



Производственное научное предприятие  
по разработке и производству промышленных приборов

**ДАТЧИК УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКИЙ  
«ЭХО-АС-01»**

Руководство по эксплуатации

2002

**Производственное научное предприятие  
по разработке и производству промышленных приборов**

ОКП 42 1461

**ДАТЧИК УРОВНЯ АКУСТИЧЕСКИЙ  
«ЭХО-АС-01»**

Руководство по эксплуатации  
АЦПР.407632.009 ТО

**2002**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Назначение	5
2. Технические данные	7
3. Состав датчика уровня	9
4. Устройство и работа датчика уровня	10
5. Маркирование	18
6. Указание мер безопасности	18
7. Правила установки и подготовка к работе	19
8. Порядок работы	23
9. Возможные неисправности и способы их устранения	26
10. Техническое обслуживание	29
11. Правила хранения	30
12. Транспортирование	30
13. Поверка датчика уровня	31

## ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Структура условного обозначения датчика	32
2. Структурная схема датчика уровня	33
3. Эпюры напряжений	35
4. Габаритные и установочные размеры акустического преобразователя АП-41	36
5. Габаритные и установочные размеры акустического преобразователя АП-61	37
7. Габаритные и установочные размеры акустического	38

преобразователя АП-11	39
8. Габаритные и установочные размеры акустического преобразователя АП-13	40
9. Габаритные и установочные размеры акустического преобразователя АП-61В	41
10. Акустический преобразователь АП-41 (АП-6). Схема электрическая принципиальная	42
11. Акустический преобразователь АП-11 (АП-13). Схема электрическая принципиальная	44
12. Габаритные и установочные размеры блока измерительного БИ-1-1	46
13. Блок измерительный БИ-1-1. Схема электрическая принципиальная. Плата А1	48
14. Блок измерительный БИ-1-1. Схема электрическая принципиальная. Плата А2	50
15. Блок измерительный БИ-1-1. Схема электрическая принципиальная. Плата А3	53
16. Блок измерительный БИ-1-1. Схема электрическая принципиальная. Плата А4	54
17. Блок измерительный БИ-1-1. Схема электрическая соединений	55
18. Эскиз монтажа акустического преобразователя (АП-61, АП-11) на закрытых резервуарах	56
19. Эскиз монтажа акустического преобразователя в звуководной трубе	57
20. Эскиз установки для натурального опробования датчика уровня	58
21. Датчик уровня акустический ЭХО-АС-01. Схема электрическая соединений одноточечного исполнения	59
22. Эскиз коммутационной панели БИ-1-1	60

БИ и соответствуют климатическому исполнению УХЛ и категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре окружающего воздуха от 0 до 50 °С.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения принципа действия и конструкции датчика уровня акустического ЭХО-АС-01 (в дальнейшем – датчик), изучения правил монтажа, поверки, наладки и технического обслуживания в условиях эксплуатации.

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ**

Датчик предназначен для использования на объектах АЭС, не требующих оборудования специального исполнения, и на объектах других отраслей промышленности для бесконтактного автоматического дистанционного измерения уровня жидких сред, в том числе взрывоопасных, агрессивных, вязких, неоднородных, выпадающих в осадок, а также сыпучих и кусковых материалов с диаметром гранул и кусков от 5 до 300 мм, при температуре контролируемой среды от минус 30 до плюс 120 °С.

Датчик состоит из преобразователя первичного акустического, имеющего типы АП-41, АП-61, АП-11, АП-13 (в дальнейшем – АП) и блока измерительного БИ-1-1 (в дальнейшем – БИ), и выпускается в пылеводозащищенном исполнении.

Датчик взрывозащищенного исполнения состоит из БИ и АП-61В ТУ 311-00225555.030-95.

АП соответствует климатическому исполнению УХЛ и категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С.

АП-41 выпускается в пылеводозащищенном исполнении IP54, АП-61, АП-11 и АП-13 – в исполнении IP64, а БИ - в исполнении IP-54 по ГОСТ 14254-80.

Датчики изготавливаются с электрическим выходным сигналом постоянного тока 0–20, или 4–20, или 0–5 мА по ГОСТ 26.011-80, определяющим прямопропорциональную зависимость от измеряемого уровня. Датчик имеет релейные выходные сигналы (три пары "сухих" контактов реле), предназначенные для сигнализации верхнего, номинального и нижнего уровней, а также возможность вывода информации на компьютер через встроенный стандартный интерфейс RS-232 (RS-485).

Кроме того, датчик имеет жидкокристаллический дисплей для отображения следующей информации:

- 1) текущих значений измеряемых величин:
  - уровня в процентах и метрах;
  - объема контролируемого вещества в резервуаре;
  - расстояния до объекта;
- 2) содержимого архивов;
- 3) диагностических сообщений.

Управление отображением осуществляется с помощью магнита, подносимого к магнитоуправляемым переключателям "ПРОСМОТР", "АРХИВ", "ВВОД", расположенным на передней панели прибора.

Датчик не предназначен для контроля следующих сред:

- мелкодисперсных (например, муки, цемента и т.п.);
- пористых гранулированных (например, керамзита);
- парящих жидкостей при минусовой температуре;
- пенящихся жидкостей с толщиной пены выше 40 мм, если нельзя

установить в резервуаре волноводную трубу для АП из-за конструктивных особенностей резервуара или из-за свойств контролируемой жидкости (налипание, кристаллизация, выпадение осадка).

Пример записи обозначения датчика при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

"ЭХО-АС-01-2,5-0- мА-АП-11--RS ТУ 4214-009-13258421-95".

Структура условного обозначения датчика приведена в приложении 1.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Диапазоны измерения: 0–0,1; 0–0,15; 0–0,2; 0–0,3; 0–0,4; 0–0,6; 0–1,0; 0–1,6; 0–2,5; 0–4,0; 0–6,0; 0–10,0; 0–12,0; 0–16,0; 0–20,0; 0–30,0м. Возможна перестройка диапазона измерения в условиях эксплуатации (см. п.8.3).

2.2. Пределы допускаемой основной погрешности  $|\delta_d|$  датчика, выраженные в процентах от диапазона измерения, должны быть не более  $\pm 1,0$ . Погрешность уставки срабатывания релейных выходов, выраженная в процентах от диапазона измерения, должна быть не более  $\pm 4,0$ .

2.3. Параметры АП и их типы приведены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Тип	Температура контролируемой среды, °С	Предельное рабочее давление (избыточное) Мпа	Верхний предел измерения, м		Неизменяемый уровень, м
			жидкие среды	сыпучие среды	
АП-41	-30...+120	0	30,0	12,0	12,0
АП-61	-10...+70	0,6	10,0	4,0	1,0
АП-11	-40...+120	0	10,0; 20,0*	-	1,0
АП-13	-40...+60	0	0,3	-	0,25
АП-61В	-20...+60	0,6	10,0	4,0	1,0
АП-61В	-20...+60	1,6	10,0	4,0	1,0
АП-61В	-20...+60	4,0	10,0	4,0	1,0

Примечания: 1. За неизмеряемый уровень принимается расстояние от плоскости отсчета АП до 100% точки диапазона измерения (приложения 4–9).

2. За нулевой уровень принимается расстояние, равное сумме неизмеряемого уровня и диапазона измерения, отсчитываемое от плоскости отсчета АП.

3. \*Верхние пределы уровня жидкости при измерении в звуководной трубе, опущенной до дна резервуара.

2.4. Зона нечувствительности датчика не превышает  $0,5|\delta_d|$ .

2.5. Датчик обеспечивает возможность подключения внешней нагрузки 1 кОм в цепь выходного сигнала 0–20, 4–20 мА и 2,5 кОм – 0–5 мА.

2.6. Питание датчиков осуществляется от сети переменного тока напряжением ( $220^{+22} / -33$ ) В, частотой ( $50 \pm 1$ ) Гц.

2.7. Мощность, потребляемая датчиками, не превышает 12 В·А.

2.8. Допустимая нагрузка на контакты реле уставок сигнализации 50 В, 0,05 А.

2.9. Температура воздуха, окружающего АП, от минус 30 до плюс 50 °С, БИ – от 0 до 50 °С.

2.10. АП устойчив к воздействию относительной влажности ( $95 \pm 3$ )% при температуре 35 °С, БИ – к 80 % при температуре 35 °С.

2.11. Дополнительная погрешность датчика при изменении температуры контролируемой среды в пределах, указанных в табл.1, не превышает  $0,5|\delta_d|$  на каждые 10 °С отклонения температуры от 20 °С.

2.12. Дополнительная погрешность датчика при изменении температуры воздуха, окружающего БИ, в диапазоне от 0 до 50 °С не превышает  $0,5|\delta_d|$  на каждые 10 °С отклонения температуры от 20 °С.

2.13. Дополнительная погрешность датчика, вызванная плавным отклонением напряжения питания от номинального 220 В на плюс 22 или минус 33 В, не превышает  $0,5|\delta_d|$ .

2.14. Дополнительная погрешность при изменении внешней нагрузки от 0 до 1 кОм не должна превышать  $0,5|\delta_d|$

2.15. При отключении напряжения питания датчик сохраняет накопленную информацию не менее 12 месяцев.

2.16. Полный срок службы датчика до списания – 12 лет. Средний срок службы модификаций датчиков для контроля высокоагрессивных сред – 6 лет.

### 3. СОСТАВ ДАТЧИКА УРОВНЯ

3.1. Датчик состоит из одного АП (АП-41, или АП-61, или АП-11, или АП-13, или АП-61В) и одного БИ. Соединительный кабель в комплект поставки не входит.

3.2. Длина соединительного кабеля между АП и БИ не должна превышать 200 м. По специальному заказу датчик может быть адаптирован к кабелю длиной до 300 м.

Тип кабеля – любой экранированный кабель с количеством жил не менее пяти (например, КУПВ ГОСТ 18404.3-73).

#### 4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДАТЧИКА УРОВНЯ

4.1. Принцип действия датчика основан на акустической локации уровня звуковыми импульсами, проходящими через газовую среду, и на явлении отражения этих импульсов от границы раздела «газ–контролируемая среда».

Мерой уровня является время распространения звуковых колебаний от излучателя до контролируемой границы раздела сред и обратно до приемника.

Структурная схема датчика приведена в приложении 2.

Одним из основных элементов датчика является контроллер 10. Алгоритм функционирования датчика записывается в ПЗУ 8 при изготовлении. В программе реализованы функции управления отдельными узлами прибора. По переднему фронту сигнала "СТРОБ" с помощью буферного устройства 5 формируется короткий импульс (эпюра 1), запускающий генератор зондирующих сигналов 1. Генератор зондирующих сигналов вырабатывает радиоимпульсы с определенной частотой повторения (эпюра 2), которые преобразуются в акустические электроакустическим преобразователем 4. Акустические сигналы распространяются по газовой среде, отражаются от границы раздела «газ–контролируемая среда» и воспринимаются тем же электроакустическим преобразователем. После обратного преобразования отраженные сигналы усиливаются предварительным усилителем 2 акустического преобразователя (эпюра 3) и по соединительному кабелю подаются на вход усилителя-формирователя информационных сигналов. Этот усилитель содержит линейный каскад с автоматической регулировкой усиления, двухполупериодный выпрямитель и видеусилитель. С выхода усилителя прямоугольные сигналы (эпюра 4) через вспомогательные устройства поступают на микроконтроллер, который заносит его в ОЗУ 7, где в результате формируется двоичная последовательность, которая является кодовым определением местоположения отраженного сигнала на временной оси относительно зондирующего. Далее микроконтроллер производит операцию выделения информационных сигналов на фоне помех. Помимо основной измерительной функции в датчике

реализована вспомогательная функция измерения температуры воздушной среды, окружающей АП, что необходимо для компенсации изменения скорости акустических волн в зависимости от температуры. Это вспомогательное измерение выполняется при помощи термопреобразователя 3, встроенного в АП, и преобразователя тока термопреобразователя в частоту 9. Выходной сигнал последнего преобразуется в код, который используется для вычисления соответствующего данной температуре значения скорости ультразвука.

По измеренным значениям времени запаздывания информационного сигнала относительно зондирующего и скорости ультразвука вычисляется значение уровня. Преобразователь "код–ток" 13 вырабатывает ток, пропорциональный вычисленному значению уровня.

Жидкокристаллический дисплей 9 служит для отображения информации о контролируемой величине.

Блок реле 17 содержит до трех реле для сигнализации заданных значений уровня.

В датчике предусмотрено самодиагностирование; большая часть возможных неисправностей автоматически обнаруживается в процессе функционирования прибора и отображается на дисплее (см. раздел 9 "Возможные неисправности и способы их устранения").

4.2. АП предназначен для преобразования подводимых к нему электрических импульсов в акустические и преобразования отраженных импульсов обратно в электрические.

Основой АП является пьезокерамический диск, работающий на одной из резонансных частот.

В зависимости от условий эксплуатации и назначения АП имеют различные модификации.

Для измерения уровня сыпучих материалов в диапазоне 0-12,0 м и жидких сред в диапазонах 0–10,0, 0–12,0, 0–16,0 и 0–20,0 м применяется АП-41 (приложение 4). Корпус АП-41 выполнен из сплава АМГ и представляет собой параболоид вращения. Внутри корпуса размещен электроакустический вибратор,

состоящий из двух склеенных между собой пьезокерамических дисков. Вибратор имеет акустическое согласующее устройство – перфорированный экран, который крепится к цилиндрическому корпусу при помощи резьбового соединения. Перед вибратором установлен гиперболический отражатель на таком расстоянии, что излучающая поверхность вибратора находится в его фокусе. В АП встроена электронная схема.

Для контроля сред, находящихся под избыточным давлением, и агрессивных сред применяется АП-61 (приложение 5).

Конструкция **АП-61** имеет две части. Нижняя часть выполнена из нержавеющей стали и представляет собой сварную конструкцию, состоящую из фланца с вваренным в него цилиндром. Внутри цилиндра размещен усеченный конус, который большим основанием приварен к цилиндру. Меньшее основание конуса непосредственно переходит в площадку дисковой формы, к которой приклеивается пьезокерамический диск, предназначенный для излучения и приема акустических колебаний. Конус предназначен для концентрации акустической энергии.

Внутренняя полость, образованная цилиндром и усеченным конусом, залита звукопоглощающим материалом.

В верхней части АП расположен корпус, выполненный из алюминиевого сплава, внутри которого помещена электронная схема.

Для измерения уровня агрессивных сред применяются АП-11 и АП-13.

Конструктивно **АП-11** (приложение 6) состоит из двух частей. Нижняя часть выполнена из химстойкого пластика – пентапласта и представляет собой усеченный конус, который большим основанием непосредственно переходит в крепящий фланец. К меньшему основанию прикрепляется акустический вибратор, представляющий собой круглую металлическую мембрану, к которой приклеивается пьезокерамический диск. Конус предназначен для концентрации акустической энергии.

В верхней части АП расположен корпус из алюминиевого сплава, в котором размещена электронная схема.

Конструкция АП-13 (приложение 8) имеет две части. Нижняя часть представляет собой цилиндр из винипласта, внутри которого размещен пьезокерамический вибратор, прикрепленный излучающей поверхностью к нижней части цилиндра. Сверху элемент залит звукопоглотителем.

В верхней части АП расположен корпус из алюминиевого сплава, в котором размещена электронная схема.

В АП-11 и АП-13 предусмотрен герметичный вывод кабеля через сальник.

Для измерения уровня взрывоопасных сред, находящихся под избыточным давлением, применяется АП-61В (приложение 8).

4.3. Принципиальная схема **АП-41** и **АП-61** приведена в приложении 9.

Генератор зондирующих импульсов состоит из генератора радиоимпульсов, выполненного на микросхеме D1 (K561ЛА7), и резонансного трансформаторного усилителя мощности, выполненного на транзисторе VT5 (КТ827А). Частота заполнения радиоимпульсов регулируется переменным резистором R9. Предварительный усилитель выполнен на микросхеме D2.

4.4. Принципиальная схема **АП-11** и **АП-13** приведена в приложении 10.

Генератор зондирующих импульсов состоит из генератора радиоимпульсов, выполненного на микросхеме D1 (K561ЛА7), и усилителя мощности, выполненного на транзисторах VT5-VT8 (КТ815В). Частота заполнения радиоимпульсов регулируется изменением номинала резистора R9. Предварительный усилитель выполнен на микросхеме D2.

4.4. Блок измерительный БИ (приложение 11) предназначен для преобразования времени запаздывания отраженного импульса относительно посланного зондирующего в выходной унифицированный сигнал постоянного тока 0–20 или 4–20 или 0–5 мА.

Основной узел БИ – контроллер. Он построен на основе однокристалльного микроконтроллера КР1830ВЕ31 (D12). В качестве внешней памяти программ и данных используются соответственно микросхемы 27с64 (D17) и 6116 (D18).



Контроллер выполняет следующие функции:

- 1) периодический запуск акустического датчика (сигнал "СТРОБ");
- 2) измерение интервала времени между моментами запуска акустического датчика и прихода отраженного сигнала ("НОРМ.СИГНАЛ");
- 3) измерение частоты выходного напряжения канала преобразования температуры (сигнал "ВЫХОД ПНЧ");
- 4) учет времени;
- 5) вычисление на основе результатов, соответствующих пп. 2, 3, 4, значений уровня, объема, расстояния, температуры;
- 6) архивирование измеренных значений;
- 7) вывод информации на буквенно-цифровой дисплей и токовый выход;
- 8) двунаправленную связь через последовательный порт с компьютером с использованием стандартного интерфейса RS-232.

Рассмотрим реализацию перечисленных функций.

1. Сигнал "СТРОБ" нужной длительности вырабатывается программным способом и снимается с вывода P1.0 микроконтроллера.

2. "НОРМ.СИГНАЛ" кодируется с помощью микросхемы KP537PY3 (D7), при этом в зависимости от диапазона измерения уровня с помощью переключки SW1 может быть выбрано одно из следующих значений ступени квантования: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 мкс. По окончании регистрации в D9 двоичной последовательности, являющейся дискретным представлением отраженного сигнала, микроконтроллер считывает эту последовательность, при этом используются выводы P1.2, P1.6, P1.7. После соответствующей математической обработки, включающей цифровую фильтрацию, определяется длительность задержки отраженного сигнала.

3. Измерение частоты сигнала "ВЫХОД ПНЧ" выполняется с помощью внутреннего таймера-счетчика микроконтроллера, для этого указанный сигнал подается на вывод 10 микросхемы D12.

4. С целью фиксации времени нормального функционирования датчика в контроллере используется микросхема RTC-8583 (D9), которая представляет

собой часы реального времени с календарем. Бесперебойность питания D9 обеспечивается батареей E1 и микросхемой D11.

5. На основании известных зависимостей между частотой сигнала "ВЫХОД ПНЧ" и температурой среды, в которой расположен акустический датчик, а также между скоростью распространения ультразвукового сигнала и температурой среды, последовательно вычисляется температура, скорость, расстояние между датчиком и отражающей поверхностью. Далее вычисляются абсолютное и относительное значения уровня. Параллельно ведется учет времени работы. Благодаря использованию микросхемы энергонезависимой памяти D6 в случае выключения электропитания прибора обеспечивается сохранение последнего на момент выключения значения уровня.

6. Микросхема D6 также используется для создания архива значений уровня за последние 24 часа.

7. Буквенно-цифровой ЖК-дисплей (2 строки по 16 символов) обеспечивает вывод измерительной и служебной информации. Взаимодействие микроконтроллера и дисплея осуществляется с помощью шины данных (выводы P0.0, P0.1,...P0.7 микросхемы D12) и трех управляющих сигналов, для формирования которых используются выводы WR, RD, P2.4, P2.5 D12, а также микросхемы D11 и D18. Магнитоуправляемые выключатели SW3, SW4 и SW5 ("ПРОСМОТР", "АРХИВ", "ВВОД"), состояние которых считывается с помощью микросхемы D5, позволяют вывести на дисплей информацию нужного вида – какое-либо из текущих значений измеряемых величин или данные архива.

8. Контроллер имеет последовательный двунаправленный порт, работающий в соответствии со стандартом RS-232 с одной из следующих возможных скоростей обмена: 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 19,2 Кбод.

В состав порта входит встроенный в микроконтроллер универсальный асинхронный приемо-передатчик, устройство гальванического разделения и стандартный интерфейс MAX 232.

Электронная схема БИ размещена на двух печатных платах A1 и A2. Соединение плат между собой осуществляется с помощью кросс-платы A3

(приложение 15). На плате А3 также расположен блок реле уставок сигнализации. Кроме того, предусмотрена плата А4, на которой установлен интерфейс RS-232(RS-485) для связи с компьютером.

Принципиальная схема платы А1 приведена в приложении 12. На этой плате расположен микропроцессорный вычислитель, включающий в себя микропроцессор D12 (1830BE31), ОЗУ, выполненное на микросхеме D18 (1616), ПЗУ, выполненное на микросхеме D17 (27с64), кварцевый генератор частоты 11,059 МГц. В качестве часов реального времени использована микросхема D9 (RTC-8583). Для преобразования цифровой последовательности в выходной сигнал постоянного тока использована микросхема типа AD420 (D16). При изготовлении датчиков возможна замена микросхем на аналоги.

В схеме платы предусмотрены две перемычки: SW1 – для подключения канала измерения температуры и SW2 – для изменения диапазона измерения уровня. Для индикации правильности работы вычислителя предусмотрен светодиод VD1. При включении прибора этот светодиод должен мигнуть один раз; постоянное мигание свидетельствует о сбросе программы.

Принципиальная схема платы А2 приведена в приложении 13. На этой плате расположен силовой трансформатор, блок питания, усилитель-формирователь информационных сигналов, преобразователь тока термопреобразователя в частоту, клеммные колодки для подключения проводов, предохранители.

На обмотках трансформатора должны быть следующие величины переменного напряжения:

3–4 –  $\sim(17,6 \pm 2)$  В;

4–5 –  $\sim(17,6 \pm 2)$  В;

6–7 –  $\sim(23,4 \pm 2)$  В;

3'–4' –  $\sim(46,2 \pm 3)$  В;

5'–6' –  $\sim(8,2 \pm 1)$  В;

8–9 –  $\sim(8,2 \pm 1)$  В.

В блоке питания осуществляется выпрямление и стабилизация питающих напряжений: +5 В; +15 В; -15 В; +24 В; +50 В.

Усилитель-формирователь информационного сигнала включает линейный усилитель с АРУ D5 (OP275), детектор импульсных сигналов D6 (OP275), формирователь импульсных сигналов D7 (OP275), D8 (K561ЛН2).

Преобразователь тока термопреобразователя в частоту выполнен на микросхеме D9 (AD654).

Интерфейс RS-232 (RS-485) расположен на плате А4. Он включает в себя устройство гальванической развязки, выполненное на двух оптронах АОТ128, выпрямитель и стабилизатор напряжения  $(5 \pm 0,1)$  В, буферный модуль MAX 232.

На кросс-плате А3 располагаются релейные каскады уставок сигнализации. Каждый каскад состоит из транзисторного усилителя и герконового реле РЭС-64. Допустимая нагрузка контактов – 50 В; 0,05 А.

## 5. МАРКИРОВАНИЕ

5.1. Все электро- и радиоэлементы, установленные в изделиях, входящих в датчик, имеют маркировку в соответствии с электрической принципиальной схемой.

5.2. На АП должен быть нанесен порядковый номер АП по системе нумерации предприятия-изготовителя.

5.3. На передней панели БИ должны быть нанесены:

- 1) товарный знак предприятия-изготовителя;
- 2) тип датчика и порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- 3) знак Госреестра по ГОСТ 8.383;
- 4) тип АП, его порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- 5) предел допускаемой основной погрешности;
- 6) параметры выходного сигнала;
- 7) параметры питания;
- 8) год изготовления.

## 6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. К монтажу (демонтажу), эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту датчиков должны допускаться только лица, изучившие руководство по эксплуатации датчиков, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими установками и радиоэлектронной аппаратурой.

6.2. В датчиках имеются цепи, находящиеся под опасным для жизни напряжением 220 В.

Категорически запрещается эксплуатация датчиков при снятых крышках.

6.3. При отыскании неисправностей во включенных датчиках необходимо принять меры, исключающие случайное контактирование человека с

опасными для жизни токоведущими цепями: например, пользоваться только изолированными инструментами, закрывать открытые контакты пленкой из изоляционного материала и т.д.

6.4. Все измерительное оборудование (осциллографы, вольтметры, др.), используемое при отыскании неисправностей, проверках, профилактических осмотрах и других работах, обязательно должно иметь надежное заземление.

6.5. Все виды технического обслуживания, ремонта и монтажа (демонтажа), связанные с перепайкой электро- и радиоэлементов, устранение обрыва проводов и т.п. производить только при отключенном от сети переменного тока соединительном кабеле и отключенном АП.

6.6. Не допускается эксплуатация датчиков при неуплотненных кабелях.

6.7. Запрещается установка и эксплуатация АП в объектах контроля, где по условиям работы могут создаваться давления, превышающие предельные.

## 7. ПРАВИЛА УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. При установке, монтаже и обслуживании датчиков должны строго соблюдаться правила техники безопасности, изложенные в разделе 6 "Указания мер безопасности" и в нормативно-технических документах, действующих на предприятии-потребителе.

7.2. Подготовить места крепления АП и БИ в соответствии с габаритными чертежами и эскизами монтажа (приложения 4–8, 11, 17, 18). При этом необходимо обратить внимание на величину максимального значения уровня, указанного в паспорте.

7.3. Место крепления АП должно обеспечивать его установку таким образом, чтобы геометрическая ось АП, вдоль которой происходит измерение уровня, совпала с вертикалью.

Отклонение от вертикали не должно превышать 1°. Контролировать отклонение от вертикали оси АП можно с помощью отвеса или угольника.

АП устанавливаются на резервуарах так, чтобы расстояние от каждой из боковых внутренних стенок резервуара до центральной оси АП было не менее 0,5 м. Если резервуар имеет в поперечном сечении диаметр менее одного метра, то АП устанавливается в центре этого сечения. При установке необходимо учитывать, что АП имеют неизмеряемый уровень (Н.У.) (см. табл.1). Поэтому при необходимости измерять уровень в резервуаре до верхней крышки АП следует устанавливать на специальную звуководную трубу (приложение 17). За неизмеряемый уровень принимается расстояние от плоскости отсчета АП до 100 % точки диапазона измерения. За нулевой уровень принимается расстояние, равное сумме неизмеряемого уровня (Н.У.) и диапазона измерения.

Если внутри резервуара имеются элементы конструкции, которые могут помешать выполнению измерений, а также возможно образование пены на поверхности контролируемой жидкости, необходимо производить установку АП на звуководной трубе, опущенной до дна резервуара (приложение 18).

*Внимание! При измерении уровня теплых жидкостей на открытом воздухе в зимнее время на акустическом преобразователе и на звуководной трубе может образовываться слой инея или льда. Для избежания отказа прибора в этом случае необходимо "утеплить" звуководную трубу и АП теплоизоляционными материалами.*

7.4. БИ может устанавливаться на пультах управления. Не допускается установка БИ вблизи батарей отопления, электрических печей и других источников тепла, а также в помещениях, в которых температура воздуха может выходить за пределы, указанные в п.2.9 (см. раздел 2 "Технические данные").

7.5. Перед установкой датчика необходимо провести его натурное опробование на функционирование в соответствии со схемой, приведенной в приложении 20, и проверить соответствие паспортным данным.

7.6. Установка датчика.

7.6.1. Установка АП.

Установить АП на месте крепления в верхней части резервуара и закрепить его в соответствии с габаритными чертежами и эскизами монтажа, указанными в приложениях 4–8, 17, 18 и требованиями п.7.3.

7.6.2. Установку ППИ рекомендуется выполнять в металлическом шкафу со смотровым окном и петлями для опломбирования.

7.7. Электрическое соединение составных частей датчика.

7.7.1. Электрическое соединение составных частей датчиков, подключение показывающего прибора и компьютера, а также подключение к сети переменного тока должно производиться в соответствии со схемой электрической соединений (приложение 21).

7.7.2. Электрическое соединение БИ с сетью (источником напряжения) осуществляется любым силовым кабелем с числом жил не менее 2-х, сечением каждой жилы не более 0,35 мм<sup>2</sup> и внешним диаметром не более 11 мм.

*Внимание! Датчик не имеет сетевого выключателя, поэтому подключение к питающей сети необходимо производить через автоматический выключатель.*

7.7.3. Электрическое соединение АП с БИ осуществляется кабелем КУПВ или другим аналогичным экранированным кабелем. Наружный диаметр кабеля не должен превышать 12 мм. При использовании неэкранированного кабеля необходимо осуществить его прокладку в металлических трубах. Если в кабеле остаются незадействованные жилы, они должны быть соединены с общим проводом с двух сторон. Допускается использование отдельных медных проводов сечением 0,2–0,35 мм<sup>2</sup>, проложенных в заземленной металлической трубе. При этом провод 5 должен быть экранированным.

7.7.4. Электрическое соединение БИ с показывающим прибором, компьютером и подключение контактов реле уставок сигнализации осуществляется проводами с сечением жил не более 0,35 мм<sup>2</sup>.

## 7.8. Монтаж соединительных кабелей.

### 7.8.1. Прозвонить и замаркировать жилы соединительного кабеля.

Разделить жилы кабеля.

7.8.2. Распаять в соответствии со схемой электрической соединений (приложение 20) жилы кабеля на контакты разъема со стороны АП.

7.8.3. Подсоединение кабелей к БИ осуществляется следующим образом:

а) отвинтить 2 винта и снять крышку корпуса, под которой располагаются клеммные колодки;

б) поочередно зачистить кабели, пропустить их сквозь уплотнительные сальники и закрепить в соответствующих клеммных колодках. Для удобства соединения концы проводов следует облудить припоем ПОС-60, провода перед клеммной колодкой изогнуть;

в) уплотнить сальники путем завинчивания накидных гаек и закрыть крышку корпуса.

7.8.4. После подключения соединительных кабелей крышку следует установить на место и опломбировать.

Подключая сетевой соединительный кабель к распределительному щитку, необходимо соблюдать правила безопасности.

Если колебания напряжения питающей сети превышают установленные пределы ( $220^{+22}/_{-33}$ ) В, то подключение датчика необходимо производить через стабилизатор напряжения.

## 8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Датчики обслуживаются оператором, знакомым с работой радиоэлектронной аппаратуры, изучившим руководство по эксплуатации датчика

и прошедшим инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническим оборудованием.

8.2. После подключения датчика к питающей сети выполняется программа самодиагностирования и, в случае ее положительного исхода, автоматически устанавливается режим отображения текущих значений измеряемых величин (далее – режим "ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ").

В этом режиме на первую строку дисплея выводится наименование и размерность измеряемой величины, на вторую строку – ее числовое значение. Переход от одной отображаемой величины к другой осуществляется с помощью магнитоуправляемого переключателя "ПРОСМОТР". Последовательность перехода показана в табл.2.

Т а б л и ц а 2

**Величины, отображаемые в режиме "ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ"**

Вид сообщения на первой строке дисплея	Вид измеряемой величины	Примечание
Уровень, м	Уровень в метрах	Выбирается автоматически при переходе в режим "ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ"
Уровень, %	Уровень в процентах	
Объем, м <sup>3</sup>	Объем количества вещества в резервуаре в кубических метрах	
Расстояние, м	Расстояние от датчика до поверхности жидкости	Следующая величина –
Дата	Текущие дата и время в	

формате: год, месяц, число, часы, минута	величина № 1
---	--------------

Для перехода из режима "ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ" в режим "АРХИВ" требуется поднести магнит к переключателю "АРХИВ".

*Внимание! Для переключения магнитоуправляемого переключателя необходимо провести магнитом справа налево в области, обозначенной на передней панели прибора, не допускается перемещение магнита поперек области переключателя.*

На дисплей можно последовательно вывести почасовые значения измеряемых величин за прошедшие сутки.

Датчики готовы к работе через 30 минут после подачи напряжения.

8.3. В процессе эксплуатации возможна перестройка уставок сигнализации, диапазона измерения уровня в небольших пределах, допустимых для данного типа АП, часов реального времени, а также диапазона выходного сигнала постоянного тока, пропорционального уровню.

Для этого необходимо выполнить следующее:

- отвинтить два винта и открыть крышку БИ;
- нажать кнопку "М".

8.3.1. После нажатия кнопки «М» на дисплее появится сообщение о значении *уровня срабатывания верхней уставки* (контакты реле замыкаются)

УСТ. ВЕРХ.СРБ. %  
[численное значение]

Если необходимо ввести новое численное значение уровня срабатывания уставки, то следует воспользоваться переключателем "ВВОД", после чего

старший разряд численного значения выделится курсором. Увеличение на единицу значения разряда, выделенного курсором, осуществляется переключателем "АРХИВ", а перемещение курсора слева направо - переключателем "ПРОСМОТР". Набранное числовое значение записывается в РПЗУ с помощью переключателя "ВВОД". Если набранное значение корректно, то оно остается на дисплее, в противном случае на дисплее появляется и удерживается в течение 3с следующее сообщение:

Неисправность 12:  
ОШИБКА УСТАНОВКИ

а затем появится старое численное значение уровня срабатывания уставки .

8.3.2. Переход к следующему параметру – *уровень отпуская верхней уставки* (контакты реле размыкаются) – осуществляется с помощью переключателя "ПРОСМОТР". На дисплее появится сообщение:

УСТ.ВЕРХ.ОТП., %  
[численное значение]

Если необходимо ввести новое численное значение уровня отпуская уставки, то следует воспользоваться переключателем "ВВОД", после чего старший разряд численного значения выделится курсором. Увеличение на единицу значения разряда, выделенного курсором, осуществляется переключателем "АРХИВ", а перемещение курсора слева направо - переключателем "ПРОСМОТР". Набранное числовое значение записывается в РПЗУ с помощью переключателя "ВВОД". Если набранное значение корректно, то оно остается на дисплее, в противном случае на дисплее появляется и удерживается в течение 3с следующее сообщение:

Неисправность 12:  
ОШИБКА УСТАНОВКИ

а затем появится старое численное значение уровня отпуская уставки.

Аналогично выставляются значения уровней срабатывания и отпускания средней и нижней уставок.

8.3.3. Переход к следующему параметру – максимальный уровень измерения (диапазон измерения) – осуществляется с помощью переключателя "ПРОСМОТР". На дисплее появится сообщение:

МАКС.УРОВЕНЬ, М  
[численное значение]

Численное значение максимального уровня измерения разрешается изменять в следующих зонах перестройки:

- 1) 0,6 – 1,2 м
- 2) 1,2 – 2,4 м
- 3) 2,4 - 4,8 м
- 4) 4,8 – 9,6 м
- 5) 9,6 – 19,2 м

Если необходимо ввести новое численное значение максимального уровня измерения, то следует воспользоваться переключателем "ВВОД", после чего старший разряд численного значения выделится курсором. Увеличение на единицу значения разряда, выделенного курсором, осуществляется переключателем "АРХИВ", а перемещение курсора слева направо - переключателем "ПРОСМОТР". Набранное числовое значение записывается в РПЗУ с помощью переключателя "ВВОД". Если набранное значение корректно, то оно остается на дисплее, в противном случае на дисплее появляется и удерживается в течение 3с следующее сообщение:

Неисправность 12:  
ОШИБКА УСТАНОВКИ

а затем появится старое численное значение максимального уровня измерения.

8.3.4. Переход к следующему параметру – установка часов реального времени - осуществляется с помощью переключателя "ПРОСМОТР". На дисплее появится сообщение:

ДАТА И ВРЕМЯ  
[месяц, число, часы, минуты]

Если необходимо ввести новые значения "ДАТА И ВРЕМЯ", следует воспользоваться переключателем "ВВОД", и на дисплее появится приглашение:

ДАТА И ВРЕМЯ  
X.XX.XX – XX:XX

Затем следует воспользоваться переключателями "ПРОСМОТР" (перемещение курсора слева направо) и "АРХИВ" (увеличение на единицу значения разряда, выделенного курсором). Первый (левый) разряд соответствует остатку от деления значения года на 4, второй и третий – номеру месяца, четвертый и пятый – дню месяца, шестой и седьмой – часам, восьмой и девятый – минутам.

После завершения набора даты и времени набранные значения фиксируются с помощью переключателя "ВВОД". Если набранные значения корректны, то они остаются на дисплее, в противном случае на дисплее появляется и удерживается в течение 3 с следующее сообщение:

Неисправность 12:  
ОШИБКА УСТАНОВКИ

а затем появляются старые значения даты и времени.

8.3.5. Переход к установке следующего параметра - *диапазон выходного тока, пропорционального измеряемому уровню* - осуществляется с помощью переключателя "ПРОСМОТР". На дисплее появится сообщение:

ДИАП.ВЫХ.ТОКА  
[Диапазон, МА]

(верхний предел сигнала постоянного тока соответствует максимальному значению уровня).

Если необходимо ввести новое значение диапазона выходного сигнала постоянного тока, следует воспользоваться переключателем "ВВОД", после чего в левом нижнем углу дисплея замигает курсор.

С помощью переключателя "ПРОСМОТР" производится перебор введенных в память прибора значений диапазонов выходного сигнала постоянного тока: 0...5 мА; 4...20 мА; 0...20 мА.

Для занесения в РПЗУ выбранного значения диапазона выходного сигнала постоянного тока необходимо воспользоваться переключателем "ВВОД" (при этом курсор погаснет), в противном случае переход к следующему параметру будет запрещен.

**Если в приборе имеется токовый выход и он не используется, необходимо поставить перемычку в клеммной колодке токового выхода (см. Приложение 20). Если этого не сделать, прибор не будет функционировать.**

Для возврата в режим «ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ» необходимо нажать кнопку «М».

**9. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

9.1. Общие указания.

9.1.1. Устранять обнаруженные неисправности допускается только при отключенном от силовой сети датчике.

9.1.2. Перечень наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей приведен в табл.3.

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
При включении питающего напряжения не горит цифровой дисплей	Отсутствует напряжение сети  Оборван сетевой кабель Перегорели предохранители FU1 и FU2	Устранить причину отсутствия сетевого напряжения Восстановить сетевой кабель Отключить датчик от сети. Открыть крышку БИ и заменить предохранители
Показания датчика значительно превышают реальные вследствие возникновения помехи в акустическом канале	Неверно изготовлена звуководная труба или элементы конструкции резервуара мешают выполнению измерений	Отвинтить два винта и открыть крышку. Подключить осциллограф к клеммам 5 и 2 соединения с АП. Убедиться в наличии помехи. (См. Приложение 3, эпюра 3.) Исправить конструкцию установки АП для устранения помехи
<i>Неисправности, обнаруживаемые средствами самодиагностики</i> Неисправность 1: ошибка ПЗУ	Искажение информации, хранимой в ПЗУ	Требуется перепрограммирование ПЗУ
Неисправность 2: ошибка ОЗУ	Дефект ОЗУ	Требуется замена ОЗУ



Продолжение табл.3

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
Неисправность 3: ошибка чтения	Дефект энергонезависимой памяти	Требуется замена энерго-независимой памяти
Неисправность 4: ошибка записи	- « -	- « -
Неисправность 5: ошибка хранения	- « -	- « -
Неисправность 6: $T < -50\text{ }^{\circ}\text{C}$	Дефект в цепи термодатчика	Заменить или отремонтировать кабель
Неисправность 7: ошибка буф. ОЗУ	Дефект буферного ОЗУ	Требуется замена буферного ОЗУ (D7, плата A1)
Неисправность 8: ошибка RS-232	Дефект в кабеле связи БИ с компьютером	Заменить или отремонтировать кабель
Неисправность 9: нет эхо-сигнала	Дефект в кабеле связи АП с БИ	Обнаружить и устранить короткое замыкание или обрыв в кабеле связи
	Перегорел предохранитель в цепи питания АП из-за промокания соединительного кабеля АП залит водой	Просушить соединительный кабель и заменить предохранитель
	На излучающей поверхности АП образовался нарост вещества	Определить причину и устранить Очистить излучающую поверхность
Неисправность 11: ошибка таймера	На поверхности контролируемой среды образовалась пена	Толщина пены на поверхности контролируемой жидкости не должна превышать 30–40 мм
	Дефект часов реального времени	Требуется замена часов реального времени

Продолжение табл.3

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
Неисправность 12: ошибка установки	Некорректное вводимое значение даты и времени	После появления приглашения ввести дату и время
Неисправность 13:	Дефект часов реального времени или цепи прерывания микроконтроллера	Требуется замена микросхемы RTC 8583
Неисправность 14: нет ток. сигнала	Обрыв в цепи нагрузки токового выхода	Требуется ремонт регистрирующего прибора или линии связи

\* В случае сбоя в цепи батареи питания или разряда батареи на дисплее в режиме "УРОВЕНЬ" в левом верхнем углу выводится темный треугольник. Это означает, что произошел сбой часов реального времени. В этом случае датчик сохраняет работоспособность за исключением возможности архивирования результатов измерений. При попытке войти в режим "АРХИВ" на дисплее появляется сообщение: "Доступ закрыт. Нажмите кн. АРХИВ". После восстановления батарейного питания необходимо произвести установку часов и календаря (см. п. 8.3).

Для устранения любой из обнаруженных неисправностей, кроме неисправностей с номерами 6, 8, 9, 12, 14 прибор следует передать организации-изготовителю.

## 10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 10.1. Общие указания.

10.1.1. Техническое обслуживание проводится предприятием-потребителем. Снимать пломбы (мастичные печати) в течение гарантийного срока имеет право только предприятие-изготовитель.

10.1.2. После устранения неисправностей необходимо провести проверку датчиков на нормальное функционирование.

### 10.2. Профилактическое обслуживание проводится раз в полгода.

10.2.1. При профилактическом обслуживании проводятся следующие работы:

внешний осмотр;

проверка состояния чувствительного элемента АП, на котором не должно быть осадков и налипаний (при необходимости промыть и удалить осадки и налипания);

проверка состояния кабеля связи между АП и БИ.

10.2.2. Перед проведением профилактического обслуживания отключить датчик от силовой питающей сети.

10.2.3. Проведя подготовительные операции, приступить к профилактическому обслуживанию.

Внешний осмотр должен включать:

проверку состояния кабеля, соединяющего АП и БИ;

проверку состояния чувствительного элемента АП, на котором не должно быть осадков и налипаний.

10.3. Основные правила монтажа и ремонта датчиков. Все операции производить при отключенных от сети датчиках.

10.3.1. Правила разборки АП-41 и АП-61. Разборка АП производится в следующем порядке: отвернуть два винта и отсоединить разъем; отвернуть четыре винта и снять верхнюю крышку; отпаять от платы два провода,

идущие к пьезоэлементу. Вышедшие из строя детали АП заменить. Сборка АП производится в порядке, обратном описанному выше.

10.3.2. Правила разборки АП-11 и АП-13. Разборка АП производится в следующем порядке: отвернуть шуцерную гайку, уплотняющую кабель; отвернуть крышку; отвернуть две гайки и снять печатную плату. Вышедшие из строя детали АП заменить. Сборка АП производится в порядке, обратном описанному выше.

Резьбу крышки перед завинчиванием необходимо смазать герметиком.

10.3.3. Разборка БИ производится следующим образом. Снять пломбу и открыть переднюю крышку прибора, обеспечив доступ ко всем элементам.

## 11. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Хранение датчиков должны осуществляться по условиям хранения 3 по ГОСТ 15150.

11.1. Датчики в упаковке, в зависимости от срока, могут храниться в условиях капитальных отапливаемых или не отапливаемых помещений, при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других вредных веществ, вызывающих коррозию.

11.2. Срок хранения датчиков в упаковке 1 год.

## 12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Условия транспортирования датчиков должны осуществляться по условиям транспортирования 5 по ГОСТ 15150.

12.1. Перед транспортированием приборы и документация, входящие в состав датчика, должны быть упакованы.

Рекомендуется использовать транспортную тару и первичную упаковку предприятия-изготовителя.

### 13. ПОВЕРКА ДАТЧИКОВ УРОВНЯ

13.1. Первичная поверка датчиков производится при выпуске из производства и после ремонта.

Поверка датчиков после устранения неисправностей, не влияющих на метрологические характеристики (замена предохранителей, сигнальных светодиодов, проводов, разъемов и т.п.) не проводится.

13.2. Периодическая поверка датчиков производится при эксплуатации не реже одного раза в год.

13.3. Внеочередная поверка датчиков проводится при эксплуатации в следующих случаях:

- 1) при необходимости удостовериться в исправности датчиков;
- 2) при повреждении пломбы и утрате документов, подтверждающих прохождение датчиками периодической поверки;
- 3) при вводе в эксплуатацию после хранения более одного года.

13.4. Поверка датчиков производится по МИ "Методические указания. Датчики уровня акустические типа «ЭХО». Методика поверки" МИ 1112-96.