

# Ремонтная документация на измеритель концентрации кислорода ФП-10



редакция от 06.06.2005

## Содержание

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> .....	<b>2</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>ФП-10. ВАРИАНТ ИСПОЛНЕНИЯ 1</b> .....	<b>4</b>
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ.....	4
<b>ФП-10. ВАРИАНТ ИСПОЛНЕНИЯ 2</b> .....	<b>7</b>
СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ .....	7
ПЛАТА ОБРАБОТКИ .....	8
<b>ФП-10. ВАРИАНТ ИСПОЛНЕНИЯ 3</b> .....	<b>11</b>
СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ .....	11
ПЛАТА ОБРАБОТКИ .....	12
БЛОК ГАЗОПОДАЧИ .....	15
МОДУЛЬ СИГНАЛИЗАЦИИ .....	17
<b>ПРИНЦИП РАБОТЫ</b> .....	<b>18</b>
<b>НЕИСПРАВНОСТИ</b> .....	<b>19</b>
ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ .....	20

## Введение

Существует три варианта исполнения измерителей концентрации кислорода ФП-10. Все варианты выполнены на базе микроконтроллеров MicroChip. Измеритель состоит из следующих структурных блоков: блок питания, плата обработки, блок газоподачи, модуль сигнализации. Изменению подвергались блок газоподачи, тип используемого датчика, узел управления питанием, усилитель сигнала датчика. Принципиальных отличий в работе данных приборов нет. В качестве первичного преобразователя используется электрохимический преобразователь концентрации кислорода «Оксик». Вариант исполнения прибора можно определить по геометрическим размерам прибора, сборочному чертежу платы обработки, а также по косвенным факторам, таким как тип использованной микросхемы блока газоподачи, типу датчика кислорода.



Таблица 1. Перечень элементов к схеме электрической принципиальной варианта исполнения 1 ФП-10.

<u>Конденсаторы</u>		<u>Резисторы</u>	
C1, C2	МЧ1206 Н90 50В 0,1 мкФ	R1	502-Q SMD G1206 1,2 кОм ±5%
C3, C4	МЧ1206 Н90 50В 1,0 мкФ	R2	502-Q SMD G1206 620 Ом ±5%
C5	МКТ-370 100В 0,1 мкФ	R3	502-Q SMD G1206 2,4 кОм ±5%
C6	FT-SMD 16V 4,7 мкФ	R4	502-Q SMD G1206 1,2 кОм ±5%
C7	МЧ1206 Н90 50В 0,022 мкФ	R5, R6	502-Q SMD G1206 30 кОм ±5%
C8	МЧ1206 Н90 50В 1,0 мкФ	R7, R8	502-Q SMD G1206 4,7 кОм ±5%
	<u>Микросхемы</u>	R9, R10	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
DA1	MAX495ESA	R11	502-Q SMD G1206 1,0 кОм ±5%
DA2	КР1022ЕП1	R12	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
DD1	PIC14000-04I/SO	R13	502-Q SMD G1206 100 Ом ±5%
DD2, DD3	24LC02В-I/SN	R14	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
HG1	ЖКИ ВУ ФДМИ 467859.021	R15	502-Q SMD G1206 420 кОм ±5%
HL1	Светодиод КА-3528IT	R16	502-Q SMD G1206 30 кОм ±5%
		R17	502-Q SMD G1206 1,0 кОм ±5%
		R18	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
		R19	502-Q SMD G1206 100 Ом ±5%
		R20	502-Q SMD G1206 300 Ом ±5%
		R21	502-Q SMD G1206 2,4 кОм ±5%
		R22	502-Q SMD G1206 620 Ом ±5%
		R23	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
		R24	502-Q SMD G1206 1,2 кОм ±5%
		R25	502-Q SMD G1206 13 кОм ±5%
		R26	502-Q SMD G1206 4,7 кОм ±5%
		R27	502-Q SMD G1206 1,0 Ом ±5%
		R28	502-Q SMD G1206 2,2 Ом ±5%
		R29	502-Q SMD G1206 300 Ом ±5%
		R30	502-Q SMD G1206 200 кОм ±5%
		R31, R32	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
		SB1, SB2	Кнопка SWT2
		VD1-VD3	Диод КД521А
			<u>Транзисторы</u>
		VT1	КТ3129Б9
		VT2	КП505А
		VT3	КТ3129Б9
		VT4, VT5	КП505А
		VT6	КТ3129Б9
		VT7	КТ626Б
		XS1	Розетка PBS-8-R

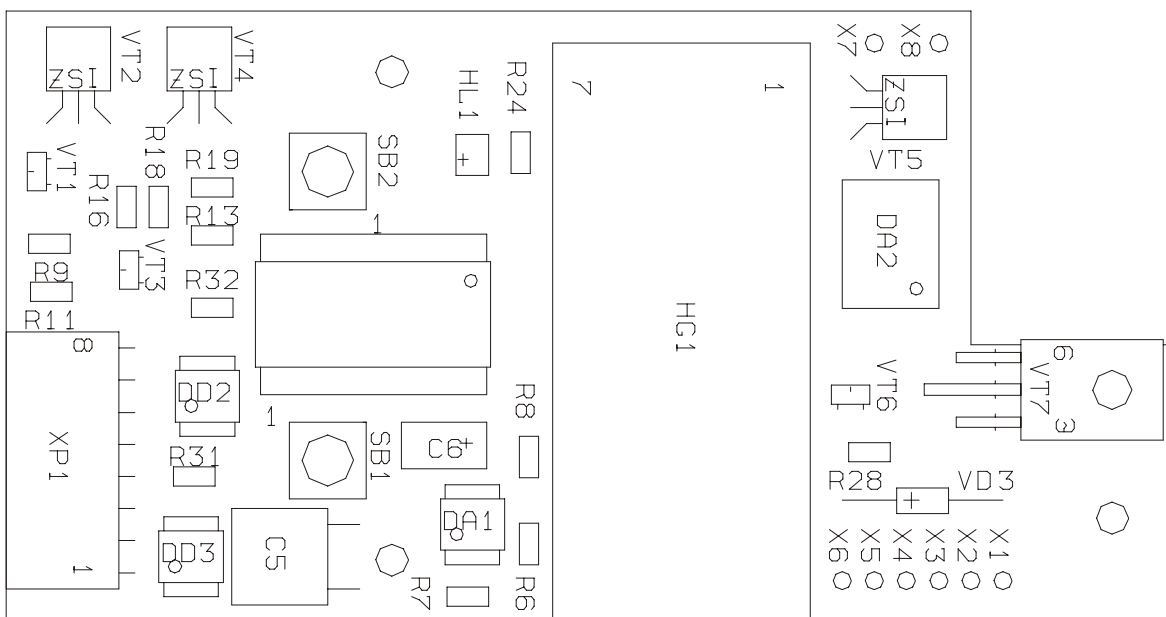


Рисунок 2. Сборочный чертеж платы обработки варианта исполнения 1 ФП-10. Сторона монтажа.

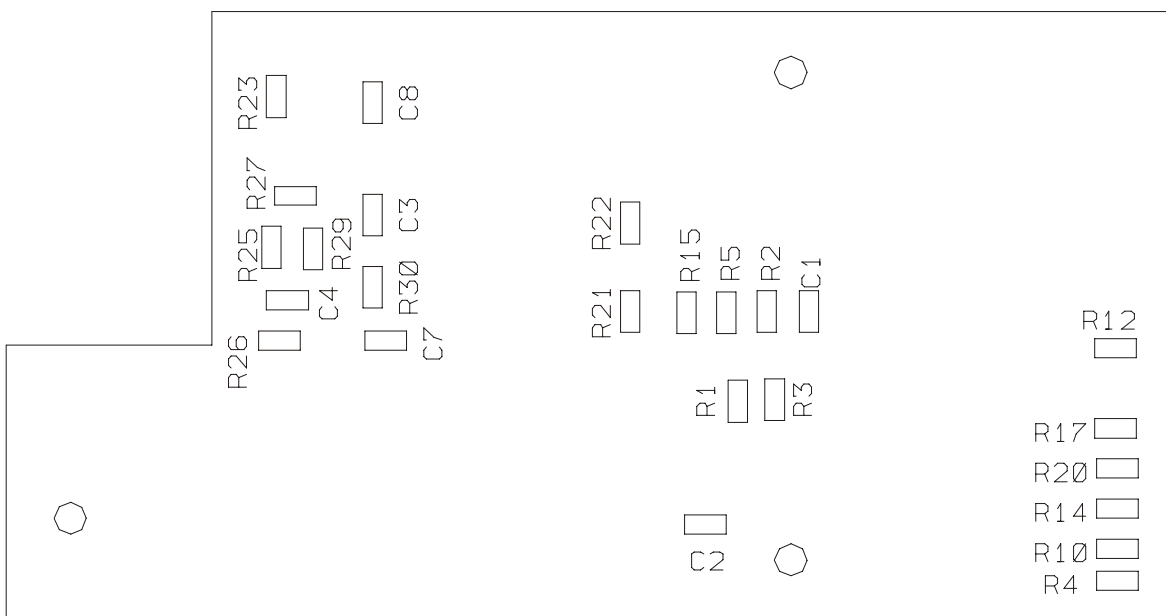


Рисунок 3. Сборочный чертеж платы обработки варианта исполнения 1 ФП-10. Сторона пайки.

## ФП-10. Вариант исполнения 2

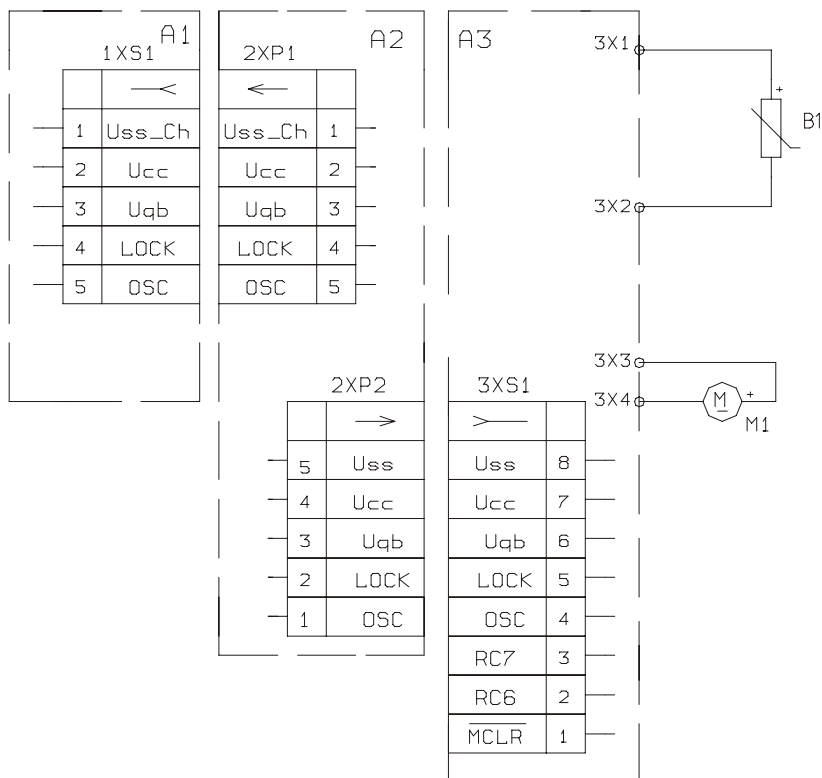


Рисунок 4. Схема соединений блоков варианта исполнения 2 ФП-10.

Таблица 2. Перечень блоков варианта исполнения 2 ФП-10.

A1	Модуль сигнализации
A2	Блок питания
A3	Плата обработки
B1	Датчик кислорода "Оксик"
M1	Электродвигатель ДП-22-0,08-2-У.1.1 U=1,5 В

Плата обработки

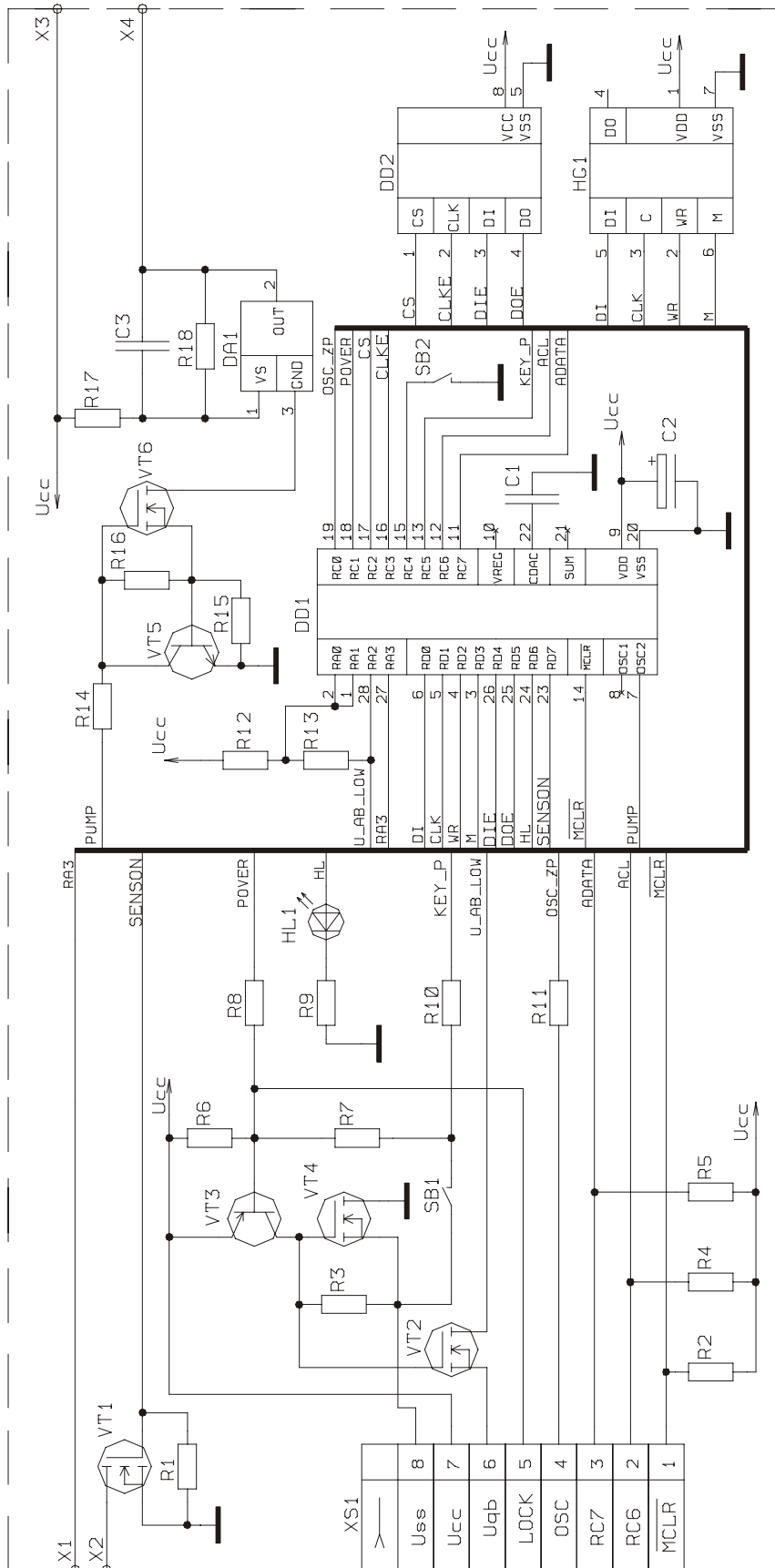


Рисунок 5. Схема электрическая принципиальная платы обработки варианта исполнения 2 ФП-10.



**Таблица 3. Перечень элементов к схеме электрической принципиальной варианта исполнения 2 ФП-10.**

	<u>Конденсаторы</u>		<u>Резисторы</u>
C1	МКТ-370 100В 0,1 мкФ	R1	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
C2	FT-SMD 16V 4,7 мкФ	R2	502-Q SMD G1206 1,2 кОм ±5%
C3	МЧ1206 Н90 50В 1,0 мкФ	R3	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
	<u>Микросхемы</u>	R4-R8	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
DA1	TDA1151	R9	502-Q SMD G1206 1,2 кОм ±5%
DD1	PIC14000-04I/SO	R10	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
DD2	93LC46A-I/SN	R11	502-Q SMD G1206 360 Ом ±5%
HG1	ЖКИ ВУ ФДМИ 467859.021	R12	502-Q SMD G1206 2,4 кОм ±5%
HL1	Светодиод КА-3528IT	R13	502-Q SMD G1206 620 Ом ±5%
		R14	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
		R15	502-Q SMD G1206 2,2 Ом ±5%
		R16	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
		R17	502-Q SMD G1206 30 Ом ±5%
		R18	502-Q SMD G1206 360 Ом ±5%
		SB1, SB2	Кнопка SWT2
			<u>Транзисторы</u>
		VT1,VT2	КП505А
		VT3	КТ3129Б9
		VT4	КП505А
		VT5	КТ3130Б9
		VT6	КП505А
		XS1	Розетка PBS-8

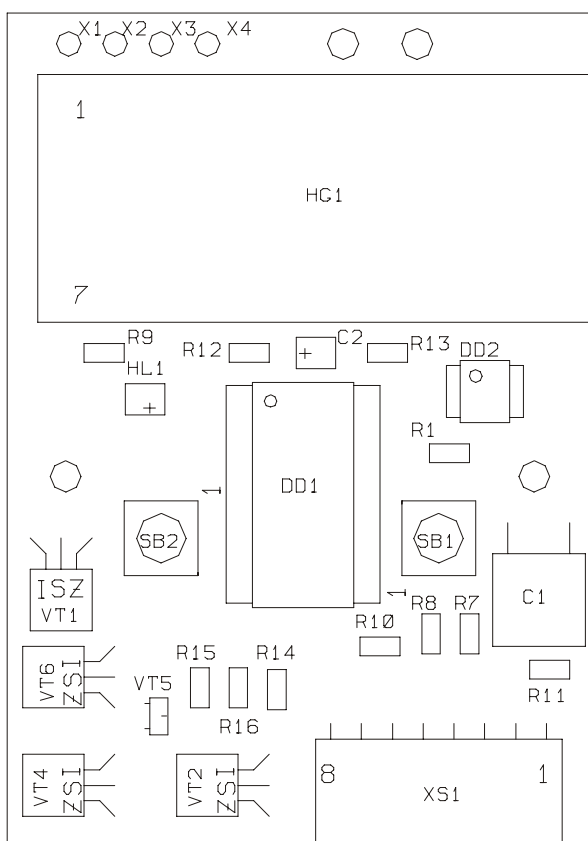


Рисунок 6. Сборочный чертеж платы обработки варианта исполнения 2 ФП-10. Сторона монтажа.

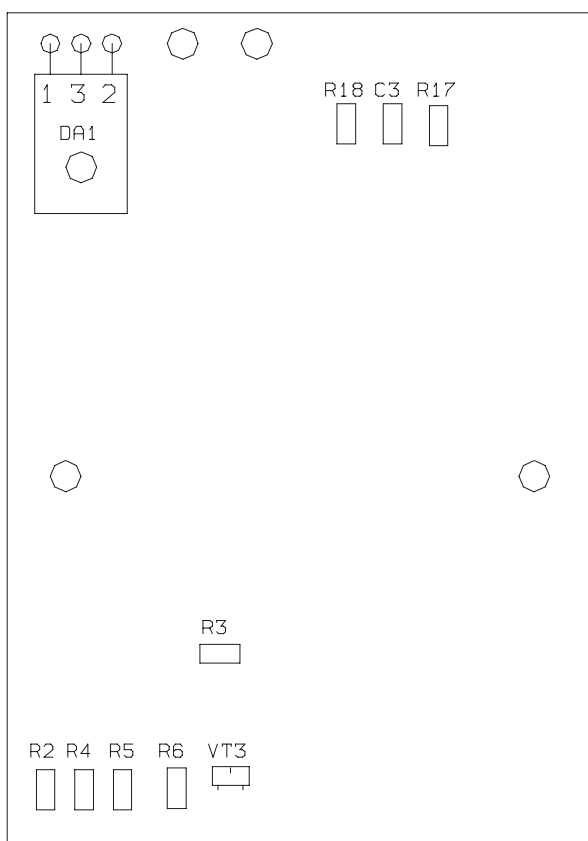


Рисунок 7. Сборочный чертеж платы обработки варианта исполнения 2 ФП-10. Сторона пайки.

## ФП-10. Вариант исполнения 3

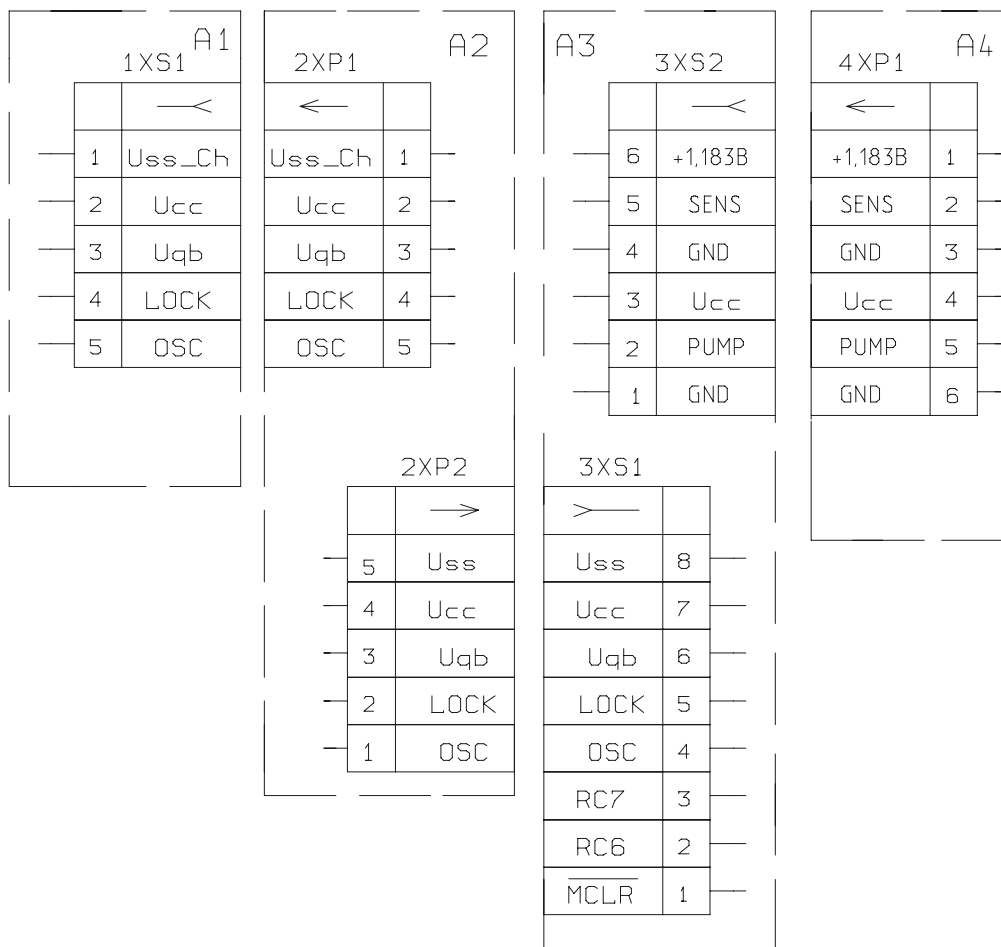


Рисунок 8. Схема соединений блоков варианта исполнения 3 ФП-10.

Таблица 4. Перечень блоков варианта исполнения 3 ФП-10.

A1	Модуль сигнализации
A2	Блок питания
A3	Плата обработки
A4	Блок газоподачи

Плата обработки

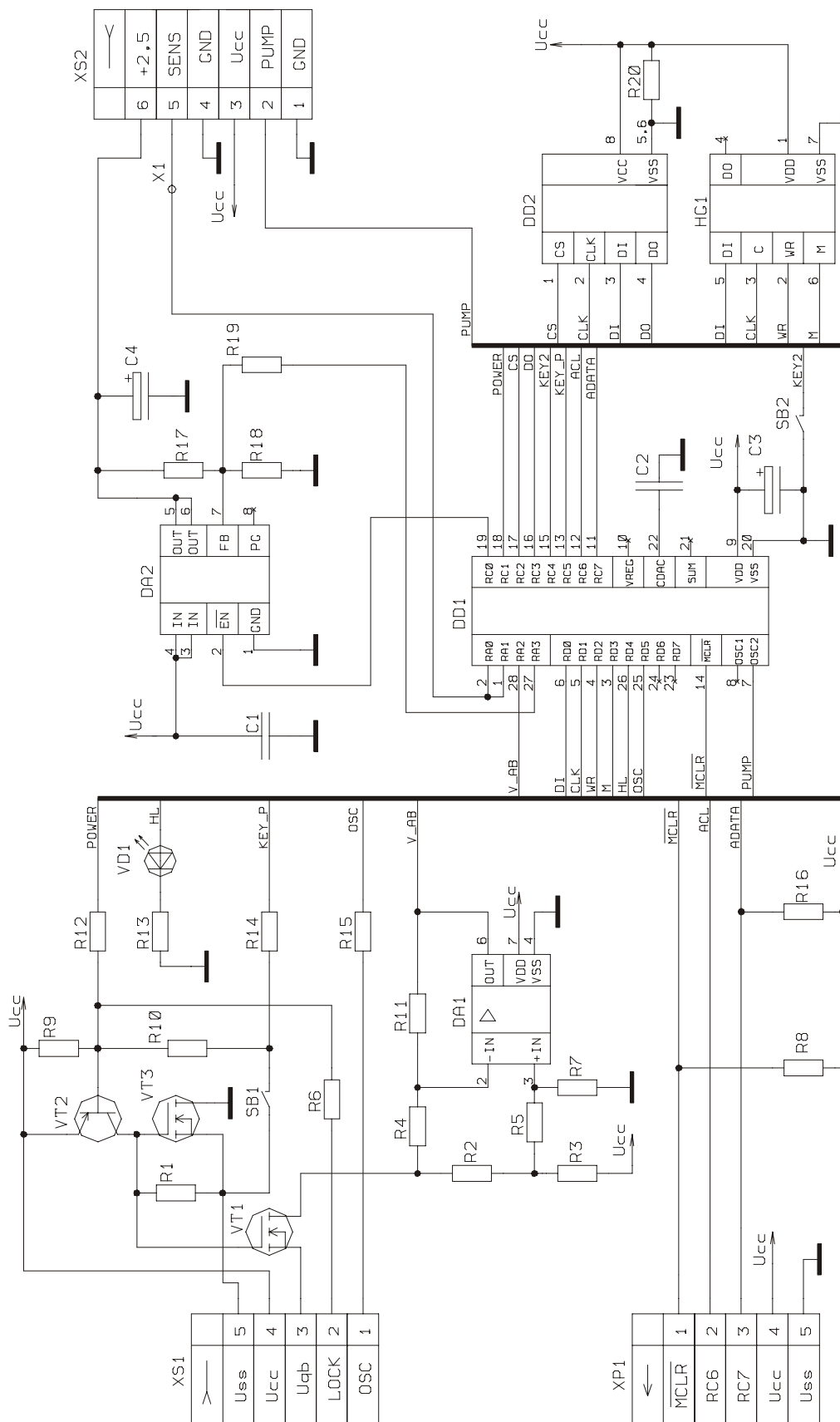


Рисунок 9. Схема электрическая принципиальная платы обработки варианта исполнения 3 ФП-10.

Таблица 5. Перечень элементов к схеме электрической принципиальной варианта исполнения 3 ФП-10.

<u>Конденсаторы</u>		<u>Резисторы</u>	
C1	МЧ1206 Н90 50В 1,0 мкФ	R1	502-Q SMD G1206 100 кОм ±1%
C2	МКТ-370 100В 0,1 мкФ	R2	502-Q SMD G1206 620 Ом ±5%
C3, C4	FT-SMD 16V 4,7 мкФ	R3	502-Q SMD G1206 2,4 кОм ±5%
	<u>Микросхемы</u>	R4, R5	502-Q SMD G1206 100 кОм ±1%
DA1	MCP601-I/SN	R6	502-Q SMD G1206 300 Ом ±5%
DA2	TPS77501D	R7	502-Q SMD G1206 100 кОм ±1%
DD1	PIC14000-04I/SO	R8-R10	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
DD2	93LC46	R11	502-Q SMD G1206 100 кОм ±1%
		R12	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
HG1	ЖКИ CF48TS1RP3	R13	502-Q SMD G1206 1,2 кОм ±5%
		R14	502-Q SMD G1206 620 Ом ±5%
		R15	502-Q SMD G1206 300 Ом ±5%
		R16	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
		R17	502-Q SMD G1206 2,2 Ом ±5%
		R18	502-Q SMD G1206 1,8 кОм ±5%
		R19	502-Q SMD G1206 6,8 кОм ±5%
		R20	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
		SB1, SB2	Кнопка SWT2
		VD1	Светодиод КА-3528IT
			<u>Транзисторы</u>
		VT1	IRLML2402
		VT2	КТ3129Б9
		VT3	IRLML2402
		XP1	Вилка PLS-5-R
		XS1	Розетка PBS-5-R
		XS2	Розетка PBS-6-R

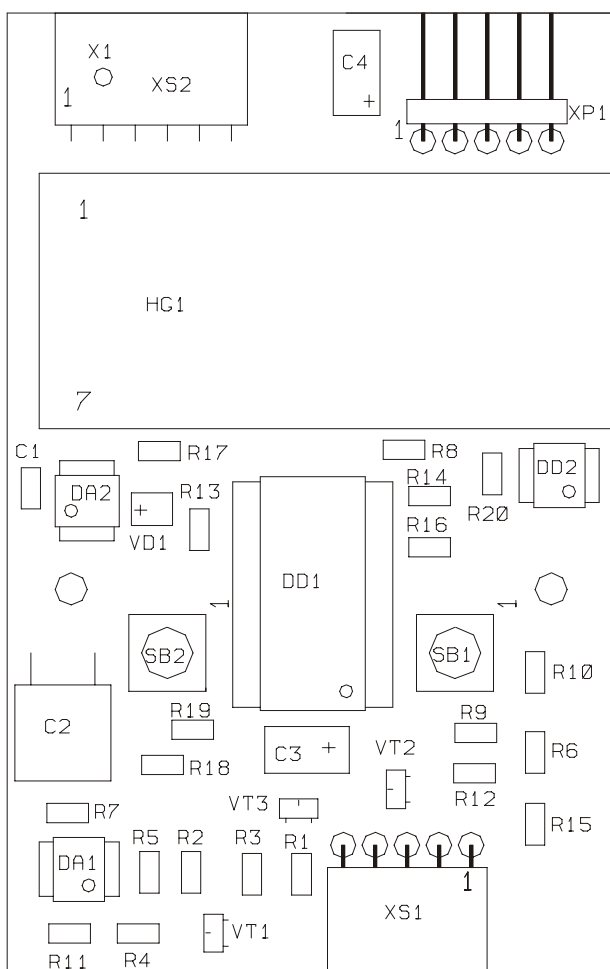


Рисунок 10. Сборочный чертеж платы обработки варианта исполнения 3 ФП-10. Сторона монтажа.

## Блок газоподачи

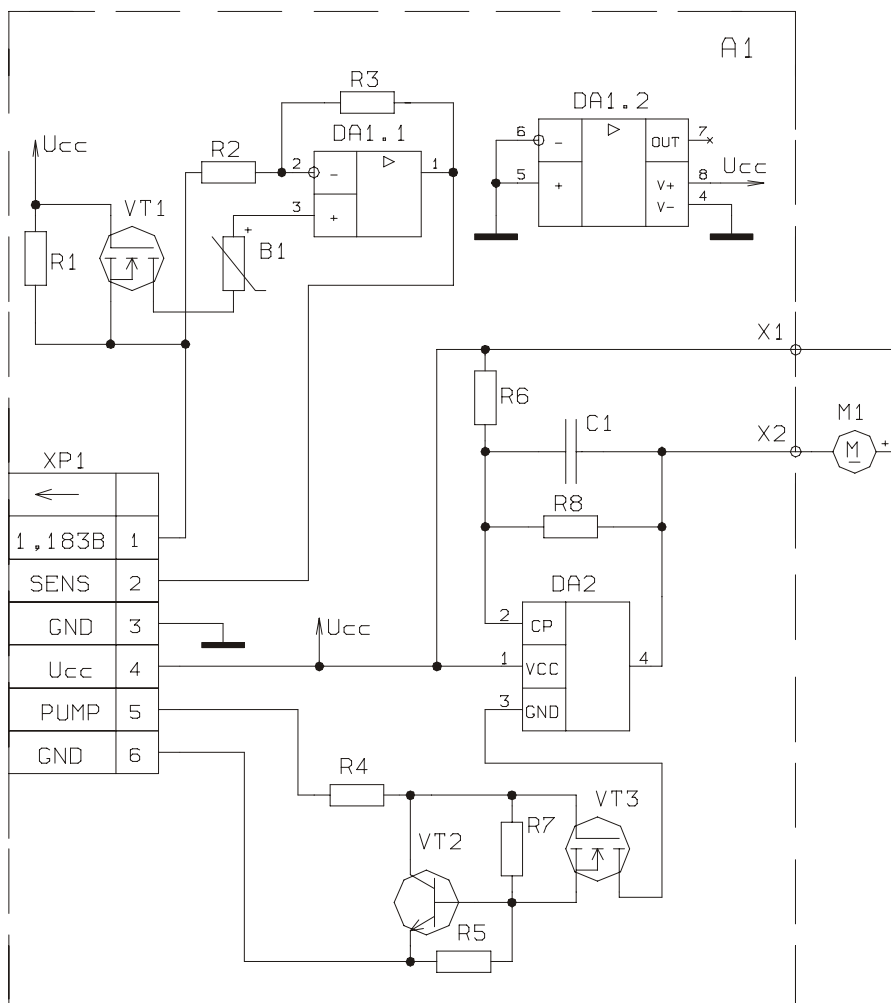


Рисунок 11. Схема электрическая принципиальная блока газоподачи варианта исполнения 3 ФП-10.

Таблица 6. Перечень элементов к схеме электрической принципиальной блока газоподачи варианта исполнения 3 ФП-10.

M1	Электродвигатель ДП-22-0,08-2-У1.1 U=1,5В	<u>Резисторы</u>	
A1	<u>Плата блока газоподачи</u>	R1	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
B1	Сенсор MINI-OX-3	R2	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
C1	Конденсатор МЧ1206 Н90 50В 1,0 мкФ	R3	502-Q SMD G1206 22 кОм ±5%
	<u>Микросхемы</u>	R4	502-Q SMD G1206 10 кОм ±5%
DA1	MCP607-I/SN	R5	502-Q SMD G1206 2,2 Ом ±5%
DA2	AN6651	R6	502-Q SMD G1206 180 Ом ±5%
		R7	502-Q SMD G1206 100 кОм ±5%
		R8	502-Q SMD G1206 820 Ом ±5%
		<u>Транзисторы</u>	
		VT1	IRLML2402
		VT2	КТ3130Б9
		VT3	IRLML2402
		XP1	Вилка PLS-6-R

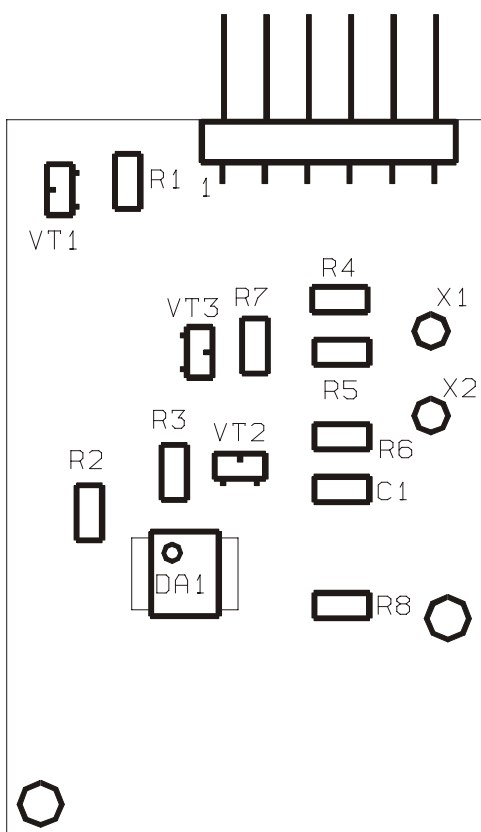


Рисунок 12. Сборочный чертеж блока газоподачи варианта исполнения 3 ФП-10. Сторона монтажа.

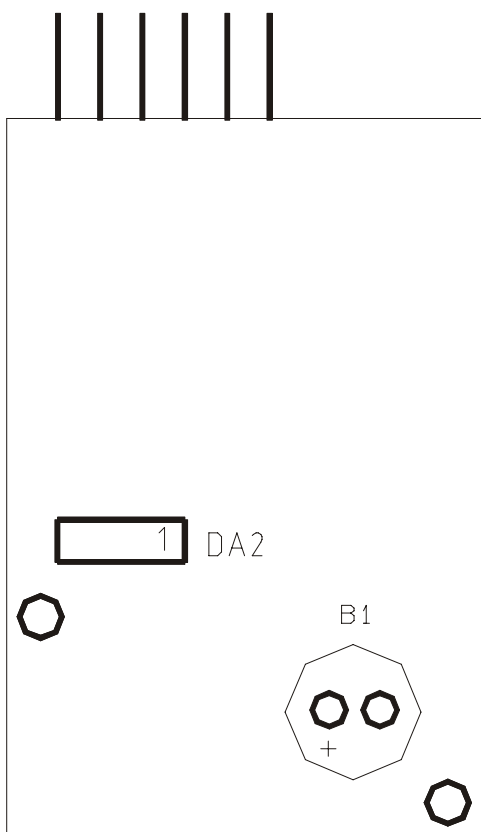
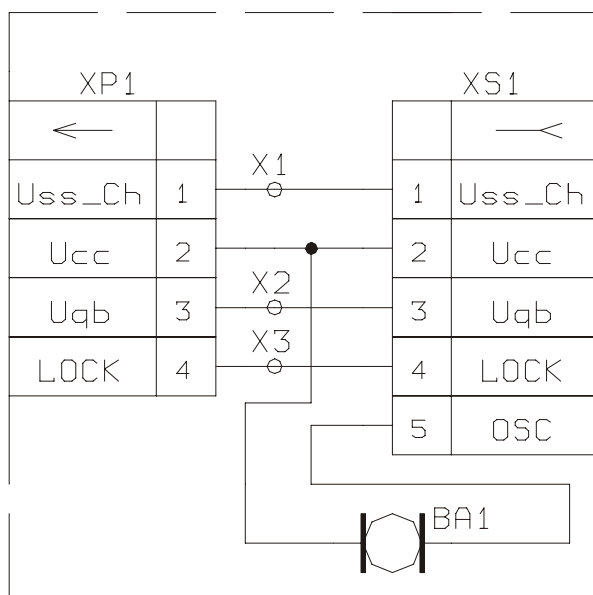


Рисунок 13. Сборочный чертеж блока газоподачи варианта исполнения 3 ФП-10. Сторона пайки.



## Модуль сигнализации



**Рисунок 14.** Схема электрическая принципиальная модуля сигнализации.

**Таблица 7.** Перечень элементов к схеме электрической принципиальной модуля сигнализации.

BA1	Звукоизлучатель ЗП-18	XP1	Вилка на блок РС4ТВ
X1-X2	Металлизированное отверстие	XS1	Розетка PBS-5

## Принцип работы

Первичным преобразователем концентрации кислорода в воздухе в постоянное напряжение служит датчик кислорода «Оксик». Напряжение, генерируемое датчиком, поступает на усилитель (DA1 в варианте исполнения 1; DA1.1 в варианте исполнения 3). После усиления сигнал датчика измеряется аналогово-цифровым преобразователем микроконтроллера. Исходя из градуировочных данных записанных в памяти EEPROM и напряжения датчика, рассчитывается концентрация кислорода. В варианте исполнения 2 датчик подключается к измерительным цепям только на время измерений, для чего служит транзистор VT1. В варианте 3 - датчик подключен постоянно при включенном приборе. Для увеличения ресурса датчика он отключается от измерительных цепей при выключении прибора.

Узел управления питанием прибора работает следующим образом. При нажатии кнопки включения прибора открывается полевой транзистор, который соединяет «землю» прибора с «землей» аккумуляторной батареи. Далее управляющая программа микроконтроллера устанавливает линию «Power» в состояние логической единицы (+5в). Этим сигналом полевой транзистор блокируется в открытом состоянии даже после отпущания кнопки включения питания. Отключается прибор при пропадании сигнала «Power». Это происходит после нажатия кнопки выключения прибора.

Напряжение аккумуляторной батареи контролируется микроконтроллером. В связи с падением напряжения на взрывозащите, измерение проводится с отдельной линии питания Uab. При достижении порога отключения на экран прибора выводится символ разряда аккумуляторной батареи и прибор переходит в специальный энергосберегающий режим. Измерения концентрации при этом не проводятся.

Узел управления микронасосом представляет собой стабилизатор частоты вращения двигателя постоянного тока. Узел выполнен на микросхемах KP1022EP1 (вар. исп. 1), TDA1151 (вар. исп. 2) и AN6651 (вар. исп. 3). Состоянием микронасоса управляет сигнал микроконтроллера «Pump». Когда сигнал «Pump» принимает состояние логической единицы, открывается ключ на полевом транзисторе, который и включает узел стабилизации частоты вращения. При снятии сигнала «Pump» узел стабилизации и электродвигатель обесточиваются.

Блок памяти выполнен на базе микросхемы энергонезависимой памяти (EEPROM). В варианте исполнения 1, для надежности хранения данных, использовались две микросхемы памяти. Информация из одной микросхемы дублировалась во вторую, с проверкой соответствия. В более поздних вариантах исполнений от этой техники отказались, применяя другие процедуры проверки целостности данных. В памяти хранятся данные о настройке прибора на газовоздушные смеси, пороги сигнализации, и т.п.

Блок индикации представляет собой ЖКИ индикатор и контроллер, выполненный в одном корпусе. Данные из микроконтроллера передаются по четырехпроводной линии связи.

## Неисправности

В случае возникновения неисправности, не связанной с нормальной работой прибора, на индикаторе отображается надпись "авария" и номер неисправности: При возникновении нескольких неисправностей одновременно, их номера суммируются. Например, неисправность с номером "14" следует рассматривать как сумму двух неисправностей с номерами "10" и "04".

**Таблица 8. Перечень неисправностей самодиагностики.**

Номер неисправности	Описание неисправности
01	Неисправность АЦП. Возможна неисправность в цепи конденсатора, подключенного к выводу «CDAC» микроконтроллера.
02	Переполение АЦП. Возможна неисправность конденсатора АЦП (вывод «CDAC» микроконтроллера), в цепях измерения напряжения батареи и датчика. Возникает при поступлении на входы RA0-RA3 микроконтроллера напряжения более 3 В.
04	Ошибка чтения из EEPROM. Возможна неисправность в цепи микросхемы энергонезависимой памяти EEPROM.
10	Отсутствует настройка прибора / ошибка целостности данных. Данная неисправность означает нарушение целостности данных в памяти. Это говорит о сбое памяти либо о том, что прибор после производства еще не был ни разу настроен. Следует заново настроить прибор. Если это не помогло, нужно проверить линии связи EEPROM и микроконтроллера. И последний вариант – замена EEPROM (наиболее редкий случай).

### Общая диагностика

Общую проверку работоспособности следует начинать с проверки напряжения питания. При нажатии кнопки включения питания на выводы микроконтроллера Vdd и Vss должно подаваться напряжение с аккумуляторной батареи (4.0-5.2 в). При его отсутствии следует проверять цепи узла управления питанием. Если после отпускания кнопки прибор не остается в рабочем состоянии, необходимо проконтролировать появление +5v на линии «Power» после секундного удержания кнопки включения. Именно этот сигнал шунтирует полевой транзистор в открытом состоянии, что обеспечивает питание прибора после отпускания кнопки включения. О работоспособности микроконтроллера можно судить по наличию напряжения пилообразной формы на его выводе «CDAC». При нормальной работе микроконтроллера для диагностики неисправностей, а также для настройки прибора удобно использовать технологический адаптер «ТесАд». По вопросам его приобретения следует обращаться на предприятие-изготовитель.

## Характерные неисправности и методы их устранения

### Показания прибора постоянно меняются; Неверное измерение концентрации.

- Наиболее частой неисправностью является выход из строя датчика кислорода. Датчик представляет собой генератор постоянного напряжения, пропорционального концентрации кислорода. Внутри датчика установлен элемент питания. При разряде элемента питания напряжение на датчике падает. При нормальных условиях (кислорода в воздухе около 21%) напряжение на датчике должно быть от 50 до 120 мВ для датчика «mini-OX» и от 150 до 500 мВ для датчика «Оксик» (в зависимости от разброса). При подаче на датчик азота напряжение на нем опускается до 0...5 мВ. Измерения следует проводить вольтметром с высоким входным сопротивлением (желательно более 30 МОм). Однако для оценки работоспособности датчика можно использовать вольтметр и с меньшим входным импедансом (но не менее 1 МОм). При заниженном напряжении на датчике в воздухе следует заменить датчик.
- Плохая фильтрация сигнала датчика. В варианте исполнения 2 иногда наблюдалось явление дребезга напряжения на датчике, что приводило к «плаванию» показаний прибора. Это можно увидеть по осциллографу либо с помощью адаптера «ТесАД». Для устранения необходимо установить на плату фильтрующий конденсатор FT-SMD 16V 4,7 мкФ. «+» конденсатора подключается к выводам 1,2 микроконтроллера, «-» подключается к «земле» прибора (вывод 20 микроконтроллера). Не путать «землю» прибора с «землей» аккумуляторной батареи! Конденсатор удобно размещать на плате обработки со стороны монтажа вблизи светодиода. Также рекомендуется установить чип-конденсатор 0,1 мкФ параллельно датчику кислорода. Установку удобно производить на плате обработки со стороны пайки.

### Аккумуляторная батарея “не берет заряда”.

- Данная неисправность может появляться при длительном хранении прибора с **разряженными аккумуляторами**. При этом емкость батарей может существенно упасть! При длительном хранении прибора следует периодически (раз в два месяца) производить цикл полного разряда/заряда аккумуляторной батареи. Для этого необходимо включить прибор на длительное время до появления на экране символа разряда батареи. После чего зарядить батареи обычным способом. При сильном падении емкости аккумуляторов можно провести несколько циклов «тренировки». Эта техника хороша для Ni-Cd (никель-кадмиевых) аккумуляторов. Для аккумуляторов Ni-MH (никель-металлогидридные) процедура «тренировки» малоэффективна. Процесс «тренировки» включает быстрый заряд током 1С-2С (С это емкость аккумулятора) до повышения температуры корпуса аккумулятора на 10-15°C. **Внимание! Взрывоопасно! При перегреве возможна разгерметизация!** Далее, не ранее чем через 24 часа, провести разряд током 0,2С до установления ЭДС 1,05-1,1В. После этого зарядить номинальным током 0,1С в течение 14-16 часов. Для определения тока саморазряда выдержать в отключенном состоянии в течение 5-10 суток и замерить ЭДС. Аккумуляторы, у которых ЭДС выше 1,24В пригодны к дальнейшей эксплуатации без ограничений. Остальные бракуются.

**Нет напряжения на блоке аккумуляторов (блок питания А2).**

- Провести проверку каждого аккумулятора (см. выше).
- Если аккумуляторы исправны, значит, неисправен блок взрывозащиты. Данный блок представляет собой залитую компаундом плату токоограничения. Блок расположен внутри блока питания. Данный узел ремонту не подлежит. При выходе из строя взрывозащиты необходимо целиком заменить блок питания.

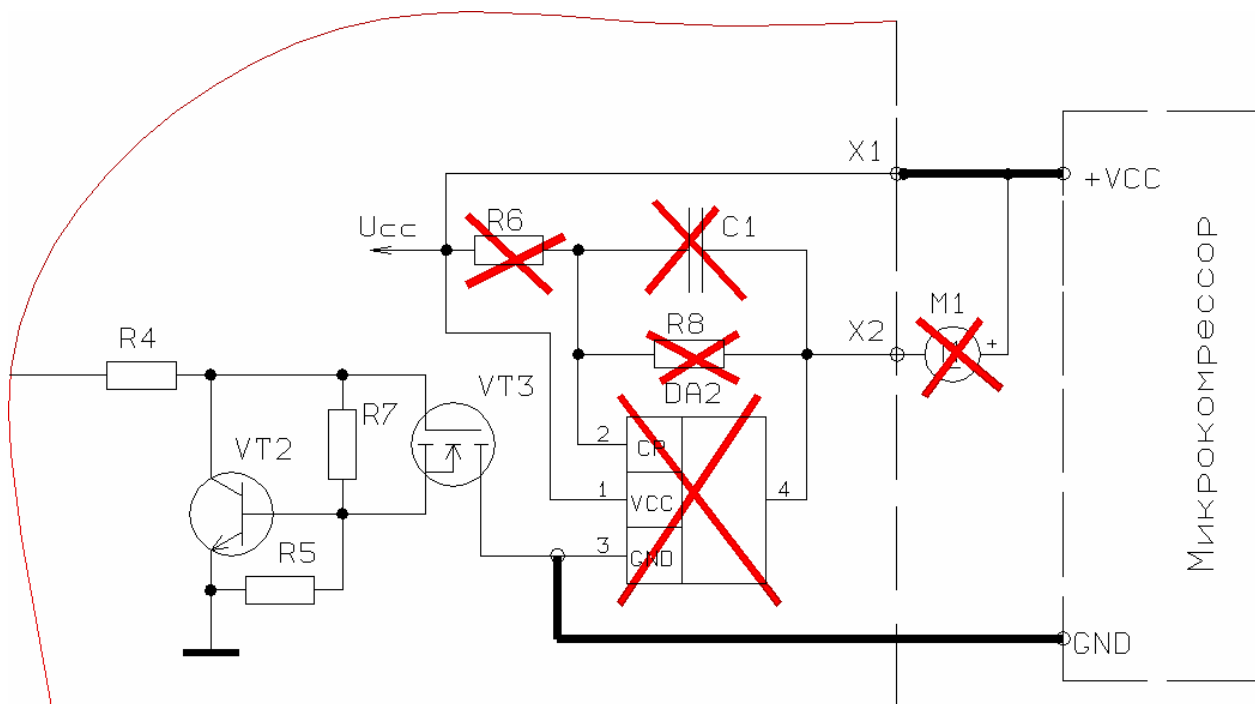
**Не работает микронасос.**

- Заклиненный двигатель ремонту не подлежит, только замена. При установке нового двигателя надо избегать перекосов и пережатия крепежных винтов. Сборка производится при включенном двигателе с одновременным контролем потребляемого тока. Ток потребления электродвигателя на холостом ходу должен составлять не более 40-60 мА. При превышении этой величины следует заменить двигатель.
- При исправном микронасосе следует проверить схему управления. В варианте исполнения 1 это КР1022ЕП1. Данная микросхема, как показала практика является довольно ненадежной. Очень часто именно ее выход из строя приводит к неработоспособности блока насоса. Позже применялась микросхема TDA1151. К сожалению, она уже снята с производства, поэтому последние приборы собираются на AN6651. Обе указанные микросхемы значительно надежнее, чем КР1022ЕП1.

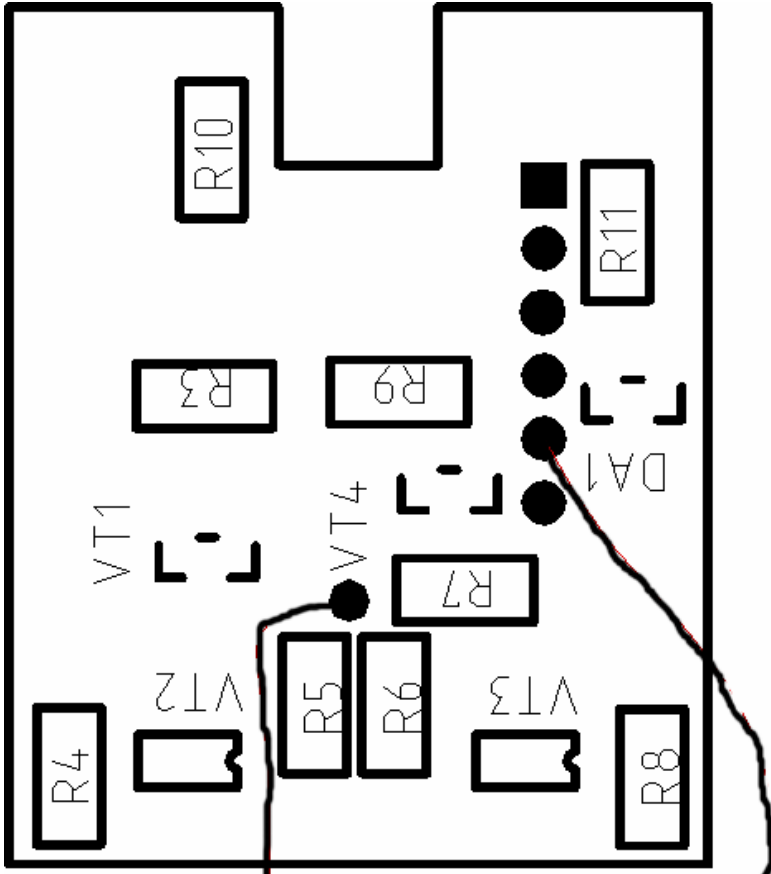
Остальные встречающиеся неисправности возникают, как правило, из-за нарушения паек элементов или вследствие механических повреждений прибора в процессе эксплуатации.

## Порядок замены микронасоса с электродвигателем на электромагнитных микрокомпрессорах в приборах ФП10.

1. Отключить микронасос M1.
2. Удалить элементы R6, R8, C1, DA2.
3. Подключить вывод «+VCC» микрокомпрессора к точке X1.
4. Подключить вывод «GND» микрокомпрессора к стоку VT7 (вывод 3DA4).
5. При установке микрокомпрессора обратить внимание на наличие изоляции между корпусом микрокомпрессора и платой управления.



Плата  
микрокомпрессора



Плата управления

