



ОКП 42 1512

**Анализатор газовый промышленный модели  
«АнОд» КС 50.250-000-01  
Трансмиттер**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
КС 50.250-000-01 РЭ**



Самара

## Содержание

<b>Содержание .....</b>	<b>2</b>
<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Описание и работа .....</b>	<b>4</b>
1.1 Назначение.....	4
1.2 Технические характеристики.....	5
1.3 Комплектность анализатора.....	6
1.4 Устройство анализатора .....	7
1.5 Принцип работы анализатора .....	9
1.6 Работа аналитического блока анализатора.....	11
1.7 Обеспечение требований взрывозащиты.....	14
1.8 Маркировка.....	15
1.9 Упаковка .....	16
<b>2 Использование по назначению .....</b>	<b>17</b>
2.1 Общие указания по эксплуатации .....	17
2.2 Указание мер безопасности .....	17
2.3 Размещение и монтаж.....	17
2.4 Порядок установки, подготовка к работе, запуск.....	18
2.5 Использование анализатора .....	19
2.6 Кнопка управления анализатором.....	20
2.7 Программное обеспечение .....	21
<b>3 Техническое обслуживание .....</b>	<b>28</b>
3.1 Подготовка к ТО .....	28
3.2 Порядок проведения ТО.....	28
3.3 Содержание ТО .....	29
<b>4 Транспортирование, хранение и утилизация .....</b>	<b>30</b>
4.2 Хранение .....	31
4.3 Утилизация .....	31
<b>5 Гарантийное обслуживание .....</b>	<b>32</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>33</b>
<b>Приложение А. Габаритный чертеж.....</b>	<b>33</b>
<b>Приложение Б. Схема электрических подключений к плате питания КС 50.625-00033</b>	
<b>Приложение В. Схема газовая принципиальная «Анализатор газовый промышленный модели «АнОд» КС 50.250-000-01 Трансмиситтер» .....</b>	<b>35</b>
<b>Приложение Г. Внешний вид и габариты панели подготовки пробы .....</b>	<b>36</b>

## **Введение**

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на анализатор степени одоризации промышленный «АнОд» КС 50.250-000-01, в исполнении трансмиттер (далее – анализатор), предназначенный для измерения массовой концентрации меркаптанов по этилмеркаптану в газовых средах, в том числе природном газе.

Руководство содержит правила и рекомендации по эксплуатации анализатора, правила подключения, настройки, технического обслуживания, транспортировки и хранения, а также условия гарантийного ремонта.

Перед эксплуатацией анализатора следует внимательно ознакомиться с настоящим руководством. Надежная работа и срок службы анализатора зависят от соблюдения приведенных в руководстве указаний.

Изготовитель гарантирует правильную работу анализатора только при строгом выполнении требований и рекомендаций настоящего руководства по эксплуатации.

С прибором может работать оператор, имеющий опыт работы с газовыми анализаторами, ознакомленный с руководством по эксплуатации на анализатор и допущенный к работе с ним.

Производитель имеет право на внесение в конструкцию анализатора незначительных изменений, не ухудшающих технические, метрологические и эксплуатационные характеристики анализатора, которые могут быть не отражены в данном руководстве по эксплуатации.

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение

1.1.1 Анализатор предназначен для измерения массовой концентрации меркаптанов по этилмеркаптану в газовых средах, в том числе природном газе, с последующим вычислением интенсивности запаха газа по СТО Газпром газораспределение 2.14-2016 и передачи данных внешним устройствам. Принцип работы анализатора – электрохимический.

1.1.2 Анализатор может использоваться в системе коммерческого учета и контроля качества газа согласно требованиям ГОСТ 5542-2014 и СТО Газпром 089 на газораспределительных станциях и газораспределительных пунктах для контроля степени одоризации газа, а также для контроля работы установок одоризации природного газа.

1.1.3 Анализатор предназначен для непрерывной работы в автоматическом режиме.

1.1.4 Анализатор имеет взрывозащищённое исполнение с маркировкой 1Exd IIC T6 Gb, соответствует требованиям технического регламента ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах», ГОСТ 31610.0-2014 (IEC60079-0:2011), ГОСТ IEC 60079-1-2011, и может устанавливаться во взрывозащищённых зонах (ПУЭ, изд.6 гл.7.3 2001, ГОСТ Р 31610.10-2012) согласно маркировке взрывозащиты.

- Зона размещения – 1;
- Виды взрывозащиты – взрывонепроницаемая оболочка d;
- Подгруппа электрооборудования – IIC;
- Степень защиты от воздействия окружающей среды анализатора – IP65 по ГОСТ 14254;
- Вид климатического исполнения – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150.

## 1.2 Технические характеристики

### 1.2.1 Показатели энергопотребления при эксплуатации:

- питание анализатора осуществляется постоянным током напряжением  $24 \pm 1$  В;
- потребляемая мощность: не более 15 Вт.

### 1.2.2 Параметры анализируемой газовой смеси:

- анализируемая смесь – природный газ по ГОСТ 5542-2014;
- температура анализируемой смеси на входе в анализатор  $0-50^{\circ}\text{C}$ ;
- давление анализируемой смеси на входе в анализатор 0,10-0,15 МПа;
- концентрация механических примесей в анализируемой смеси не должна превышать  $10 \text{ мг/м}^3$  при размерах частиц не более 5 мкм.

Газовые линии анализатора герметичны при давлении, равном 1,2 от максимального рабочего значения. Падение давления за 30 мин. – не более 10% от поданного.

### 1.2.3 Показатели надежности:

- средняя наработка на отказ – 20000 ч;
- срок службы анализатора – 10 лет.

### 1.2.4 Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики

Наименование показателя	Значение и характеристика показателя
Принцип измерения	Электрохимический
Минимальное время анализа	5 мин
Классификация по взрывозащите	1Exd IIC T6 Gb
Степень защиты оболочки	IP65
Напряжение питания	$24 \pm 1$ В
Потребляемая мощность	15 Вт
Интерфейсы связи	- RS485 (2 независимых гальваноразвязанных канала, RTU Modbus Master и RTU Modbus Slave); - аналоговый выход 4-20 мА с HART-интерфейсом; - 2 дискретных релейных выхода.
Фаза анализируемой смеси	Газообразная
Температура анализируемого газа	От 0 до $+50^{\circ}\text{C}$
Давление анализируемого газа, МПа	0,10-0,15

Наименование показателя	Значение и характеристика показателя
Расход анализируемого газа, л/мин	0,05–0,10
Температура эксплуатации	от +5 до +50 °С при атмосферном давлении 84,0-106,7 кПа, при относительной влажности не более 98% без конденсации влаги
Габариты: ДхШхВ, мм×мм×мм	374 x 354 x 204 (248 x 350 x 196)
Вес, не более, кг	8

1.2.5 Метрологические характеристики анализатора приведены в таблице 2.

Таблица 2. Метрологические характеристики

Диапазон показаний * массовой концентрации меркаптанов (R-SH) по этилмеркаптану (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH), мг/м <sup>3</sup>	Диапазон измерений массовой концентрации меркаптанов (R-SH) по этилмеркаптану (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH), мг/м <sup>3</sup>	Пределы допускаемой основной погрешности, %	
		приведенной	относительной
От 0 до 100	От 0,0 до 10	± 20	
	Св. 10 до 100		± 20
Примечание: * - диапазон показаний массовой концентрации меркаптановой серы от 0 до 50 мг/м <sup>3</sup> ;			

1.2.6 Время выхода анализатора на рабочий режим – не более 2 минут.

1.2.7 Интервал между поверками анализатора – 1 год.

### 1.3 Комплектность анализатора

Таблица 3. Комплект поставки анализатора «АнОд»

Обозначение	Наименование	Кол-во
КС 50.250-000-01	Трансмиттер промышленный «АнОд»	1
КС 50.638-300	Комплект ЗИП	1
КС 50.250-000-01 РЭ	Руководство по эксплуатации	1
КС 50.250-000-01 ПС	Паспорт	1
МП-242-1659-2013(с изменением №1)	Копия Методики поверки	1
ОС.С.31.001.А № 54712/1	Копия Свидетельства об утверждении типа средства измерения	1
RU C-RU.ГБ04.В.00611	Копия Сертификата соответствия Таможенного союза	1
	свидетельство о поверке	

## 1.4 Устройство анализатора

### 1.4.1 Внешний вид анализатора.

Внешний вид анализатора «АнОд» представлен на Рис. 1.

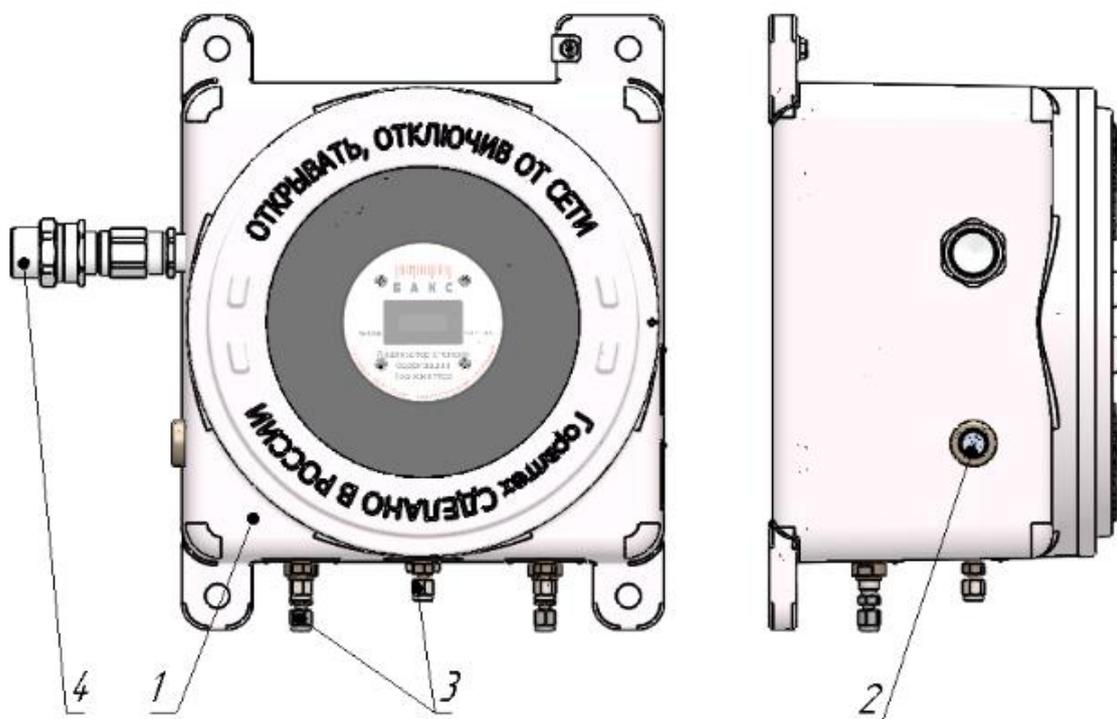


Рис. 1. Внешний вид анализатора «АнОд» в исполнении трансмиттер

На рис.1 цифрами обозначены:

1. взрывозащищенная оболочка вида Ex d;
2. кнопка управления анализатором;
3. газовые вводы;
4. кабельные вводы.

Газовые вводы во взрывозащищенную оболочку выполнены в виде огнепреградителей щелевого типа. Присоединение газовых линий осуществляется трубками из нержавеющей стали наружным диаметром 1/8" или 3 мм.

Дополнительно анализатор может комплектоваться панелью подготовки пробы, [см. Приложение В и Г.](#)

Также с анализатором может поставляться ПГС с этилмеркаптаном (баллон емкостью не менее 4 л) с регулятором давления. [См. Приложение В и Г.](#)

#### 1.4.2 Внутреннее устройство анализатора.

Внутри взрывозащищенной оболочки располагаются электронный и аналитический блоки (Рис. 2).

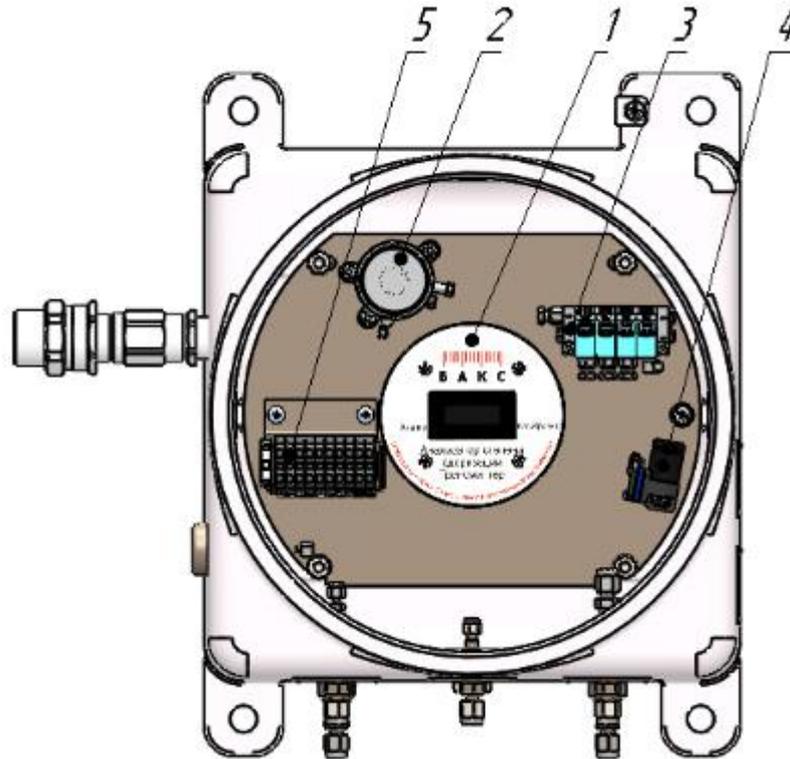


Рис. 2. Внутреннее устройство анализатора. Схема общего вида

#### 1.4.3 Описание блока аналитического анализатора

В состав блока аналитического (необогреваемого) входят следующие элементы, обозначенные на Рис. 2 цифрами:

1. блок электроники
2. электрохимический детектор (ЭХД);
3. электромагнитные клапаны для подачи анализируемого газа и ПГС;
4. микро-насос для подачи воздуха;
5. клеммная колодка.

#### 1.4.4 Блок электроники (Обозначенный цифрой 1 на Рис. 2) включает в себя:

- графический LCD дисплей (16x50 точек), совмещенный с платой управляющего контроллера;
- кнопку управления;
- терморезистор;
- плату питания и внешних подключений;

- измерительную плату, обеспечивающую аналого-цифровое преобразование сигнала с ЭХД и управление работой клапанов и микро-насоса;
- плату интерфейсов, обеспечивающую обмен данными с внешними устройствами.

## 1.5 Принцип работы анализатора

### 1.5.1 Общие сведения

Работа анализатора основана на электрохимическом окислении серосодержащих соединений – меркаптанов, являющихся компонентами одоранта природного газа. Проба анализируемого газа периодически дозируется на электрохимический детектор (ЭХД) без отделения мешающего компонента (сероводорода). Получаемый при этом сигнал соответствует суммарному содержанию меркаптанов в анализируемом газе.

В целях обеспечения точности и стабильности результатов измерения периодически проводятся корректировка показаний анализатора. Калибровка анализатора проводится автоматически по одной ПГС этилмеркаптана в азоте.

### 1.5.2 Принцип работы ЭХД

Принцип работы электрохимического детектора основан на возникновении электрического тока при протекании через детектор веществ, способных к окислению – в данном случае сероводорода и меркаптанов. В приборе применен ЭХД диффузионного типа, в котором газ отделен от электролита и электродов тонкой мембраной. Устройство детектора показано на Рис. 3.

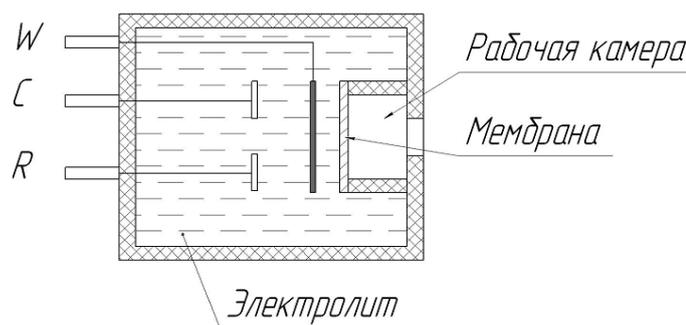
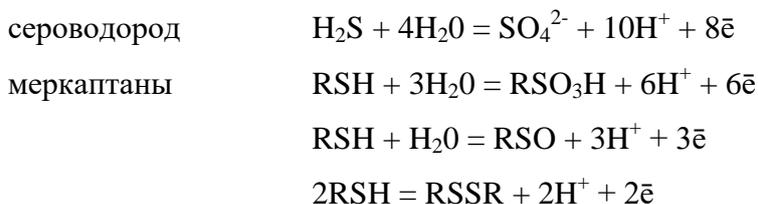


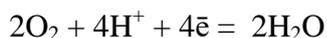
Рис. 3. Устройство электрохимического детектора

На рабочем электроде (обозначен буквой W) могут протекать следующие реакции окисления сернистых соединений:



Рабочий электрод покрыт слоем катализатора, благодаря чему окисление происходит в мягких условиях. Катализатор подобран таким образом, чтобы на нем происходило окисление только серосодержащих компонентов. ЭХД не дает отклика на углеводороды, азот, углекислый газ, что делает его удобным для определения серосодержащих соединений в природном газе.

На счетном электроде (обозначен буквой С) протекают реакции восстановления окислителя. В качестве окислителя в ЭХД используется кислород воздуха. При этом на электроде протекает следующая реакция:



Требуемая концентрация кислорода в ЭХД обеспечивается за счет периодической продувки ЭХД атмосферным воздухом, очищенным от серосодержащих соединений, с помощью встроенного микро-насоса.

Третий электрод является сравнительным (обозначен буквой R) и служит для поддержания постоянного потенциала рабочего электрода.

В ЭХД диффузионного типа лимитирующей стадией является диффузия определяемых компонентов к рабочему электроду. В этом случае ток детектора пропорционален концентрации измеряемого компонента в газе  $C_i$ , коэффициенту диффузии  $D$  и числу электронов  $n$  согласно уравнению реакции:

$$I = D \cdot n \cdot C_i.$$

ЭХД мембранного типа не требует сервисного обслуживания в межповерочный интервал. Максимальная рабочая температура ЭХД не более 50°C.

## 1.6 Работа аналитического блока анализатора

На Рис. 5А – 4Б приведена принципиальная газовая схема анализатора с панелью подготовки пробы и калибровки.

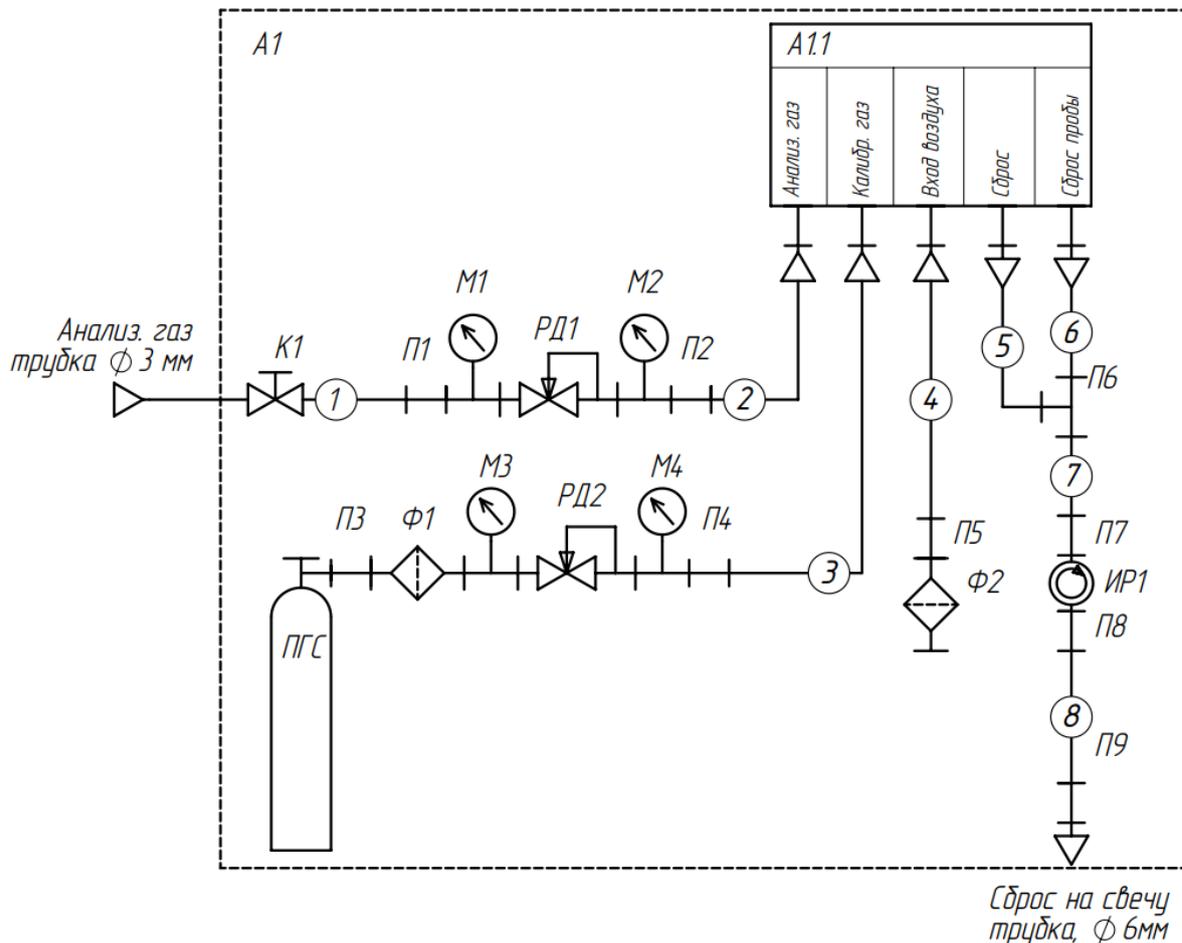


Рис. 4А. Газовая схема блока пробоподготовки

Панель подготовки пробы (Рис 4А) обеспечивает фильтрацию от механических примесей диаметром более 10 мкм, понижение давления анализируемого газа на входе в анализатор до 0,10–0,15 МПа, а также постоянную продувку байпасной линии с расходом 50-100 мл/мин для обеспечения обновления пробы.

Панель подготовки пробы может поставляться в комплекте с анализатором, либо вышеизложенные требования к подготовке анализируемой пробы могут обеспечиваться средствами заказчика. Панель подготовки пробы и калибровки включает в себя отсечной кран для ручного перекрытия подачи анализируемого газа, фильтр механических примесей, регулятор давления из нержавеющей стали с выходным давлением до 0,2 МПа, оборудованный манометрами из нержавеющей стали, регулятор расхода на байпасной линии, ротаметр на расход до 2 л/час. БПП содержит фильтр, наполненный материалом, осуществляющий поглощение серосодержащих соединений из окружающего воздуха, данный фильтр располагается в блоке подготовки пробы.

*Примечание:* данная схема может быть скорректирована для конкретной задачи

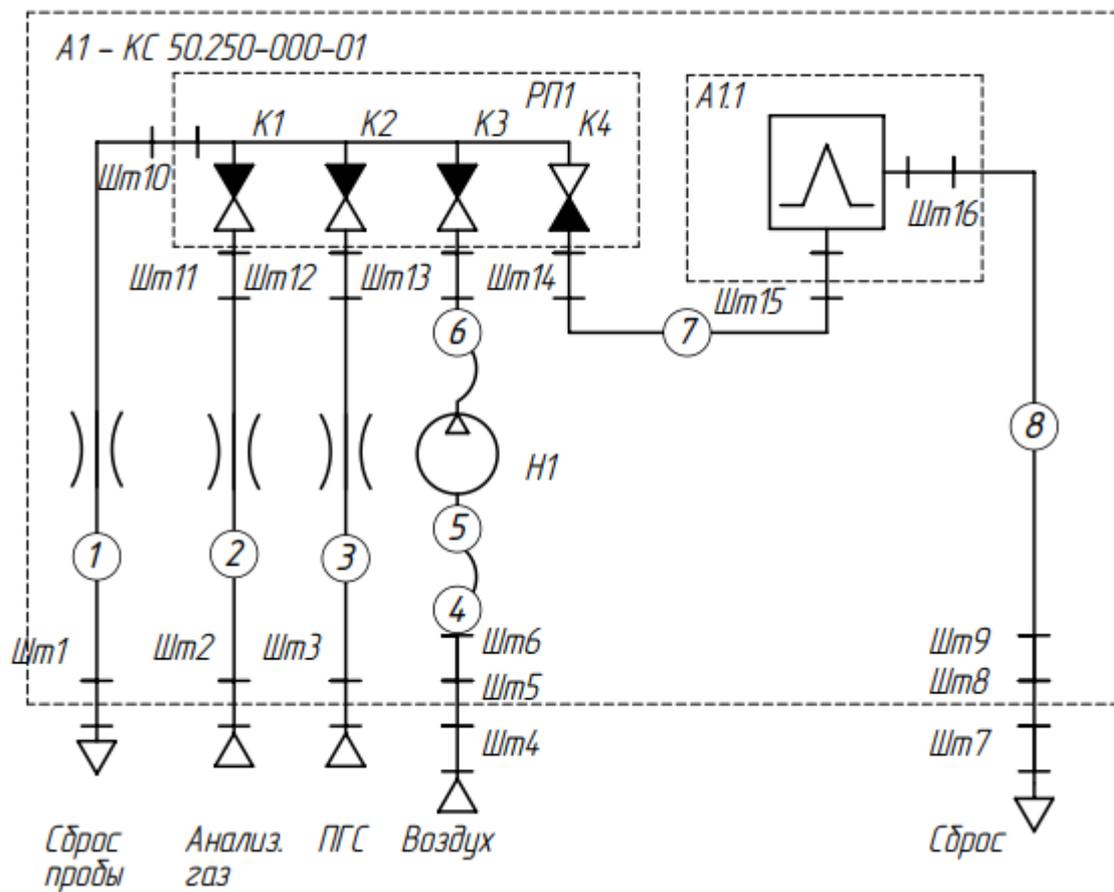


Рис. 5Б. Газовая схема анализатора

Газовая схема анализатора газового промышленного модели «АнОд» КС 50.250-000-01 Трансмиситтер (рис. 4Б) содержит следующие элементы:

- К1-К4 – электромагнитные клапаны с селектором потоков, необходимые для подачи анализируемого газа, ПГС, воздуха и дозирования на чувствительный элемент;
  - насос для подачи воздуха;
  - газовые вводы, Шт1-Шт9;
  - электрохимический детектор (ЭХД);
  - пневмосопротивления.
- *Примечание:* данная схема может быть скорректирована для конкретной задачи

### 1.6.1 Режимы работы анализатора

Подготовительный режим. После любого включения анализатора в сеть, осуществляется продувка пневматической системы анализируемым газом с помощью открытия электромагнитного клапана К1, по умолчанию эта опция включена.

Анализ. Режим анализ состоит из нескольких последовательных стадий: продувка анализируемым газом пневматического тракта прибора, продувка воздухом, с контролем нуля перед измерением, подача анализируемого газа на ЭХД с измерением сигнала, продувка воздухом с контролем нуля после измерения.

По окончании анализа производится вычисление высоты пика сигнала по разности между величиной отклика ЭХД и положением нулевой линии. Рассчитывается массовая концентрация меркаптановой серы, одоранта, одоранта в пересчете на этилмеркаптан и величина интенсивности запаха в баллах в соответствии с СТО Газпром газораспределение 2.14-2016.

Калибровка. Калибровочный цикл включает в себя следующие этапы: продувка ПГС пневматических трактов анализатора, продувка воздухом, с контролем нуля перед измерением, подача ПГС на ЭХД с измерением сигнала, продувка воздухом с контролем нуля после измерения.

По окончании калибровки производится расчет калибровочного коэффициента, после чего единичный калибровочный анализ повторяется. Если относительный размах калибровочных коэффициентов после проведения первых двух калибровочных анализов не превышает установленного значения – калибровка принимается, если нет – процедура повторяется до 5 раз, каждый раз оценивается расхождение 2-х последних анализов.

При выполнении условия сходимости калибровка прекращается, вычисляется среднее арифметическое значение калибровочного коэффициента по 2-м последним калибровкам, для которых выполняется условие сходимости.

Полученное значение калибровочного коэффициента сравнивается с минимально и максимально допустимыми значениями К, указанными в настройках. Если полученный калибровочный коэффициент находится в диапазоне допустимых значений (выполняется условие приемлемости), принимается новое значение К, и прибор переходит в режим анализа.

Для защиты от случайного принятия калибровок используется коэффициент, позволяющий сравнить 2 последовательные ежедневные калибровки, таким образом, что, если новая калибровка отличается от старой на величину, превышающую выставленное значение, новая калибровка не будет принята, и будет выдана ошибка.

## 1.7 Обеспечение требований взрывозащиты

1.7.1 Трансмиттер «АнОд» является взрывозащищенным оборудованием.

1.7.2 Анализатор может устанавливаться в зоне 1 (ГОСТ Р 31610.10-2012).

1.7.3 Подгруппа электрооборудования: ПС.

1.7.4 Температурный класс: Тб.

1.7.5 Применяются следующие виды взрывозащиты:

взрывонепроницаемая оболочка d.

1.7.6 Маркировка взрывозащиты: 1 Ex d ПС Тб Gb.

1.7.7 Для обеспечения требований взрывозащиты применяются конструктивные и организационные меры.

1.7.8 Конструктивные меры.

1.7.8.1 Все блоки трансмиттера модели КС 50.250-000-01 заключены в оболочку высокой степени прочности ЩОРВА272721-018 «Завод ГОРЕЛТЕХ» способную выдерживать давление внутреннего взрыва без повреждения и передачи воспламенения в окружающую взрывоопасную газовую среду в соответствии с ГОСТ ИЕС 60079-1-2011. Объем оболочки составляет 10000 см<sup>3</sup>.

1.7.8.2 Давление внутри взрывонепроницаемой оболочки не должно превышать атмосферное давление.

1.7.8.3 Ввод кабеля в коробку выполнен с помощью сертифицированного взрывозащищенного кабельного ввода типа КОВТВ1N2G «Завод ГОРЕЛТЕХ». Применение кабельного ввода данного типа не требует операции заливки компаундом благодаря применению в них длинных уплотнительных колец из эластомера. Кабельный ввод находится на боковой стенке прибора.

1.7.8.4 Взрывонепроницаемая оболочка, кабельные вводы являются изделиями фирмы «Завод ГОРЕЛТЕХ», имеют сертификаты соответствия.

1.7.8.5 Газовые вводы выполнены представляют собой огнепреградители щелевого типа с максимально возможным зазором согласно ГОСТ ИЕС 60079-1-2011.

1.7.8.6 Питание основных блоков анализатора осуществляется напряжением 24 В.

1.7.9 Организационные меры

1.7.9.1 На корпусе анализатора закреплена табличка с информацией о виде и параметрах взрывозащиты, контактная информация предприятия-изготовителя.

1.7.9.2 На корпусе прибора закреплена табличка с предупреждающей надписью "Открывать через 15 мин. после отключения напряжения".

1.7.9.3 Прибор обеспечен заземляющим зажимом в соответствии с ГОСТ 21130-75.

## 1.8 Маркировка

1.8.1 На табличке, установленной на анализаторе (Рис. 6), должны быть указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- серийный номер;
- год выпуска;
- знак утверждения типа средства измерения по ПР 50.2.009;
- электрические параметры анализатора;
- максимально допустимое давление газа в газовых линиях;
- допустимый диапазон температуры окружающей среды в месте установки изделия;
- знак взрывозащищенности оборудования (Ex);
- маркировка взрывозащиты 1Ex d IIC T6 Gb и степень защиты от внешних воздействий IP65;
- аббревиатура ОС и номер сертификата: ЦС «СТВ» № ТС RU C-RU.ГБ04.В.00611;
- знак соответствия по ГОСТ Р 50460-92;
- наименование и адрес изготовителя.



Рис. 6. Табличка, установленная на корпусе анализатора

1.8.2 Также на корпусе анализатора устанавливается табличка, содержащая сведения о метрологических характеристиках анализатора, см. Рис. 7.

 <b>Б А К С</b>		Анализатор степени одоризации "АнОд" Трансмиттер	
Диапазон по этилмеркаптану		(0-100) мг/м <sup>3</sup>	
Диапазон	Погрешность	Значение	
0-10 мг/м <sup>3</sup>	приведенная	20%	
10-100 мг/м <sup>3</sup>	относительная	20%	

Рис. 7. Табличка с метрологическими характеристиками анализатора

1.8.3 На крышке анализатора установлена предупредительная надпись:

**Открывать через 15 мин. после отключения напряжения**

## 1.9 Упаковка

Упаковка анализаторов выполняется в соответствии с их эксплуатационной документацией. Анализатор должен быть упакован в деревянный или картонный ящик. Перед помещением в ящик анализатор должен быть помещен в полиэтиленовый пакет для предотвращения попадания на него влаги (или другой материал, не пропускающий влагу).

Анализатор помещают в транспортную тару и закрепляют для исключения перемещений.

В транспортную тару (упаковку) также помещаются руководство по эксплуатации, паспорт, методика поверки, сертификаты, уложенные в отдельный полиэтиленовый пакет.

В каждый ящик транспортной тары должен быть вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и обозначение анализатора, комплектность;
- дата упаковки;
- подпись или штамп ответственного за упаковку и штамп ОТК.

Упаковочный лист должен быть вложен в полиэтиленовый пакет и уложен под крышкой ящика на верхний слой упаковочного материала так, чтобы была обеспечена его сохранность.

Транспортная тара должна быть опломбирована ОТК предприятия – изготовителя.

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Общие указания по эксплуатации

2.1.1 Анализатор является сложным устройством, объединяющим элементы электроизмерительной техники, системы управления потоками газов, пневмоавтоматики. Прежде чем монтировать анализатор на объекте, необходимо проверить его в лаборатории в автоматическом режиме работы.

2.1.2 В процессе эксплуатации необходимо следить за работой анализатора. При появлении каких-либо изменений в работе необходимо проверить давление анализируемого газа, герметичность газовых линий, работоспособность клапанов и микро-насоса и убедиться в отсутствии сообщений об авариях.

### 2.2 Указание мер безопасности

2.2.1 В анализаторе имеются трубопроводы, работающие под давлением сжатых газов (до 0,12 МПа). Поэтому при работе анализатора необходимо соблюдать правила безопасности, предусмотренные при работе с аппаратами, находящимися под избыточным давлением.

2.2.2 В анализаторе имеются электрические цепи под напряжением 24 В. Поэтому при монтаже анализатора на взрывоопасном объекте необходимо строго выполнять указания "Инструкции по монтажу оборудования силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон ВСН-332-74", "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ), «Правил техники безопасности (ПТБ)» и «Правил технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ)», в том числе гл. ЭШ-13 "Электрооборудование взрывоопасных производств".

### 2.3 Размещение и монтаж

Анализатор размещают на технологическом объекте в соответствии с указаниями настоящего РЭ.

2.3.1 При монтаже прибора подключают:

- линию подачи анализируемого газа;
- линию подачи калибровочного газа (ПГС);
- линию сброса анализируемого газа;
- электрические коммуникации, связывающие прибор с внешними устройствами;
- электрическое питание 24 В.

Монтаж анализатора к стенке или раме на технологическом объекте осуществляется согласно габаритным чертежам ([Приложение А](#)). Анализатор устанавливается стационарно в обогреваемом шкафу, боксе или ином помещении, в котором обеспечивается соблюдение указанных ниже условий:

- К анализатору должен быть обеспечен свободный доступ с трёх сторон.
- Допустимая температура в месте установки от +5 до + 50 °С при относительной влажности не более 98 %.
- Прибор должен размещаться на удалении от мощных источников тепла. Минимально допустимое расстояние между прибором и источником тепла составляет 0,5 м.

## 2.4 Порядок установки, подготовка к работе, запуск

### 2.4.1 Установка анализатора на технологическом объекте.

Для работы на технологическом объекте установка должна производиться с учетом указаний, изложенных в разделе 2.3 настоящего РЭ.

2.4.2 Анализатор необходимо располагать как можно ближе к точке отбора пробы, так как это уменьшает время транспортного запаздывания и облегчает транспортирование анализируемого продукта.

2.4.3 Проверка средств взрывозащиты. Проверка осуществляется путем внешнего осмотра. На поверхностях деталей, обеспечивающих взрывозащиту, не допускаются забои, царапины, вмятины, нарушения покрытий, повреждения ниток резьбы. Детали с дефектами должны браковаться и заменяться новыми, поставляемыми изготовителем. Проверяют наличие табличек и четкость надписей, содержание и качество маркировки взрывозащиты и ее соответствие действующему сертификату.

### 2.4.4 Подготовка к работе и включение анализатора включает следующее:

#### 2.4.4.1 Подключение газовых линий анализируемого газа, калибровочного газа и сброса.

Производится в соответствии с обозначениями газовых вводов, приведённых в [Приложении А](#).

Подключение газовых линий к соответствующим выводам анализатора производят трубками из нержавеющей стали (AISI 316) 1/8” с внутренним диаметром 2 мм с помощью переходников с компрессионным фитингом, входящих в комплект поставки.

Линия сброса от анализатора должна быть подключена к линиям сброса предприятия, в которых отсутствуют резкие изменения давления, либо выведена на «свечу».

2.4.4.2 Подключение электрических линий осуществляется в соответствии со схемой электрических подключений ([Приложение Б](#)).

Электрическое питание и линии связи подводят к анализатору бронированным экранированным кабелем типа «витая пара» с медными жилами сечением 0,5-0,75 мм<sup>2</sup>. Количество витых пар в кабеле – пять. Марки кабелей и требований к проводке и монтажу в соответствии с ПУЭ (изд. 6).

Анализатор должен быть заземлен с помощью клемм заземления к отдельной специально предназначенной для этого шине наружного заземления.

Ввод кабеля во взрывозащищенную оболочку осуществляется через кабельный ввод, расположенный на боковой стенке взрывонепроницаемой оболочки анализатора ([Приложение А](#)).

2.4.4.3 После подключения анализатора к газовому и электрическому питанию на дисплее, расположенном за стеклом крышки взрывозащищенной оболочки анализатора, должны отображаться текущие значения результата измерения в выбранных единицах и статусные сигналы (сигналы об ошибках, текущем режиме работы и др.).

2.4.4.4 Количество и назначение кабельных вводов может меняться.

## 2.5 Использование анализатора

### 2.5.1 Включение анализатора

После подачи электропитания с помощью внешнего переключателя система готова к использованию. Работа системы полностью автоматическая.

После запуска анализатора активируется система самотестирования, проверяющая отсутствие признаков аварии и соответствие параметров анализатора заданным критериям нормы. Если самотестирование прошло успешно, анализатор автоматически переходит в рабочий режим и на дисплее отображаются текущие результаты измерения и параметры прибора.

Время выхода на рабочий режим составляет не более 30 минут.

### 2.5.2 Настройка прибора

Анализатор поставляется полностью подготовленным к автоматической работе. Пользователю доступно изменение следующих параметров:

- периодичность проведения анализов;
- периодичность проведения калибровки;
- значения концентрации этилмеркаптана в ПГС;
- ввод содержания (массовой доли) меркаптановой серы в одоранте;
- активация опции автоматической калибровки при включении прибора.

### 2.5.3 Выполнение измерений

Основным назначением трансмиттера «АнОд» является анализ концентрации меркаптанов (степени одоризации) в природном газе в автоматическом режиме. При включении анализатор по умолчанию переходит в автоматический режим работы с настройками предприятия-изготовителя. Принудительно переключить режим работы прибора (например, провести внеочередную калибровку) при помощи кнопки управления прибором.

Перед выполнением измерений необходимо выполнить продувку газовых линий до анализатора. С этой целью необходимо открыть кран на панели подготовки пробы и подождать несколько минут (в зависимости от длины продуваемых линий).

#### Калибровка прибора

Калибровка анализатора проводится автоматически по одной ПГС этилмеркаптана в азоте через заданные интервалы времени (по умолчанию – 1 раз в 24 часа). Для проведения калибровки используется баллон ПГС емкостью не менее 4 л с давлением не менее 9 МПа, которого хватает на год непрерывной работы анализатора.

По окончании калибровки в случае выполнения условий сходимости и приемлемости, анализатор автоматически переходит в режим анализа. При ручном запуске режима калибровки по окончании калибровочного цикла анализатор отображает результат калибровки на экране до тех пор, пока оператором не будет нажата кнопка управления анализатором.

В случае если не выполняется условие сходимости (расхождение двух последовательно определенных калибровочных коэффициентов превышает максимально допустимое значение по результатам 5 калибровочных анализов), калибровочный коэффициент не изменяется. Прибор переходит в режим анализа, при этом на дисплее отображается метка аварии и каждый анализ помечается как недостоверный.

В случае если не выполняется условие приемлемости (значение калибровочного коэффициента выходит за границы допустимого диапазона), работа прибора останавливается, калибровки и анализы не проводятся. Отображается метка аварии, требуется выяснение и устранение причин аварии (критическое снижение чувствительности сенсора, отсутствие ПГС, не срабатывает клапан подачи ПГС и др.).

При включении анализатора может автоматически проводиться калибровка, если такая опция выбрана в настройках. По умолчанию данная опция включена.

### 2.6 Кнопка управления анализатором

Кнопка управления анализатором располагается на боковой стороне взрывозащищенного корпуса прибора. С помощью управляющей кнопки можно переключать отображаемый на экране параметр и единицы измерения (концентрация этилмеркаптана, концентрация

меркаптановой серы и концентрация одоранта в мг/м<sup>3</sup>, интенсивность запаха в баллах), а после введения пароля для доступа к настройкам можно выполнять следующие действия:

- идентификация ПО анализатора;
- проведение поверки;
- проведение ручной калибровки;
- настройка периода проведения анализов и калибровок;
- настройка концентрации ПГС;
- ввод содержания (массовой доли) меркаптановой серы в одоранте;
- настройка интерфейсов RS485, 4-20мА, дискретных релейных выходов;
- изменение пароля.

Детальное описание функций кнопки см. ниже в разделе 2.7.

## 2.7 Программное обеспечение

2.7.1 Анализатор газовый промышленный модели «АнОд» имеет встроенное программное обеспечение (ПО), которое обеспечивает следующие основные функции:

- обработку измерительной информации от ЭХД;
- формирование выходных сигналов (цифрового, аналогового);
- диагностику аппаратной части анализатора и целостности фиксированной части ПО.

2.7.2 В процессе автоматической работы (проведения анализов) ПО выполняет следующие действия:

- отображает на встроенном дисплее результаты анализа;
- по открытому протоколу обмена Modbus RTU обеспечивает передачу в систему АСУ ТП верхнего уровня результатов анализа.

### 2.7.3 Включение анализатора

При включении прибора в течение 2-х секунд на его дисплее отображается логотип предприятия-изготовителя (Рис. 8).



Рис. 8. Заставка при включении прибора

Если прибор включается впервые, то предлагается выбрать язык интерфейса (Рис. 9).



Рис. 9. Экраны с вариантами языка интерфейса

Язык переключается коротким нажатием на кнопку управления, а выбирается нажатием и длительным её удержанием.

#### 2.7.4 Работа прибора в режиме анализа

После включения прибор переходит в режим анализа и отображает один из измеряемых параметров (Рис. 10).



Рис. 10. Экраны с вариантами отображаемых параметров

Где: Сэм – массовая концентрация в пересчете на этилмеркаптан;

Смс – массовая концентрация меркаптановой серы;

Сод – массовая концентрация одоранта;

Запах балл – расчетная интенсивность запаха;

Т – температура анализатора.

Треугольная метка  в нижней строке дисплея анализатора служит для идентификации текущего режима и состояния работы прибора. В режиме анализа данная метка выводится слева от значения параметра, а в режиме калибровки метка выводится справа от значения. Причем, когда непосредственно проводится анализ или калибровка, соответствующая метка горит постоянно. Когда же прибор находится в режиме ожидания (паузы между анализами или калибровками) метка мигает.

При возникновении ошибки в работе прибора, на экран будет периодически выводиться коды ошибок (Рис. 11), где:

1 — отказ датчика ЭХД;

2 — недопустимое значение температуры;

3 — ошибка ЭХД (калибровочный коэффициент вне допустимого диапазона);

4 — не готовность результатов анализа (прибор был недавно включен);

5 — ошибка калибровки (не удалось рассчитать новое значение калибровочного коэффициента);

6 — отказ насоса.



Рис. 11. Пример экрана с кодом ошибки

### 2.7.5 Работа с меню анализатора

Управление прибором происходит при помощи кнопки.

При кратком нажатии на кнопку (менее 2-х секунд) происходит переключение между вариантами действий или пунктами меню.

При длительном нажатии на кнопку (более 2-х секунд) происходит применение выбранного варианта действия или вход в выбранный пункт меню.

Для входа в режим настройки из режима анализа необходимо нажать кнопку и удерживать её более 2-х секунд. После этого появится запрос на ввод пароля (Рис. 12).



Рис. 12. Экраны с запросом на ввод пароля

Ввод пароля осуществляется также, как и ввод/редактирование остальных настроек прибора: краткое нажатие на кнопку – изменение значения мигающего символа пароля, длительное – переключение на редактирование следующего символа.

Если пароль набран неправильно (начальный пароль: «0000»), то после ввода последнего символа прибор вернётся в режим анализа, иначе перейдёт в меню режима настройки.

Меню настройки состоит из нескольких подменю, структура которых приведена в таблицах ниже.

Выбор пункта «Выход» в любом подменю приводит к перемещению указателя на один уровень в сторону корня меню.

Если кнопка не нажимается в течение 1 минуты, то прибор переходит в режим анализа. Это правило не работает в режимах «Проверка» и «Калибровка».

Таблица 4. Структура подменю «Language» (Выбор языка интерфейса)

Подменю	1-й уровень	Описание
Language	English	
	Русский	

Таблица 5. Структура подменю «Справка» (Информация о приборе)

Подменю	1-й уровень	Описание
Справка	CRC 0xAFAF	Контрольная сумма ПО прибора
	Версия ПО 01.01	Версия ПО прибора
	Сер.номер 0000123	Серийный номер прибора
	ПГС мг/м <sup>3</sup> 160	Текущее значение паспорта ПГС
	Ккалибр. 2.16e-09	Текущее значение калибровочного коэффициента
	Идатч., А 1.71e-08	Текущее значение тока ЭХД
	Выход	

Таблица 6. Структура подменю «Алгоритм работы»

Подменю	1-й уровень	2-й уровень	Описание
Настройки	Калибр при вкл.	Да	Проведение калибровки после включения прибора («Нет» - не проводится, «Да» — проводится)
	Период анализ.	5 минут	Период проведения анализов в минутах (от длительности анализа до 999 минут)
	Период калибр.	24 Час	Период проведения калибровок в часах (от 1 до 168 часов). Значение «0» отключает автоматическую калибровку
	S в одор. % масс.	4.50e-01 % масс.	Массовая доля серы в одоранте
	Выход		

Таблица 7. Структура подменю «Поверка» (непрерывное проведение анализов)

Подменю	1-й уровень	Описание
Поверка	Сэм мг/м <sup>3</sup>	Концентрация этилмеркаптана
	Смс мг/м <sup>3</sup>	Концентрация меркаптановой серы
	Сод мг/м <sup>3</sup>	Содержание одоранта в газе
	Запах балл	Интенсивность запаха
	Т °С	Отображается текущее значение датчика температуры
	Идатч., А	Отображается текущее значение тока ЭХД
	Выход	

Таблица 8. Структура подменю «Калибровка» (Прибор находится в режиме калибровки до выхода из этого подменю)

Подменю	1-й уровень	2-й уровень	Описание	
Калибровка	ПГС мг/м <sup>3</sup> 160	00160 мг/м <sup>3</sup>	Установка значения ПГС	
	Ккалибр. 2.16e-09		Текущее значение калибровочного коэффициента	
	Запустить калибр.?	05 Ид.,А 1.71e-08		Слева вверху отображается текущий этап калибровки, внизу - текущее значение тока ЭХД
		05 К0 2.16e-09		Слева вверху отображается текущий этап калибровки, внизу - текущее значение калибровочного коэффициента
		05 К1 0.00e-00		Слева вверху отображается текущий этап калибровки, внизу – промежуточное значение калибровочного коэффициента
		Выход		
	Выход			

Таблица 9. Структура подменю «RS485» (Настройка порта RS485)

Подменю	1-й уровень	2-й уровень	Описание
RS485	Скорость обмена	1200 бод	Можно выбрать скорость обмена по порту от 1200бод до 38400бод
		...	
		38400 бод	
		Выход	
	Чётность	No parity	
		Odd	
		Even	
		Выход	
	Стоповых бит	1	
		2	
		Выход	
	Адрес MODBUS	001	Задаётся Modbus адрес прибора от 1 до 254
	Порядок байт	3-2-1-0	Порядок байт при передаче параметров типа float (0 – самый младший байт, 3 – самый старший байт)
		1-0-3-2	
		2-3-0-1	
		0-1-2-3	
		Выход	
	Протокол	Modbus RTU	
		Modbus ASCII	
		Выход	
Выход			

Таблица 10. Структура подменю «Токовый выход»

Подменю	1-й уровень	2-й уровень	Описание
Токовый выход	Параметр	Отключено	
		Сэм мг/м3	

		Смс мг/м3	
		Запах балл.	
		Сод мг/м3	
		Т, °С	
		Выход	
	Значение для 4 мА	+0.00e+00	
	Значение для 20 мА	+2.00e+02	
	Выход		

Таблица 11. Структура подменю «Цифровой выход 1» и «Цифровой выход 2» (Настройка функций цифровых выходов)

Подменю	1-й уровень	2-й уровень	Описание
Цифровой выход 1	Режим	Отключен	Выход не задействован
		Сигнал аварии	На выход будет передаваться сигнал аварии
		Нижний предел	Отклонение значения заданного параметра за нижний предел
		Верхний предел	Отклонение значения заданного параметра за верхний предел
		Нижн.верх. пределы	Отклонение значения заданного параметра за нижний или верхний пределы
		Выход	
	Полярность	Нормальная	
		Инверсная	
		Выход	
	Параметр	Отключено	Выбирается контролируемый параметр
		Сэм мг/м3	
		Смс мг/м3	
		Запах балл.	
		Сод мг/м3	

		T, °C	
		Выход	
	Нижний предел	+0.00e+00	Значение нижнего предела контролируемого параметра
	Верхний предел	+2.00e+02	Значение верхнего предела контролируемого параметра
	Выход		

Таблица 12. Структура подменю «Смена пароля»

Подменю	1-й уровень	Описание
Смена пароля	0000	Изменение пароля на доступ к настройкам (пароль по умолчанию - «0000»)

### 3 Техническое обслуживание

#### 3.1 Подготовка к ТО

##### **ВНИМАНИЕ!**

Перед проведением технического обслуживания анализатора убедитесь, что электропитание отключено. После отключения питания нужно выждать 15 мин.

Перед техническим обслуживанием подача газа должна быть прекращена.

Если техническое обслуживание было связано с демонтажем трубок или ослаблением фитингов, то перед включением прибора следует проверить соединения на герметичность.

#### 3.2 Порядок проведения ТО

Техническое обслуживание анализатора заключается в периодической проверке технического состояния и метрологической поверке. Техническое обслуживание анализатора должно осуществляться специалистами предприятия-изготовителя или авторизованного сервисного центра, либо инженерно-техническим персоналом эксплуатирующей организации, прошедшим специализированное обучение в соответствии с действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ), «Правилами техники безопасности электроустановок потребителей» (ПТБ), «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ гл.7.3 и др.) и данным Руководством по эксплуатации анализатора. Техническое обслуживание, связанное со вскрытием пломб, выполняется только специалистами предприятия-изготовителя или авторизованного сервисного центра.

### 3.3 Содержание ТО

Метрологические характеристики анализаторов в течение межповерочного интервала соответствуют установленным нормам при условии соблюдения потребителем правил хранения, транспортирования и эксплуатации, указанных в настоящем Руководстве по эксплуатации. Виды и периодичность технического обслуживания приведены в таблице ниже.

Таблица 13. Виды технического обслуживания анализатора

Виды технического обслуживания	Периодичность
Повседневный уход	Каждый день
Периодический контроль технического состояния	Не реже одного раза в квартал
Подготовка к проведению метрологической поверки	Не реже 1 раз в год

#### 3.3.1 Повседневный уход за анализатором

К повседневному уходу относится периодическое (1 раз в сутки) наблюдение за работой анализатора, к этому относится:

- температура окружающего воздуха в месте расположения анализатора;
- расход и давление анализируемого газа (по манометру и ротаметру на панели подготовки пробы);
- отсутствие аварий анализатора (по показаниям дисплея анализатора).

#### 3.3.2 Периодический контроль технического состояния анализатора

Находящийся в эксплуатации анализатор нуждается в периодическом контроле технического состояния, который состоит из следующих аспектов:

- проверка соблюдения условий эксплуатации;
- проверка сохранности наклеек и пломб на анализаторе, предупредительных надписей и маркировки взрывозащиты;
- проверка чистоты наружных поверхностей прибора;
- проверка герметичности соединений анализатора к трубопроводу;
- проверка отсутствия внешних повреждений;
- проверка электрических подключений;
- проведение контрольного анализа.

Осмотр производится с периодичностью, определяющейся эксплуатирующей организацией, совместно с организацией, ведущей техническое обслуживание объекта, на котором установлен анализатор, но не реже 1 раза в квартал.

#### 3.3.3 Подготовка к метрологической поверке анализатора

С периодичностью 1 раз в год необходимо проводить поверку анализатора в соответствии с Методикой поверки МП-242-1659-2013.

Подготовка анализатора к ежегодной метрологической поверке состоит из следующих элементов:

- проверка вводных устройств, уплотнения, качества заземления;
- проверка предупредительных надписей, маркировки по взрывозащите и ее соответствие классу помещения и взрывоопасной среде;
- проверка целостности резьбовых соединений и наличия всех крепежных элементов взрывонепроницаемых оболочек;
- проверка отсутствия повреждений поверхностей, обеспечивающих взрывозащиту (при обнаружении дефектов, раковин, трещин, а также увеличении зазоров более допустимых по ИЕС 60079-1-2011 анализатор к дальнейшей эксплуатации не допускается, после осмотра анализатор, не имеющий дефектов, закрывается);
- проверка герметичности газовых линий анализатора;
- проверка настройки требуемых величин давления и расхода анализируемого газа;
- проверка настроек режимов работы прибора;
- проверка работоспособности электромагнитных клапанов;
- замена фильтра для очистки воздуха от и серосодержащих соединений (фильтр ССС, см. Рис. 5);
- замена электрохимического датчика (ЭХД) анализатора;

### 3.3.4 Замена ЭХД.

Для замены ЭХД необходимо произвести следующие действия:

- отвинтить крышку взрывозащищенной коробки анализатора (см. Рис. 1);
- отсоединить кабель от платы ЭХД (см. Рис. 2);
- отвинтить и извлечь крышку ЭХД вместе с платой и датчиком;
- произвести замену ЭХД;
- произвести сборку в обратном порядке.

После замены ЭХД необходимо до 2 ч. непрерывной работы анализатора для стабилизации работы датчика. В связи с этим, рекомендуется проводить поверку не ранее, чем через 2 ч. непрерывной работы анализатора после замены датчика ЭХД.

## **4 Транспортирование, хранение и утилизация**

### 4.1 Транспортирование

Транспортирование анализатора в упакованном состоянии может осуществляться на любое расстояние любым видом транспорта, кроме негерметизированных отсеков самолета и

открытых палуб при соблюдении условий хранения 5 по ГОСТ 15150. При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары от атмосферных осадков. Условия транспортирования:

- температура окружающей среды от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха до 100 % при  $25^{\circ}\text{C}$ ;
- наличие в воздухе пыли и паров агрессивных примесей недопустимо.

Способ укладки ящиков в транспортирующее средство должен исключать их перемещение. Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортировочные ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

При температуре ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  транспортирование электрохимических датчиков, входящих в состав анализаторов, должно производиться отдельно в диапазоне температур от  $-20$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Допустимо транспортирование датчика в составе анализатора, при условии соблюдения указанного выше температурного диапазона.

Распаковку анализатора производить в сухих отапливаемых помещениях после суточного пребывания в них, в случае, если при транспортировании или хранении окружающая температура была ниже  $5^{\circ}\text{C}$ .

## 4.2 Хранение

Анализатор в упакованном состоянии должен храниться в закрытом помещении при условиях 2 по ГОСТ 15150:

- температура воздуха от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха не более 98% при  $25^{\circ}\text{C}$ ;
- наличие в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей недопустимо.
- хранение вблизи отопительных приборов недопустимо.

Хранение электрохимических датчиков, входящих в состав анализаторов, должно производиться отдельно при температуре от  $0$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Допустимо при длительном хранении оставлять датчик в анализаторе, при условии соблюдения температурных диапазонов хранения датчика.

## 4.3 Утилизация

Анализаторы не содержат вредных веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды в процессе и после окончания срока службы и при утилизации. Утилизация анализатора осуществляется отдельно по группам материалов: пластмассовые элементы, металлические элементы корпуса и крепежные элементы.

## **5 Гарантийное обслуживание**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие анализатора «АнОд» требованиям ТУ 4215-022-21189467-2012 при соблюдении потребителем условий монтажа, эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации анализаторов «АнОд» - 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев с момента отгрузки потребителю.

Потребитель лишается гарантийного обслуживания в следующих случаях:

- пуско-наладочные работы при вводе в эксплуатацию анализатора проводились не специалистами предприятия-изготовителя или авторизованного сервисного центра;
- эксплуатация и обслуживание анализатора осуществлялась неподготовленным персоналом, не ознакомленным с руководством по эксплуатации на прибор;
- неисправность анализатора произошла в результате нарушения потребителем требований руководства по эксплуатации;
- анализатор имеет механические повреждения;
- анализатор подвергался разборке или любым другим вмешательствам в конструкцию изделия без согласования с изготовителем.

Гарантийный ремонт анализатора производится на предприятии-изготовителе, если иное не предусмотрено дополнительным соглашением между эксплуатирующей организацией и изготовителем.

По истечении гарантийного срока предприятие-изготовитель осуществляет послегарантийное обслуживание анализаторов по отдельным договорам с потребителем.

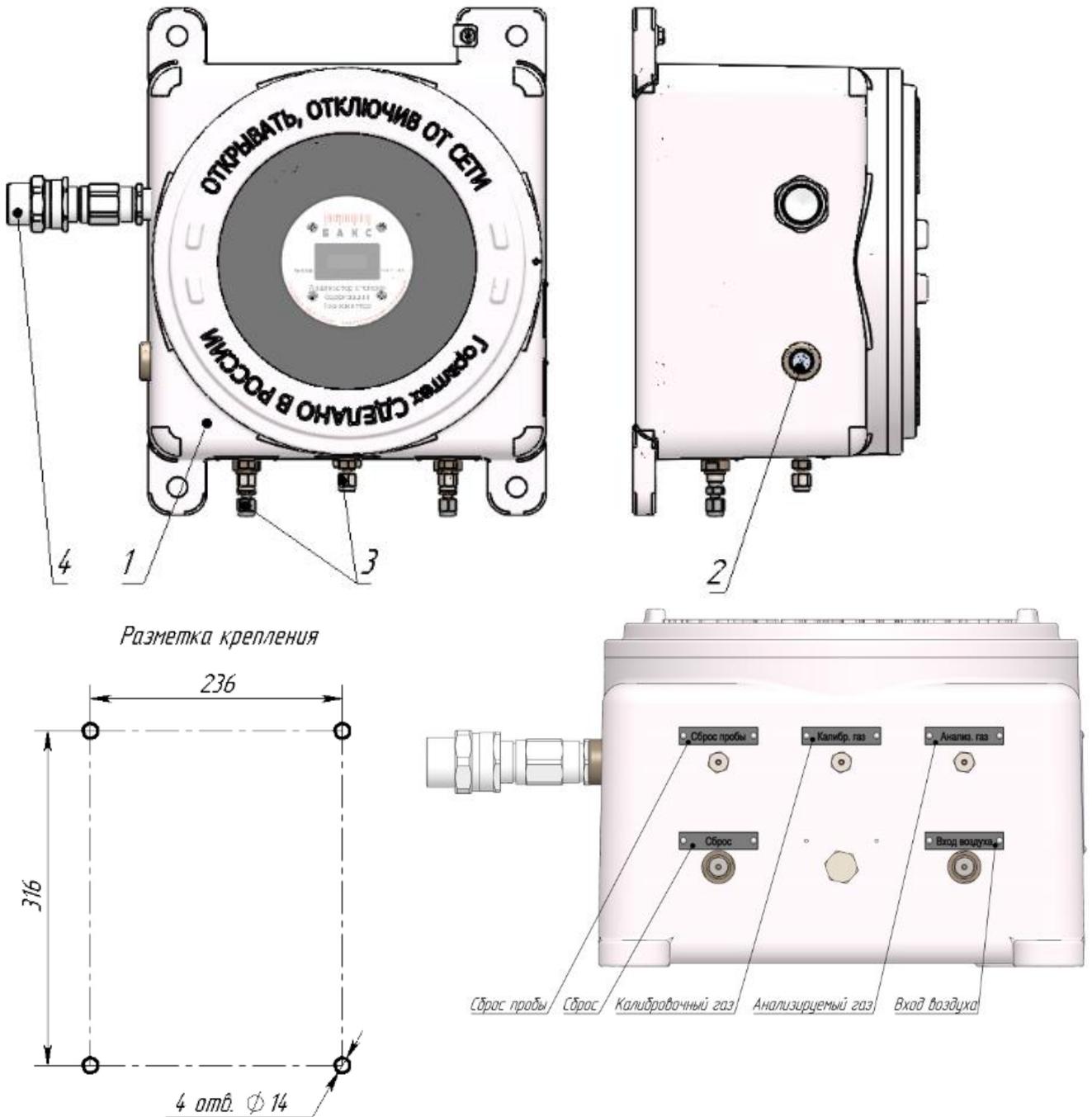
### **Изготовитель**

ООО НТФ «БАКС», г. Самара

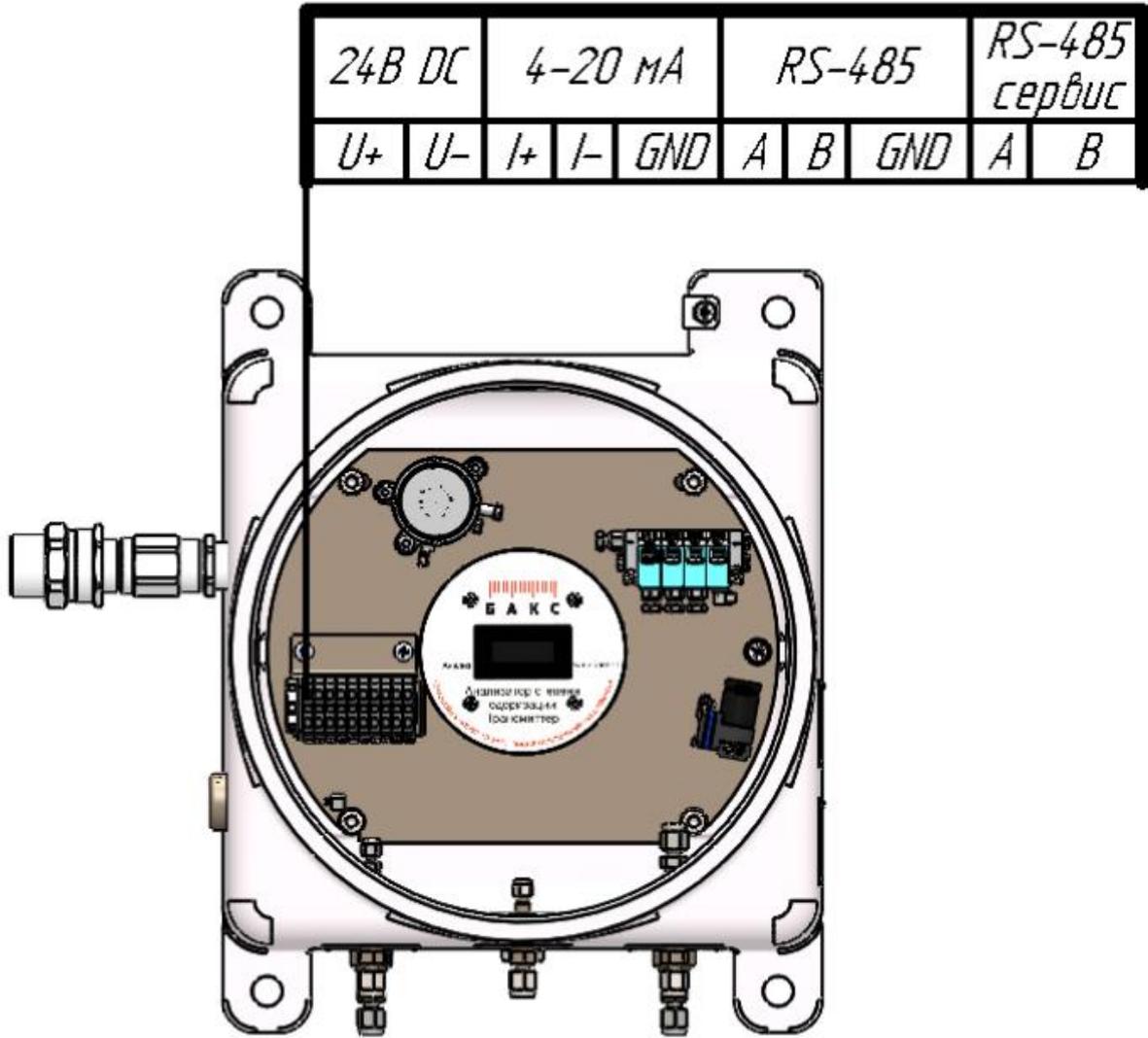
Адрес: 443022, г. Самара, пр. Кирова 10

## ПРИЛОЖЕНИЯ

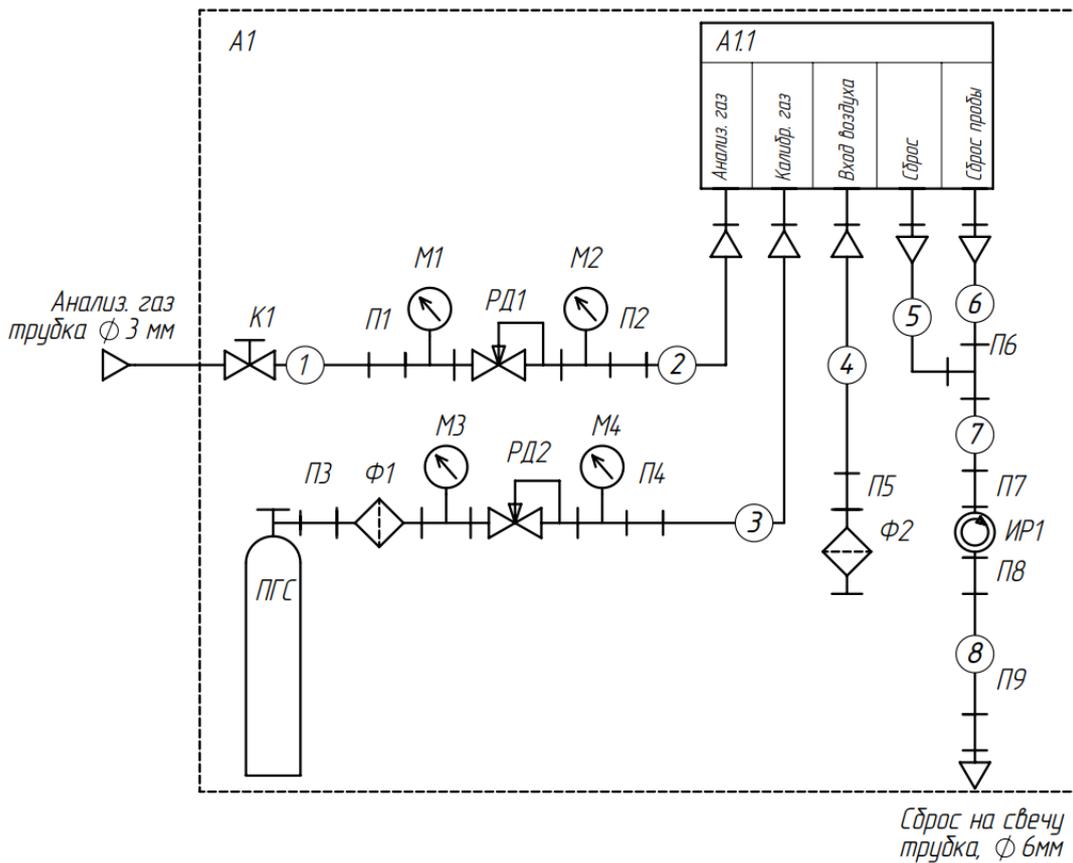
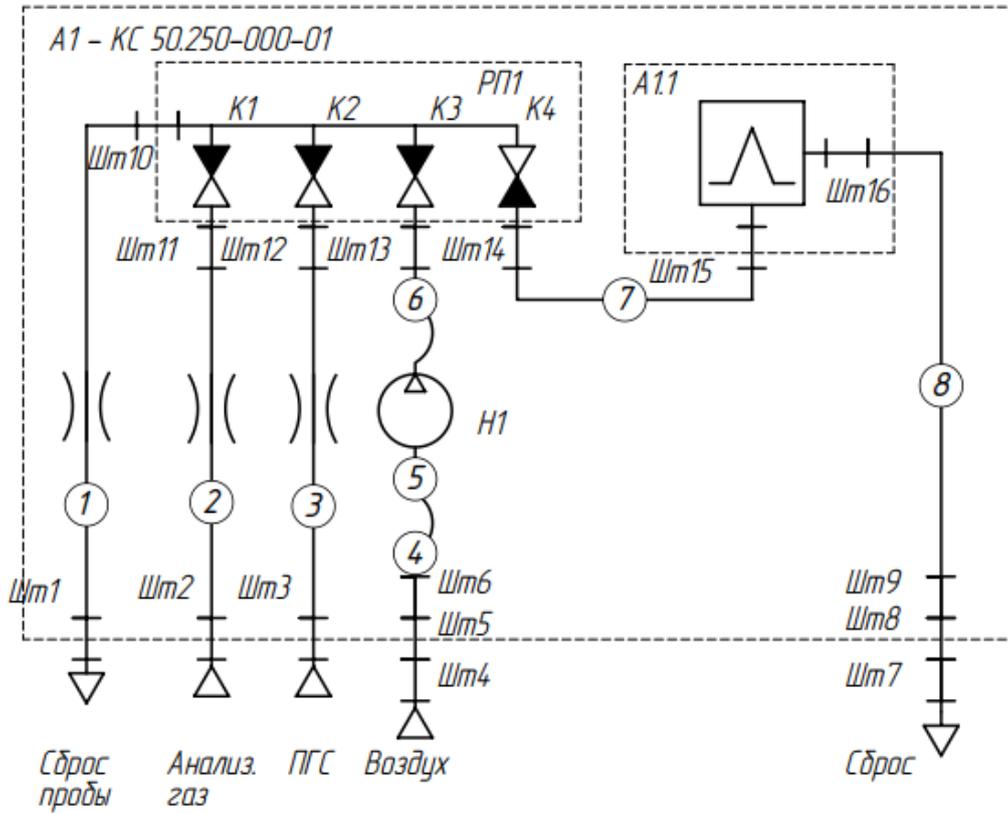
### Приложение А. Габаритный чертеж



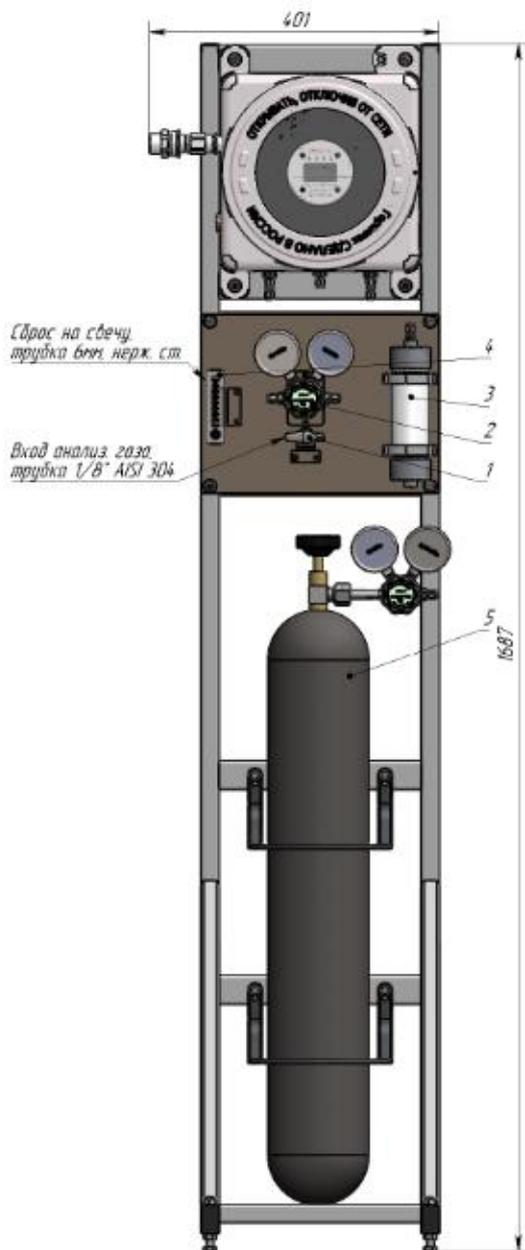
**Приложение Б. Назначение электрических подключений к клеммной колодке**



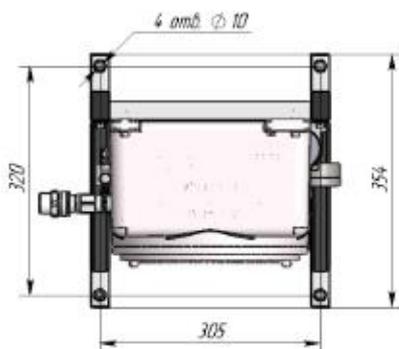
**Приложение В. Схема газовая принципиальная «Анализатор газовый промышленный модели «АнОд» КС 50.250-000-01 Трансмиттер» и блока пробоподготовки**



**Приложение Г. Внешний вид и габариты панели подготовки пробы и блока калибровки**



- На рисунке цифрами обозначены:
- 1- Отсечной кран;
  - 2- Регулятор давления анализируемого газа;
  - 3- Фильтр для отчистки воздуха;
  - 4- Ротаметр;
  - 5- Баллон ПГС с регулятором давления.



## Приложение Д. Протокол обмена преобразователей на основе протокола ModBus RTU

### 1. Краткое описание протокола ModBus RTU

1.1 Протокол ModBus RTU (далее ModBus) определяет структуру сообщений, которая используется и распознается устройствами, подключенными к каналу передачи данных (магистрала или линии связи).

1.2 ModBus описывает способ запроса устройством доступа к другим устройствам, способ ответа на запросы, методы определения ошибок и реакции на ошибки.

1.3 ModBus устанавливает, как устройства распознают предназначенные для них сообщения, определяют предписанные им действия, выделяют данные или информацию из сообщений, а также как устройства формируют формат ответного сообщения.

1.4 ModBus предполагает одно активное (запрашивающее) устройство в линии (мастер — Master), которое может опрашивать множество пассивных подчиненных устройств (Slave), обращаясь к ним по уникальному в линии адресу.

1.5 Синтаксис команд ModBus позволяет адресовать 247 устройств, подключенных к линии. Ограничение адресного пространства (247 вместо 255) принято для возможности реализации дополнительных функциональных возможностей (поиск устройств, поиск новых устройств и т.п.).

### 2. Физические характеристики канала передачи данных

2.1 Способ передачи данных — асинхронный полудуплекс.

2.2 Скорость передачи выбирается из ряда значений 1,2 кбод; 2,4 кбод; 4,8 кбод; 9,6 кбод; 19,2 кбод; 38,4 кбод.

2.3 Формат посылки (кадра) фиксирован (см. раздел 4).

2.4 Максимальное количество устройств в одной сети без повторителей — 32.

2.5 Максимальное расстояние передачи без повторителей — не более 1200 м.

2.6 По умолчанию скорость передачи установлена в значении 9,6 кбод, адрес — 01, если иные значения не заданы в заказе.

### 3. Обмен сообщениями в линии связи (режимы MASTER и SLAVE)

3.1 ModBus подразумевает наличие в линии только одного ведущего устройства (MASTER) и множества (возможно также только одно) подчиненных или ведомых устройств (SLAVE).

3.2 Командно-информационный обмен сообщениями в линии связи реализуется по методу ведущий-ведомый (MASTER-SLAVE) в пакетном режиме по принципу «команда-ответ», при котором только MASTER может начать обмен (выдать запрос). Подчиненные устройства (SLAVE) по запросу ведущего принимают данные, передают запрашиваемые данные или выполняют указанные ведущим действия.

3.3 MASTER может обращаться только к конкретно адресуемому устройству. Инициатива проведения обмена всегда исходит от MASTER. Ведомые устройства всегда «слушают» линию связи. MASTER подаёт запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания линии связи. Ведомое устройство отвечает на запрос, пришедший в его адрес.

3.4 Окончание ответной посылки MASTER определяет по временному интервалу между окончанием приема предыдущего байта и началом приема следующего. Если этот интервал превысил время, необходимое для приема 1,5 байт на заданной скорости передачи, прием кадра ответа считается завершенным.

3.5 MASTER может передавать следующее сообщение (другому узлу или тому же) сразу по получению ответа на предыдущее (либо окончанию времени ожидания).

3.6 При невозможности выполнить предписанные действия SLAVE формирует сообщение об ошибке и отправляет его как ответное сообщение.

3.7 Информация передается 8-битными символами и используется весь диапазон допустимых значений (0–255).

#### 4. Формат кадра

4.1 Кадры запроса и ответа по протоколу Modbus имеют фиксированный формат и содержат следующие поля, приведенные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Поле кадра	Длина в байтах
адрес подчиненного устройства	1
номер функции	1
данные	$N < 254$
контрольная сумма	2

– **адрес подчиненного устройства** — первое однобайтное поле кадра. Оно содержит адрес подчиненного устройства, к которому адресован запрос. Подчиненные устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего устройства. Может изменяться от 1 до 247;

– **номер функции** — это следующее однобайтное поле кадра. Оно говорит подчиненному устройству, какие данные или выполнения какого действия требует от него ведущее устройство. Описание поддерживаемых функций приводится в разделе 6;

– **данные** — поле содержит информацию, необходимую подчиненному устройству для выполнения заданной мастером функции или (в ответе) информацию о выполнении указанных действий. Длина и формат поля зависит от номера функции;

– **контрольная сумма** — заключительное двухбайтное поле кадра, содержащее циклическую контрольную сумму CRC-16 всех предыдущих полей кадра. Контрольная сумма завершает как кадр запроса, так и ответа и используется принимающей стороной для контроля принятой информации на предмет обнаружения ошибок передачи. CRC добавляется к сообщению последним полем младшим байтом вперед.

4.2 Формат каждого байта указан в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Характеристика	Значение
Система кодирования	8-битовая двоичная, шестнадцатеричная
Старт бит	1 старт бит
Число бит на символ	8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед
Четность	1 бит четности или без бита четности, в зависимости от требований
Стоп бит	1 или 2 стоповых бита, в зависимости от требований

Сообщение начинается с интервала тишины равного времени передачи 3,5 символов при данной скорости передачи в сети. Первым полем затем передается адрес устройства. Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала. Фрейм сообщения передается непрерывно. Если интервал тишины продолжительностью 1,5 символа возник во время передачи фрейма, принимающее устройство заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения.

#### 5. Расчет контрольной суммы и возможные ошибки

5.1 Во время обмена данными могут возникать ошибки двух типов:

– коммуникационные ошибки, связанные с искажениями при передаче (транспортировке) данных;

– ошибки функционирования.

5.2 Коммуникационные ошибки обнаруживаются при помощи фреймов символов, контроля четности и циклической контрольной суммы CRC-16. При обнаружении любой из этих ошибок сообщение считается недостоверным и в случае приема его SLAVE, ответ не выдается. В этом случае MASTER, не получив за установленное время ответ, считает сообщение не переданным и может организовать повторную передачу, либо предпринять другие действия.

5.3 Контрольная сумма рассчитывается стандартным для Modbus способом. Результат вычисления передается в линию связи, начиная с младшего байта.

**6. Пример вычисления CRC-16 для сообщения:**

- 6.1 Заполнить значение 16-разрядного регистра «1».
- 6.2 Произвести операцию «исключающее ИЛИ» первых 8 бит (первого байта) со старшими разрядами (старшим байтом) 16-разрядного регистра. Результат поместить в 16-разрядный регистр.
- 6.3 Сдвинуть 16-разрядный регистр на один бит вправо.
- 6.4 6.4а Если выдвинутый бит = «1», то произвести операцию «исключающее ИЛИ» 16-разрядного регистра с полиномом 1010 0000 0000 0001. Результат поместить в 16-разрядный регистр.
- 6.5 6.4б Если выдвинутый бит = «0», то переход к пункту 3.
- 6.6 Повторить пункты 3–4 восемь раз (сдвинуть весь байт).
- 6.7 Произвести операцию «исключающее ИЛИ» следующих 8 бит (следующий байт) со старшими разрядами (старшим байтом) 16-разрядного регистра. Результат поместить в 16-разрядный регистр.
- 6.8 Повторить пункты 6.3–6.6, пока не обработаются все сообщения.

**7. Сообщения об ошибках**

7.1 Для сообщений об ошибках функционирования Modbus предусматривает, что устройства могут отсылать ответы, свидетельствующие об ошибочной ситуации. Признаком того, что ответ содержит сообщение об ошибке, является установленный в 1 старший бит кода функции (команды).

Пример такого ответа с описанием полей приведен ниже:

Т а б л и ц а 3

Сетевой адрес	Код команды	Код ошибки	CRC-16
0x01	0x81	0x02	0xC1 0x91

Могут быть отправлены ответы, имеющие следующие коды:

Т а б л и ц а 4

Код ошибки	Название	Комментарий
0x01	Недействительная функция	Недопустимый номер функции в SLAVE
0x02	Недействительный адрес данных	Запрошенный адрес некорректный
0x03	Недействительное значение данных	Указанное значение данных не поддерживается в SLAVE

**8. Команды протокола Modbus**

8.1 Программное обеспечение анализатора поддерживает четыре команды из стандартного подмножества команд протокола Modbus.

В примерах для команд первая таблица показывает состав запроса, вторая — правильного ответа. Значения описаны в шестнадцатеричной системе. Одноразрядные значения заполняют байты ответа с младших битов, начиная со значения первого запрошенного адреса. Оставшиеся биты заполнены нулями. 16-разрядные значения должны быть посланы старшим байтом вперед. Циклическая контрольная сумма CRC-16 передается младшим байтом вперед.

8.2 Чтение состояния регистров хранения (16-разрядных целочисленных переменных) — функция 0x03.

Запрос, посылка устройства MASTER:

Т а б л и ц а 5

Сетевой адрес	Код функции	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC-16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	младший байт	старший байт
0x01	0x03						

Ответ, посылка устройства SLAVE:

Т а б л и ц а 6

Сетевой адрес	Код функции	Число байт в ответе	Данные (N×2 байт)				CRC-16	
			Значения 1-го регистра		...	Значения N-го регистра		младший байт
0x01	0x03	N×2	старший байт	младший байт			старший байт	

8.3 Чтение состояния регистров ввода (16-разрядных целочисленных переменных) — функция 0x04.

Запрос, посылка устройства MASTER:

Т а б л и ц а 7

Сетевой адрес	Код функции	Адрес первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC-16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	младший байт	старший байт
0x01	0x04	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	младший байт	старший байт

Ответ, посылка устройства SLAVE:

Т а б л и ц а 8

Сетевой адрес	Код функции	Число байт в ответе	Данные (N×2 байт)				CRC-16	
			Значение 1-го регистра		...	Значение N-го регистра		младший байт
0x01	0x04	N×2	старший байт	младший байт			старший байт	

8.4 Изменение состояния регистра хранения (16-разрядной целочисленной переменной) — функция 0x06.

Запрос, посылка устройства MASTER:

Т а б л и ц а 9

Сетевой адрес	Код функции	Адрес регистра		Новое значение регистра		CRC-16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Младший байт	Старший байт
0x01	0x06	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Младший байт	Старший байт

Ответ, посылка устройства SLAVE:

Т а б л и ц а 10

Сетевой адрес	Код функции	Адрес регистра		Значение регистра		CRC-16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Младший байт	Старший байт
0x01	0x06	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Младший байт	Старший байт

8.5 Изменение состояния регистров хранения (16-разрядных целочисленных переменных) — функция 0x10.

Запрос, посылка устройства MASTER:

Т а б л и ц а 11

Сетевой адрес	Код функции	Адрес первого регистра		Число регистров для записи (N)		Кол-во записываемых байт (2×N)	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт		
0x01	0x10	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт		

		байт	байт	байт	байт	
--	--	------	------	------	------	--

Т а б л и ц а 11 (продолжение)

Записываемые данные ( $N \times 2$ байт)					CRC-16	
Значения 1-го регистра		...	Значения $N$ -го регистра		Младший байт	Старший байт
Старший байт	Младший байт		Старший байт	Младший байт		

Ответ, посылка устройства SLAVE:

Т а б л и ц а 11

Сетевой адрес	Код функции	Адрес первого регистра		Кол-во записанных регистров ( $N$ )		CRC-16	
0x01	0x10	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Младший байт	Старший байт

### 8.6 Формат передачи данных

**Byte** — число в диапазоне от 0 до 255 (8 двоичных разрядов).

**Char** — символ в кодировке ASCII (8 двоичных разрядов). Передаются в младшем байте регистра.

**Word** — число в диапазоне от 0 до 65535 (16 двоичных разрядов).

**DWord** — беззнаковое двойное целое число в диапазоне от 0 до 4294967295 (32 двоичных разряда). При передаче делится на 2 части, сначала передаётся регистр с 2мя младшими байтами, затем регистр с 2мя старшими.

**Int** — знаковое целое число в диапазоне от -32768 до 32767 (16 двоичных разрядов). Старший — 16 разряд определяет знак числа (0 — положительное, 1 — отрицательное). Старший байт передаётся в старшем байте регистра, младший в младшем байте (по стандарту Modbus).

**Long** — знаковое двойное целое число в диапазоне от -2147483648 до 2147483647 (32 двоичных разряда). При передаче делится на 2 части, сначала передаётся регистр с 2мя младшими байтами, затем регистр с 2мя старшими.

**Float** — число с плавающей точкой в диапазоне от  $1,5 \times 10^{-45}$  до  $3,4 \times 10^{38}$  (32 двоичных разрядов). Соответствует международному стандарту IEEE-754 Floating-Point Conversion. Порядок передачи байт можно выбрать изменяя параметр «floatEndian», а проверить правильность преобразования значения, прочитав значение «riValue».

Пример:

Запрос числа Пи (номер регистра: 1003) из подчинённого устройства с адресом 1:

Имя поля	Значение
Адрес подчинённого устройства	0x01
Функция	0x03
Старший байт адреса регистра	0x03
Младший байт адреса регистра	0xEA
Старший байт числа регистров	0x00
Младший байт числа регистров	0x02
Контрольная сумма младший байт	0xE5
Контрольная сумма старший байт	0xBB

Ответ подчинённого устройства при floatEndian=2 (0x40490FDB = 3.14159274(float)):

Имя поля	Значение
Адрес подчинённого устройства	0x01
Функция	0x03
Счётчик байт	0x04
Данные (регистр 1003) ст. байт	0x0F
Данные (регистр 1003) мл. байт	0xDB
Данные (регистр 1004) ст. байт	0x40
Данные (регистр 1004) мл. байт	0x49
Контрольная сумма младший байт	0x79
Контрольная сумма старший байт	0x2A

### 9. Формат кадра Описание регистров трансмиттера АнОд

Для работы с регистрами Modbus анализатора АнОд доступны 3, 4, 6 и 16 функции. Адрес регистра вычисляется вычитанием единицы из его номера.

Т а б л и ц а 12 — Регистры, доступные по чтению и записи

Номер регистра	Наименование переменной	Тип	Размер в байтах	Доступен для записи	Комментарий
Текущие значения					
1	errFlags	Word	2	Нет	Флаги аварий бит 0 — отказ датчика ЭХД, бит 1 — недопустимое значение температуры, бит 2 — ошибка ЭХД (калибровочный коэффициент вне допустимого диапазона), бит 3 — результаты анализа ещё не готовы (прибор был недавно включен), бит 4 — ошибка калибровки (не удалось рассчитать новое значение калибровочного коэффициента) бит 5 — отказ насоса
2	status	Word	2	Нет	Статус (0 -все нормально, 1 — требуется замена сенсора)
3	Cetil	Float	4	Нет	Концентрация этилмеркаптана, мг/м <sup>3</sup>
5	Cmerkaptan	Float	4	Нет	Концентрация меркаптановой серы, мг/м <sup>3</sup>
7	Zapah	Float	4	Нет	Интенсивность запаха, балл
9	Codor	Float	4	Нет	Содержание одоранта, мг/м <sup>3</sup>
11	T	Float	4	Нет	Температура датчика, град.С
13	Clapans	Word	2	Нет	Состояние клапанов

					Бит 0 – клапан 1, Бит 1 – клапан 2, Бит 2 – клапан 3, Бит 3 – насос, Бит 4 – клапан 4, Бит 5 – клапан 5
14	ModeWork	Word	2	Нет	Режим работы (0 - работа, 1- калибровка, 2 - режим поверки, 3 — режим диагностики)
15	I	Float	4	Нет	Сигнал сенсора, А
17	SN	DWord	4	Нет	Серийный номер прибора. Серийный номер прибора представляет собой семизначное число.
19	crc	Word	2	Нет	Контрольная сумма ПО
20	Ver	Word	2	Нет	Версия ПО
Настройка дискретного выхода 1					
51	Out1_mode	Word	2	Да	Режим 1-го дискретного выхода 0 - отключен (OFF), 1 - индикация состояния прибора (ON - нормально, OFF - авария), 2 - индикация минимального значения параметра (ON - нормально, OFF - авария), 3 - индикация максимального значения параметра (ON - нормально, OFF - авария), 4 - индикация минимального или максимального значений параметра (ON - нормально, OFF - авария)
52	Out1_polarity	Word	2	Да	Полярность выхода (0 - нормальная, 1 - инверсная)
53	Out1_addrIReg	Word	2	Да	Номер регистра контролируемого параметра (для режимов 2, 3, 4)
54	Out1_minLimit	Float	4	Да	Минимальный предел значения контролируемого параметра (для режимов 2, 4)
56	Out1_maxLimit	Float	4	Да	Максимальный предел значения контролируемого параметра (для режимов 3, 4)
Настройка дискретного выхода 2					
61	Out2_mode	Word	2	Да	Режим 2-го дискретного выхода 0 - отключен (OFF), 1 - индикация состояния прибора (ON - нормально, OFF - авария), 2 - индикация минимального

					значения параметра (ON - нормально, OFF - авария), 3 - индикация максимального значения параметра (ON - нормально, OFF - авария), 4 - индикация минимального или максимального значений параметра (ON - нормально, OFF - авария)
62	Out2_polarity	Word	2	Да	Полярность выхода (0 - нормальная, 1 - инверсная)
63	Out2_addrIReg	Word	2	Да	Номер регистра контролируемого параметра (для режимов 2, 3, 4)
64	Out2_minLimit	Float	4	Да	Минимальный предел значения контролируемого параметра (для режимов 2, 4)
66	Out2_maxLimit	Float	4	Да	Максимальный предел значения контролируемого параметра (для режимов 3, 4)
<b>Калибровочные настройки</b>					
91	Cpgs	Float	4	Да	Концентрация ПГС, мг/м3
93	Kpgs	Float	4	Да	Значение калибровочного коэффициента А/мг/м3
95	Cs	Float	4	Да	Массовая доля серы в одоранте (по умолчанию 0.45% масс.)
97	errMask	Word	2	Да	Маска аварийных событий (Служит для отключения выбранных аварийных событий).
98	Tdelay	Word	2	Да	Длительность паузы между анализами в секундах
<b>Настройка связи Modbus в режиме "Slave" (разъем X2, см. Приложение Б)</b>					
101	mbAddr	Word	2	Да	Адрес Modbus (1-254)
102	Protocol	Word	2	Да	Протокол (0 - Modbus RTU, 1 - Modbus ASCII)
103	bitRate	Word	2	Да	Скорость обмена по порту (0-1200, 1-2400, 2-4800, 3-9600, 4-19200, 5-38400)
104	Parity	Word	2	Да	Чётность (0 - no, 1 - odd, 2 - even)
105	stopBit	Word	2	Да	Стоповых бит (0 - 1 ст.бит, 1 - 2 ст.бит)
106	floatEndian	Word	2	Да	Порядок следования байт в значениях типа float: 0 - 4-3-2-1 1 - 2-1-4-3 2 - 3-4-1-2 3 - 1-2-3-4
<b>Настройка токового выхода 4-20 мА и HART</b>					
131	PV	Word	2	Да	Номер регистра параметра для токового выхода / PV для

					HART
132	val4	Float	4	Да	Значение параметра для тока 4 мА
134	val20	Float	4	Да	Значение параметра для тока 20 мА
136	dempf4_20	Float	4	Да	Значение параметра демпфирования тока(с)
138	SV	Word	2	Да	SV для HART
139	TV	Word	2	Да	TV для HART
140	QV	Word	2	Да	QV для HART
141	AddrHART	Word	2	Да	Адрес HART. Если адрес HART отличен от 0, значение тока токового выхода устанавливается в 4 мА.
142	TypeDevice	Word	2	Да	Тип устройства HART
143	ManufacturerCode	Word	2	Да	Код производителя (по умолчанию 0x60C4)
144	IdDevice	DWord	4	Да	Уникальный номер устройства
<p>Настройка связи Modbus RTU в режиме "Master" (разъем X3, см. Приложение Б)          Предупреждение: порт X3 может работать только по протоколу Modbus RTU.          Запись каждого параметра производится отдельным запросом с номером функции 16.</p>					
161	mbAddrMaster	Word	2	Да	Адрес Modbus (1-254)
162	bitRateMaster	Word	2	Да	Скорость обмена по порту (0 - 1200, 1 - 2400, 2 - 4800, 3 - 9600, 4 — 19200, 5 - 38400)
163	parityMaster	Word	2	Да	Четность (0 — no, 1 — odd, 2 - even)
164	stopBitMaster	Word	2	Да	Стоповых бит(0 — 1 ст.бит, 1 — 2 ст.бит)
165	floatEndianMaster	Word	2	Да	Порядок следования байт значений типа float для Modbus RTU master: 0 - 4-3-2-1 1 - 2-1-4-3 2 - 3-4-1-2 3 - 1-2-3-4
166	addrErrFlags	Word	2	Да	Номер регистра для записи флага аварий (0 — не используется)
167	addrStatus	Word	2	Да	Номер регистра для записи статуса( 0 — не используется)
168	addrCetil	Word	2	Да	Номер регистра для записи концентрации этилмеркаптана( 0 — не используется)
169	addrCmerkaptan	Word	2	Да	Номер регистра для записи концентрации меркаптановой серы( 0 — не используется)
170	addrZapah	Word	2	Да	Номер регистра для записи интенсивности запаха( 0 — не используется)
171	addrCodor	Word	2	Да	Номер регистра для записи содержания одоранта( 0 — не

					используется)
172	addrT	Word	2	Да	Номер регистра для записи температуры( 0 — не используется)
173	extErrFlagsType	Word	2	Да	Тип параметра регистра флага аварий для передачи по modbusMaster (0-dword, 1-word, 2-float)
Сервисные команды					
198	newPassword	Word	2	Да	Запись нового пароля
1003	piValue	Float	4	Нет	Значение числа Пи (3.14159274f = 0x40490FDB). Может служить для проверки правильности настройки адресации Modbus, считывания переменных типа Float, а также для автоматического определения порядка следования байт в параметрах типа Float.