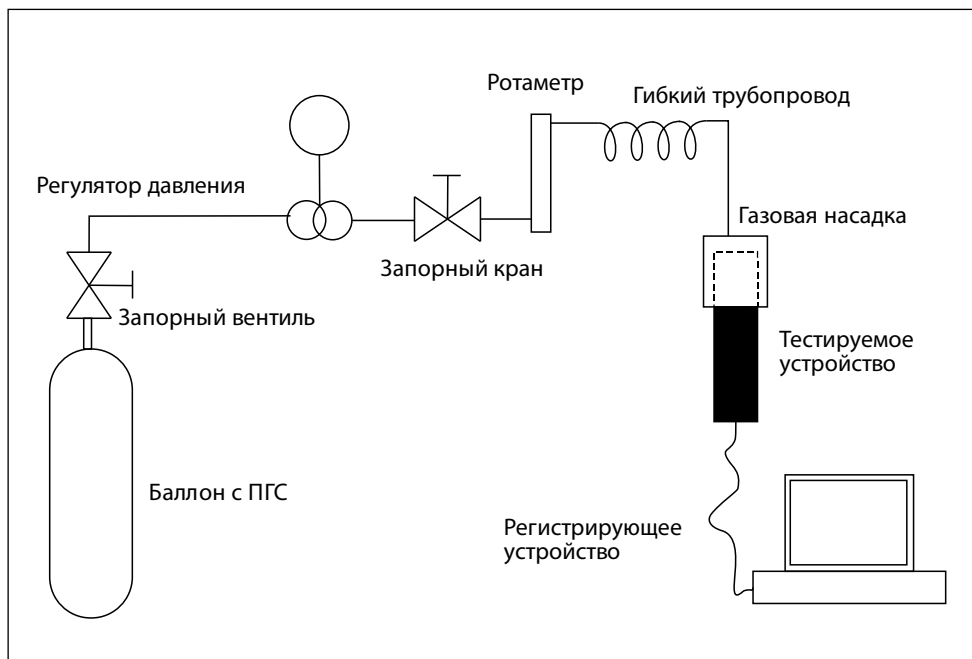


Рис.Б3. Стенд для работы с неопасными газами, без вытяжных устройств и защитных систем

больше верхнего и меньше нижнего), но не менее 0,1 и не более 0,75 от максимума диапазона измерения.

Прежде всего, зафиксируйте начальные (фоновые) показания. Они должны быть нулевыми (кроме каналов потребления кислорода). При необходимости, воспользуйтесь генератором чистого воздуха.

После подачи газовой смеси на предварительно включенный прибор дождитесь стабилизации показаний (не менее 5 мин). Разница между паспортными значениями концентрации ПГС и показаниями ГА должна быть меньше относительной погрешности, указанной в табл.2 Руководства по эксплуатации. В противном случае необходимо провести повторную настройку/калибровку ГА.

После прекращения подачи ПГС на сенсор снимите газовую насадку и зафиксируйте возврат показаний к нулевым (фоновым) значениям.

Более подробно условия калибровки, источники ПГС и способы подачи ПГС на чувствительный элемент описаны в Методике поверки газоанализаторов "Сенсон" (МП 205-21-2017).

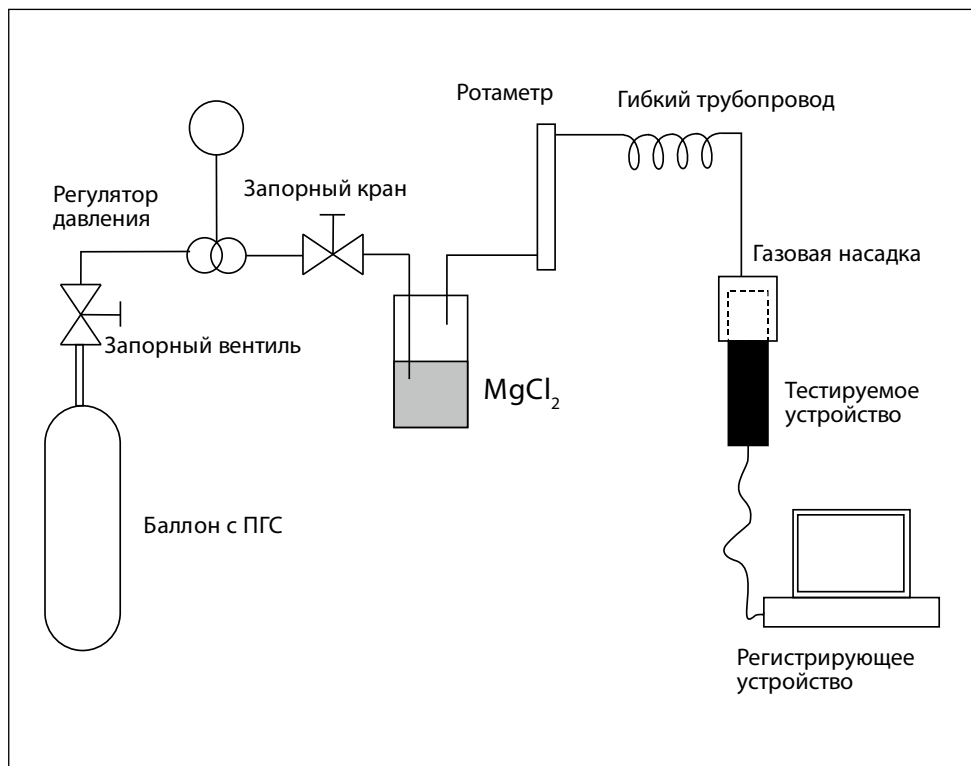


Рис.Б4. Стенд для работы с полупроводниковыми датчиками

## 2. Калибровочные стенды

Для калибровки рекомендуем использовать специальные стенды.

**Стенд 1** (рис.Б3) предназначен для работы с неопасными газами, химический состав и концентрация которых не требует использования специальных вытяжных устройств и защитных систем. Концентрация таких газов в ПГС ниже НКПР и ниже разовых ПДК для рабочих зон. Стенд используется для калибровки приборов с электрохимическими, термокаталитическими и оптическими сенсорами. Основные рабочие газы –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{O}_2$ .

**Стенд 2** (рис.Б4) предназначен для работы с полупроводниковыми датчиками.

Рабочие газы –  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ .

Он аналогичен стенду 1, за исключением:

- наличия системы увлажнения воздуха;

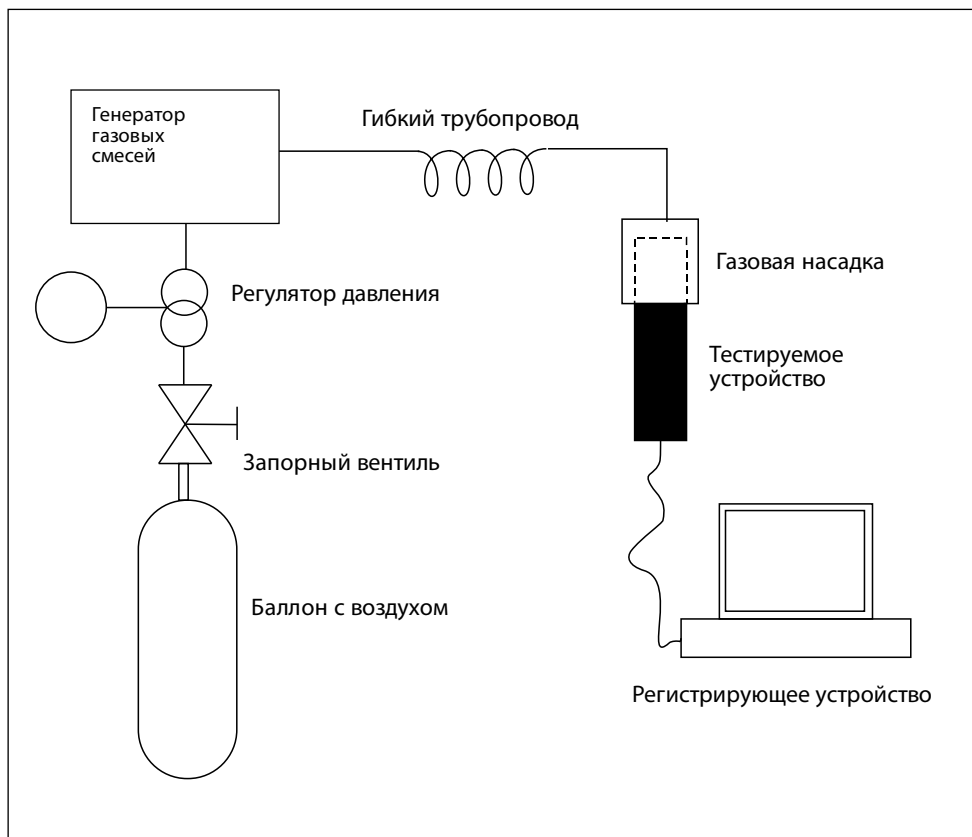


Рис.Б5. Стенд для работы с опасными газами

- калибровка проводится по двум ПГС – ПГС1 и ПГС 2. ПГС3 используется для контроля.

ПГС увлажняются посредством барботирования через сосуд (склянка Дрекслея) с насыщенным раствором солей ( $MgCl_2$ ,  $NaCl$ ).

**Стенд 3** (рис.Б5) предназначен для работы с опасными газами. Он ориентирован на ГА с электрохимическими сенсорами. Рабочие газы –  $HCl$ ,  $H_2S$ ,  $Cl_2$ ,  $NH_3$ ,  $SO_2$ ,  $CH_2O$ , меркаптаны.

В качестве источника ПГС используется генератор газовых смесей "Микрогаз-ФМ" совместно с генератором чистого воздуха либо с баллоном с чистым воздухом. Рабочее место должно быть оборудовано вытяжным шкафом.

### 3. Порядок базовой калибровки

Калибровку следует производить по двум значениям концентрации ПГС ( $C_{\text{ПГС}}$ ):

$C1 = C_{\text{ПГС1}}$  и  $C2 = C_{\text{ПГС2}}$ , причем  $C_{\text{ПГС1}} < C_{\text{ПГС2}}$ .

В общем случае,  $C_{\text{ПГС1}} = 0$ . В случае полупроводниковых ИСМ  $C_{\text{ПГС1}} \neq 0$ .

#### 1. Калибровать по ПГС1

Подключите прибор к источнику ПГС1 (в случае полупроводникового сенсора или если в атмосфере лаборатории может содержаться целевой газ). Концентрация ПГС1  $C1$  не должна превышать 1/3 от нижнего предела изменений сенсора.

Убедитесь в стабильности показаний прибора, периодически (не менее 10 раз с интервалом 5 с) подавая команду @RRDT#013#010. ИСМ вернет измеренную концентрацию командой @RADT <C>. Разброс значений концентрации  $C$  не должен отличаться более чем на погрешность изменения, указанную в табл.2 Руководства по эксплуатации.

Когда значения стабилизируются, подайте команду

@CSC1 <PwC>,<C1>#013#010.

При калибровке по нулевой концентрации целевого газа подайте команду

@CSC1 <PwC>,0#013#010.

Проверьте определяемую концентрацию командой @RRDT#013#010. Значение концентрации  $C$  не должно отличаться от  $C1$  больше чем на погрешность изменения, указанную в табл.2.

#### 2. Калибровать по ПГС2

Подключите прибор к источнику ПГС2. Концентрация ПГС2  $C2$  должна быть не менее 2/3 от верхнего предела изменений сенсора.

Убедитесь в стабильности показаний прибора, периодически (не менее 10 раз с интервалом 5 с) подавая команду @RRDT#013#010. ИСМ вернет измеренную концентрацию командой @RADT <C>. Разброс значений концентрации  $C$  не должен отличаться более чем на погрешность изменения, указанную в табл.2 Руководства по эксплуатации.

Когда значения концентрации стабилизируются, подайте команду

@CSC2 <PwC>,<C2>#013#010.

Проверьте определяемую концентрацию командой @RRDT#013#010. Значение концентрации  $C$  не должно отличаться от  $C2$  больше чем на погрешность изменения, указанную в табл.2.

#### 3. Задать границы шкалы измерения

Настройка необходима для работы интерфейса "Токовая петля 4-20 мА".

Командой @WCCL <PwC>,<CL>#013#010 записать нижнее значение диапазона измерения концентрации  $C_L$  (соответствует 4 мА).

Командой @WCCH <PwC>,<CH>#013#010 записать верхнее значение диапазона измерения концентрации  $C_H$  (соответствует 20 мА).

#### 4. Проверить работу с новыми калибровками

Подайте ПГС с известной концентрацией  $C$  ( $C_1 < C < C_2$ ).

Измерьте концентрацию командой @RRDT#013#010. Убедитесь, что измеренное значение не отличается от паспортного значения ПГС больше чем на погрешность изменения, указанную в табл.2.

Если калибровка проводится в составе прибора, убедитесь, что сила тока  $I$  в интерфейсе "Токовая петля 4-20 мА" соответствует значению, вычисляемому по формуле

$$I = 16 \frac{(C - C_L)}{C_H - C_L} + 4 \text{ [мА]}.$$

По завершении калибровки в рамках процедуры поверки установите дату поверки командой @WCCD <PwC>,<dd:mm:yy>#013#010,

где dd – число, mm – месяц, yy – последние две цифры года проведения калибровки (например, 22:08:17 – 22 августа 2017 года).

#### 4. Специфические особенности калибровки ИСМ различных типов

Мы рассмотрели базовые принципы калибровки, общие для всех ИСМ. Однако порядок калибровки ИСМ зависит от его типа:

- полупроводниковый ИСМ;
- электрохимический ИСМ;
- термокаталитический ИСМ;
- оптический (MIPEX или Dynament) ИСМ.

Для каждого из них предусмотрена своя процедура калибровки, в добавление к базовой.

#### Калибровка полупроводниковых ИСМ

1. Откалибруйте нагреватель сенсора:

- отключить нагреватель командой @WRWH 0#013#010 ( $WH = 0$ );
- определить температуру окружающей среды в месте проведения калибровки с помощью термометра с точностью до  $0,5^\circ\text{C}$ ;
- выдержать ИСМ при температуре окружающей среды ( $T = 20 \pm 3^\circ\text{C}$ ) не менее 2 мин;

- откалибровать сопротивление нагревателя командой @CSR0<PwC>,<T>#013#010, где T – измеренная температура окружающей среды. Прибор вернет значение сопротивления нагревательного элемента в лабораторных условиях R0 (Ом) посылкой @RAR0 <R0>. Сопротивление R0 должно находиться в интервале от 8 до 20 Ом, в зависимости от типа сенсора. Если есть сомнения в том, что нагреватель остыл, можно повторить калибровку через 10–15 с. Значение R0 в этом случае должно быть не больше предыдущего;
  - включить нагреватель командой @WCWH <PwC>,1#013#010 (WH = 1);
  - убедитесь посредством команды @RRTN#013#010, что установилась требуемая температура нагревателя ( $450 \pm 1^\circ\text{C}$  или иная, указанная в паспорте).
2. Выполните базовую калибровку чувствительности по поверочным газовым смесям.

**Важно:**

$C_{\text{ПГС1}}$  должна отличаться от 0.

$C_{\text{ПГС2}}$  не должна превышать 50% НКПР для целевого газа (например, не более 2,2% об. доли для метана).

**Калибровка электрохимических ИСМ**

При калибровке электрохимических ИСМ необходимо задать два основных параметра – коэффициент усиления трансимпедансного усилителя и смещение точки 0.

1. Определите необходимый коэффициент усиления.

В паспорте каждого электрохимического сенсора указывают точность изменения (разрешение, resolution) R [ppm] и чувствительность (sensitivity) S [мкА/ppm]. Вычислите значение тока, соответствующего единице разрешения  $I_0 = R \times S$ . Этот параметр, умноженный на коэффициент усиления  $K_y$  трансимпедансного усилителя, должен в 4 раза превышать напряжение, соответствующее единице шкалы АЦП сенсорного модуля (745 мкВ).

Коэффициент усиления можно определить по формуле  $K_{y \min} = (2980 \text{ [мкВ]}) / (R \times S)$ .

В данной формуле в параметрах R и S единицы измерения концентрации (ед.) должны совпадать (например, ppm). Значение параметра S должно быть приведено к мкА (ед./мкА, например, ppm/мкА).

2. Выполните настройку коэффициента усиления встроенного трансимпедансного усилителя. Для этого:

- проверьте текущее значение коэффициента усиления, подав команду @RRRG#013#010. Сенсор вернет параметр RG в команде @RARG <RG>.

Этому параметру соответствует коэффициент усиления:

Значение RG	Коэффициент усиления, $\times 10^3$
1	2,75
2	3,5
3	7
4	14
5	35
6	120
7	350

- Задайте коэффициент усиления  $K_y$  командой @WCRG <PwC>,<RG>#013#010.

3. Установите смещение внутреннего нуля усилителя. Необходимо, чтобы верхний предел диапазона измерения концентрации  $C_{\max}$  не превышал диапазона шкалы АЦП. По умолчанию, точка внутреннего нуля усилителя соответствует 50% напряжения питания ИСМ, т.е.  $V_{cc} = 1,5$  В. Однако она может быть смещена до уровней 20%  $V_{cc}$  и 67%  $V_{cc}$ . Убедитесь, что при максимальной концентрации не произойдет превышения шкалы АЦП:

- проверьте, что  $C_{\max} \times S \times K_y \times 10^{-6} \leq 1,5$  В (размерность  $C_{\max}$  [ед.] и  $S$  [ед./мкА]);
- если это соотношение не выполняется, необходимо сместить точку внутреннего нуля усилителя, воспользовавшись командой @WCIZ <PwC>,<IZ>#013#010. Если этого не достаточно, необходимо снизить коэффициент усиления  $K_y$ .

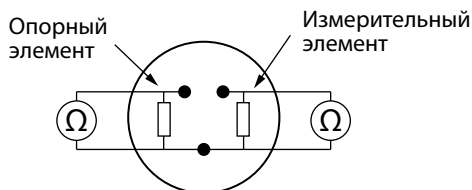
4. Выполнить базовую калибровку чувствительности по поверочным газовым смесям.

Значение IZ	Смещение напряжения внутреннего нуля усилителя относительно напряжения питания ( $V_{cc} = 3$ В)
1 (по умолчанию)	50% (1,5 В)
0	20% (0,6 В)
2	67% (2,1 В)



### Калибровка термокаталитических ИСМ

1. Извлеките из ИСМ чувствительный элемент (термокаталитический сенсор). С помощью омметра убедитесь, что значения сопротивления опорного и измерительного элементов сенсора в холодном состоянии не различаются более чем на 10% и находятся в диапазоне 8–15 Ом. В стандартном корпусе термокаталитического сенсора выводы опорного и измерительного элемента расположены согласно схеме (вид со стороны выводов):



2. Выполните базовую калибровку чувствительности по ПГС.

### Калибровка оптических ИСМ

1. Включите сенсорный модуль и выдержите его во включенном состоянии не менее 10 мин.

2. Выполните базовую калибровку чувствительности по ПГС.