

Акционерное общество "Альбатрос"

Утвержден
УНКР.407631.005-301 РО-ЛУ

ОКП 42 1464

УРОВНЕМЕР ПОПЛАВКОВЫЙ ДУУ10

Руководство оператора

УНКР.407631.005-301 РО

1 ВВЕДЕНИЕ	2
2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ УРОВНЕМЕРА	3
3 УСТАНОВКА НОМЕРА РАЗРАБОТКИ УРОВНЕМЕРА	3
4 ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ.....	3
5 ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ.....	5
6 РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”.....	5
7 РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ”.....	8
8 РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ УРОВНЯ”.....	8
9 РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА” ..	9
10 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА ДАВЛЕНИЯ”.....	10
11 РЕЖИМ “НАСТРОЙКА АРУ”	10
12 РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ	11
13 РАБОТА С ПРОТОКОЛОМ MODBUS.....	15

Настоящее руководство оператора содержит сведения о версии 3.010 программного обеспечения (ПО) уровнемера поплавкового ДУУ10 с протоколом MODBUS (далее “уровнемер”). Руководство оператора предназначено для обучения обслуживающего персонала программированию уровнемера с помощью вращающейся кнопки управления (далее “энкодер”) и описывает отображаемые параметры индикации.

Кроме настоящего руководства необходимо изучить следующий документ “Уровнемеры поплавковые ДУУ10. Руководство по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ”. При необходимости работы с уровнемером через вторичный прибор необходимо изучить руководство по эксплуатации на данный прибор.

Термины и определения, используемые в руководстве, выделены в месте их первого появления или толкования *курсивом*.

В связи с постоянно проводимыми работами по совершенствованию конструкции допускаются незначительные отличия параметров, не ухудшающие характеристики изделия. В содержание данного документа могут быть внесены изменения без предварительного уведомления.

Материал, представленный в настоящем документе, можно копировать и распространять при соблюдении следующих условий:

- весь текст должен быть скопирован целиком, без каких бы то ни было изменений и сокращений;
- все копии должны содержать ссылку на авторские права АО “Альбатрос”;
- настоящий материал нельзя распространять в коммерческих целях (с целью извлечения прибыли).

© 2021 АО “Альбатрос”. Все права защищены.

2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ УРОВНЕМЕРА

Органы управления и индикации уровнемера включают в себя:

- выключатели S1 и S2, расположенные на плате уровнемера и доступные при открытой верхней крышке (см. Приложение D руководства по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ);

- энкодер;

- жидкокристаллический индикатор (далее *“индикатор”*).

Энкодер и индикатор являются опцией, их наличие определяется заказом (см. поле “G” структуры условного обозначения в Приложении А руководства по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ). При отсутствии энкодера и индикатора работа с уровнемером возможна с помощью интерфейса RS-485 по протоколу MODBUS (распределение адресов регистров соответствует распределению адресов регистров блока сопряжения с датчиками БСД5А УНКР.468157.113 на уровне достаточном для совместимости при прямой замене связки БСД5А – ДУУ10 с протоколом “Альбатрос” с учетом функциональности соответствующей уровнемеру ДУУ10, см. раздел 13 **“РАБОТА С ПРОТОКОЛОМ MODBUS”**).

Программирование настроек уровнемера и вывод измеренных уровнем параметров может осуществляться через энкодер и индикатор, а также через интерфейс RS-485 или технологический модуль интерфейса МИ7-01 УНКР.467451.012-01 (МИ9-01 УНКР.467451.018-01) (далее МИ7 или МИ9, см. поле “L” Приложения А руководства по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ), обеспечивающий связь с персональным компьютером (далее “ПК”) по USB - интерфейсу. Модуль МИ7 (МИ9) подключается к плате уровнемера через розетку X2 (см. Приложение D руководства по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ).

МИ7 (МИ9) не является взрывозащищенным оборудованием, подключается непосредственно к ПК и может использоваться только вне взрывоопасной зоны и только при настройке параметров уровнемера.

Запись файлов настройки уровнемера допускается только обученными компанией “Альбатрос” специалистами.

Выключатели S1 и S2 предназначены для задания номера разработки уровнемера, определения текущего режима работы и программирования настроечных параметров уровнемера совместно с МИ7 (МИ9) и ПК с программой HyperTerminal.

3 УСТАНОВКА НОМЕРА РАЗРАБОТКИ УРОВНЕМЕРА

Секции выключателя S1.3, S1.4 и S1.5 информируют программу микроконтроллера о номере разработки уровнемера (см. поле “B” Приложения А руководства по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ). Выключатели должны быть установлены в определяемое номером разработки уровнемера положение до включения питания уровнемера.

Соответствие номеров разработки уровнемеров положению секций выключателя S1 приведено в таблице 1.

Таблица 1

Номер секции выключателя			Номер разработки уровнемера	Примечание (измеряемые параметры)
S1.3	S1.4	S1.5		
ON	ON	ON	ДУУ10-02; ДУУ10-10	Уровень+Температура
ON	ON	OFF	ДУУ10-04; ДУУ10-12	Уровень+Уровень раздела+ Температура
ON	OFF	ON	ДУУ10-14	Уровень+Уровень раздела+ Уровень раздела+Температура
ON	OFF	OFF	-	Резерв
OFF	ON	ON	ДУУ10-06	Уровень+Температура+ Давление
OFF	ON	OFF	ДУУ10-08	Уровень+Уровень раздела+ Температура+ Давление
OFF	OFF	ON	-	Резерв
OFF	OFF	OFF	-	Резерв

4 ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ

Положение секций выключателей S1 и S2 определяет тот режим работы, в который перейдет уровнемер после включения питания.

Соответствие режимов работы комбинациям секций выключателей S1 и S2 приведено в таблице 2.

Таблица 2

Режим	Свето-диод	Номер секции выключателя								
		S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S1.5	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4
		Режим_1		Номер разработки уровнемера (См. ниже)			Режим_2			Ввод
Измерение	Выкл.	ON	ON	Номер разработки уровнемера (см. таблицу 1)	Номер разработки уровнемера (см. таблицу 1)	Номер разработки уровнемера (см. таблицу 1)	X	Индикатор: ON=Запрет изменений; OFF=Изменения разрешены	ON=Повыш. надежность; OFF=Повыш. помехоустойчивость	ON - Интерфейс с ПК: Вывод результатов OFF – Без вывода на ПК
Интерфейс с ПК: Вывод-ввод файла параметров	Выкл.	ON	OFF	X	X	X	ON	ON	OFF	ON; Подтверждение: OFF→ON→OFF→ON
Интерфейс с ПК: Вывод-ввод файла калибровки уровня	Выкл.	ON	OFF	X	X	X	ON	OFF	ON	ON; Подтверждение: OFF→ON→OFF→ON
Интерфейс с ПК: Вывод-ввод файла калибровки резервуара	Выкл.	ON	OFF	X	X	X	ON	OFF	OFF	ON; Подтверждение: OFF→ON→OFF→ON
Калибровка: Давление мин/макс (только для уровнемеров с каналом давления)	Выкл.	OFF	ON	OFF	ON	X	ON	ON	ON	ON; Подтверждение: OFF→ON→OFF→ON
Настройка: АРУ, опорной длины и температуры	Выкл.	OFF	OFF	X	ON	ON	ON	ON	ON – Для уровнемеров более 15 метров; OFF – Для уровнемеров до 15 метров	ON; Подтверждение: OFF→ON→OFF→ON

Примечания

- 1 Использование не указанных в таблице комбинаций положений секций приводит к включению режима “Измерение”;
- 2 Запись калибровок во всех режимах кроме режима “Измерение” требует подтверждения введенной информации последовательным переключением секции 4 выключателя S2 OFF→ON→OFF→ON, после чего происходит переход в режим “Измерение”;
- 3 Знак “X” означает, что положение данной секции не влияет на выбор текущего режима, но при этом может программировать другие параметры;
- 4 Положение секции 3 выключателя S2 в режиме “Настройка” зависит от длины ЧЭ уровнемера, при длине до 15 метров – OFF, при длине свыше 15 метров – ON, на ЧЭ устанавливается только один поплавков – в начале для уровнемеров с длиной до 15 метров и в конце для уровнемеров с длиной свыше 15 метров.

5 ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ

После включения питания уровнемера в течении 60 секунд на индикатор выводится информация о производителе, номере версии ПО уровнемера, типе уровнемера и контрольной сумме метрологически значимой части ПО.

**АО АЛЬБАТРОС
ВЕРСИЯ X.XXX
ТИП ДУУ10
КС ХХХХХХХХ**

X.XXX - номер версии программного обеспечения уровнемера;
ХХХХХХХХ – код контрольной суммы ПО (формат hex)

После вывода этого сообщения уровнемер переходит в режим индикации измерений. Однако достоверность выводимых параметров гарантируется только при работе уровнемера в режиме “Измерение”. Далее подробно рассматриваются режимы, в которые может перейти уровнемер после включения питания в зависимости от положения секций выключателей S1 и S2 (см. таблицу 2).

6 РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”

Режим “Измерение” (см. таблицу 2) является основным режимом работы уровнемера и обеспечивает измерение и отображение с помощью индикатора, ПК (при настройке через МИ7 или МИ9) и/или интерфейса RS-485 набора параметров, определяемых номером разработки уровнемера и его настройками.

В зависимости от положения секций выключателя S2 в режиме “Измерение” уровнемер имеет следующие возможности настройки:

- Секция S2.1 может находиться в произвольном положении;
- Секция S2.2 в положении ON запрещает изменения настроек уровнемера с энкодера, в положении OFF изменения разрешены;
- Секция S2.3 осуществляет переключение алгоритмов измерения уровня: в положении ON включается алгоритм, обеспечивающий повышенную надежность измерений (работа только по прямому сигналу от поплавка, устойчивая работа даже при пропадании отраженного сигнала), в положении OFF – повышенную помехоустойчивость (работа с отраженным сигналом, обеспечивающая высокий уровень защиты от звуковых помех). Основным рабочим алгоритмом является алгоритм работы с повышенной помехоустойчивостью (положение секции S2.3 OFF);
- Секция S2.4 в положении ON разрешает вывод измеренных и рассчитанных параметров с помощью МИ7 (МИ9) на ПК, в положении OFF вывод запрещен.

По умолчанию секции выключателей S1 и S2 уровнемера установлены следующим образом: S1.1 – ON, S1.2 – ON, S1.3, S1.4, S1.5 - в зависимости от номера разработки уровнемера, S2.1 – OFF, S2.2 – OFF, S2.3 – OFF, S2.4 – OFF (см. таблицу 2).

Индикатор осуществляет вывод измеренных параметров в виде следующего экрана:

**L1 14999.8 мм
T 24.0 °C**

В верхней и нижней строках производится последовательное циклическое отображение параметров, набор которых зависит от номера разработки уровнемера. Длительность отображения каждого параметра в верхней строке составляет около 2 с. В нижней строке в уровнемерах без канала измерения давления происходит постоянное отображение измеренной температуры, в уровнемерах с каналом измерения давления попеременно отображаются температура и давление. Длительность отображения каждого из этих параметров составляет от 4 до 6 с в зависимости от номера разработки уровнемера.

В таблицах 3...7 приведены наборы отображаемых индикатором параметров в зависимости от номера разработки уровнемера (см. описание функции “Отображение” раздела 12 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ”). В таблице 3 приведены наборы отображаемых параметров по умолчанию (режимы отображения “L(мм)” и “V(м³)”).

Таблица 3

Номер разработки уровнемера	Первая строка	Вторая строка
ДУУ10-02, ДУУ10-10	L1(мм), V1(м ³)	T(°C)
ДУУ10-04, ДУУ10-12	L1(мм), L2(мм), V1(м ³), V2(м ³)	T(°C)
ДУУ10-06	L1(мм), V1(м ³)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-08	L1(мм), L2(мм), V1(м ³), V2(м ³)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-14	L1(мм), L2(мм), L3(мм), V1(м ³), V2(м ³), V3(м ³)	T(°C)

- L1 - уровень 1 (верхний поплавок уровня);
- L2 - уровень 2 (первый поплавок уровня раздела сред);
- L3 - уровень 3 (второй поплавок уровня раздела сред);
- V1 - объем продукта, рассчитанный по уровню L1;
- V2 - объем продукта, рассчитанный по уровню L2;
- V3 - объем продукта, рассчитанный по уровню L3;
- T - температура продукта на уровне нижнего конца уровнемера;
- P - давление.

В таблице 4 приведены наборы отображаемых параметров в зависимости от номера разработки уровнемера (см. описание функции “Отображение” раздела 12 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ”) для режима отображения “L(%)”.

Таблица 4

Номер разработки уровнемера	Первая строка	Вторая строка
ДУУ10-02, ДУУ10-10	L1(мм), L1(%)	T(°C)
ДУУ10-04, ДУУ10-12	L1(мм), L2(мм), L1(%), L2(%)	T(°C)
ДУУ10-06	L1(мм), L1(%)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-08	L1(мм), L2(мм), L1(%), L2(%)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-14	L1(мм), L2(мм), L3(мм), L1(%), L2(%), L3(%)	T(°C)

В таблице 5 приведены наборы отображаемых параметров в зависимости от номера разработки уровнемера (см. описание функции “Отображение” раздела 12 “**РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ**”) для режима отображения “L(мА)”.

Таблица 5

Номер разработки уровнемера	Первая строка	Вторая строка
ДУУ10-02, ДУУ10-10	L1(мм), L1(мА)	T(°C)
ДУУ10-04, ДУУ10-12	L1(мм), L2(мм), L1(мА), L2(мА)	T(°C)
ДУУ10-06	L1(мм), L1(мА)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-08	L1(мм), L2(мм), L1(мА), L2(мА)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-14	L1(мм), L2(мм), L3(мм), L1(мА), L2(мА), L3(мА)	T(°C)

В таблице 6 приведены наборы отображаемых параметров в зависимости от номера разработки уровнемера (см. описание функции “Отображение” раздела 12 “**РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ**”) для режима отображения “V(%)”.

Таблица 6

Номер разработки уровнемера	Первая строка	Вторая строка
ДУУ10-02, ДУУ10-10	L1(мм), V1(%)	T(°C)
ДУУ10-04, ДУУ10-12	L1(мм), L2(мм), V1(%), V2(%)	T(°C)
ДУУ10-06	L1(мм), V1(%)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-08	L1(мм), L2(мм), V1(%), V2(%)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-14	L1(мм), L2(мм), L3(мм), V1(%), V2(%), V3(%)	T(°C)

В таблице 7 приведены наборы отображаемых параметров в зависимости от номера разработки уровнемера (см. описание функции “Отображение” раздела 12 “**РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ**”) для режима отображения “V(мА)”.

Таблица 7

Номер разработки уровнемера	Первая строка	Вторая строка
ДУУ10-02, ДУУ10-10	L1(мм), V1(мА)	T(°C)
ДУУ10-04, ДУУ10-12	L1(мм), L2(мм), V1(мА), V2(мА)	T(°C)
ДУУ10-06	L1(мм), V1(мА)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-08	L1(мм), L2(мм), V1(мА), V2(мА)	T(°C), P(мбар)
ДУУ10-14	L1(мм), L2(мм), L3(мм), V1(мА), V2(мА), V3(мА)	T(°C)

Уровни L1, L2 (при наличии), L3 (при наличии), отображаемые уровнемером (номера поплавков считаются сверху вниз), рассчитываются на основании данных измерений текущего положения поплавков, данных файла калибровки уровня, содержащего информацию о соответствии измеренного положения поплавка реальному (измеренному эталонному для данного резервуара способом) уровню и данных файла параметров уровнемера, содержащего информацию о технических характеристиках уровнемера.

Подробнее о файле калибровки уровня и файле параметров смотри в разделах 7 и 8 “**РЕЖИМ ВЫВОДА/ВВОДА ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ УРОВНЯ**” и “**РЕЖИМ ВЫВОДА/ВВОДА ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ**”.

Объем продукта V рассчитывается уровнемером на основании измерений соответствующего уровня L (уровня раздела сред) и таблицы калибровки резервуара, записываемой в файл калибровки резервуара (см. раздел 9 “**РЕЖИМ ВЫВОДА/ВВОДА ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА**”).

В режиме “Измерение” при настройке уровнемера возможно отображение измеренных и рассчитанных параметров на экране ПК при подключенном МИ7 (МИ9) и использовании программы HyperTerminal, входящей в комплект стандартных программ операционной системы (ОС) Windows.

Для этого необходимо отключить питание уровнемера, открыть верхнюю крышку для получения доступа к плате, подключить модуль МИ7 (МИ9) к ПК (к свободному слоту USB) после чего подключить МИ7 (МИ9) к разъему X2 платы уровнемера. Перевести секцию 4 выключателя S2 в положение ON. Запустить на ПК программу HyperTerminal (Пуск→Программы→Стандартные→Связь→HyperTerminal). В открывшемся окне ввести произвольное имя подключения, нажать кнопку “ОК”, затем выбрать из появившегося списка номер COM-порта, к которому подключен модуль МИ7 (МИ9), и нажать кнопку “ОК”.

В следующем окне установить указанные ниже параметры порта:

- скорость - 115200 бит/с;
- биты данных - 8;
- четность - нет;
- стоповые биты – 1;
- управление потоком - нет.

Нажать кнопку “ОК”, после чего откроется окно терминала и установится подключение. Далее нажать кнопку “Отключить” в верхнем левом углу окна, выбрать в меню “Файл” раздел “Свойства”. В открывшемся окне выбрать закладку “Параметры”, затем нажать кнопку “Параметры ASCII” и в появившемся окне настроек установить задержку для строк 1 мс. После этого дважды нажать кнопку “ОК”, все окна настройки будут закрыты и в главном окне терминала нажать кнопку “Вызов”. В результате установится соединение и программа HyperTerminal готова к работе.

После подачи питания на уровнемер в окне программы HyperTerminal с периодом около 1 с будет выводиться построчно следующая информация:

- номер версии ПО, контрольная сумма ПО (рассчитана по алгоритму SVF32), порядковый номер уровнемера (например: “v.3.010 0xf0f0f0 N003”);
- заказная длина от штуцера до конца уровнемера в миллиметрах, минимальная скорость звука в звуковом уровнемера в метрах в секунду (например: “DLINA=1500.1 V=4470.1”);
- опорная длина в тактах микроконтроллера, опорная температура звуковода в градусах Цельсия (например: “D_REF=552 T_REF=24.3125”);

- измеренная текущая опорная длина в тактах микроконтроллера (на пример: "D_IN=553");
- коды калибровок минимального и максимального давления (при наличии канала измерения давления, например: "P_MIN=1.1 P_MAX=1000.1");
- номер внутреннего режима работы уровнемера (0 – "от крыши", 1 – "от дна", например: "MODE=000");
- дрейф скорости звука в звуковом в миллионных долях (далее "ppm", например: "DREIF_ZVUK=-46.5");
- состояние выключателей S1 и S2 в формате hex, первая секция выключателя соответствует старшему биту, логическому нулю соответствует положение ON выключателя (например: "S1=0x00 S2=0xe0");
- величина усиления сигнала внутренним усилителем в процентах (минимум 9,1 %), положение АРУ в виде целого числа в диапазоне 0...255 (на пример "GAIN=12.2 WIPER=146");
- ошибка усилителя ("GAIN ERROR!") при усилении более 93,1 %;
- уровень, привязанный к выходному току 4 мА в миллиметрах (напри мер: "LEVEL_AT_4_MA=0.000");
- уровень, привязанный к выходному току 20 мА в миллиметрах (на пример: "LEVEL_AT_20_MA=25000.000");
- постоянная времени усреднения в секундах (например: "DAMPING=3.3");
- смещение в миллиметрах уровня i-го (отсчет сверху) поплавка (до трех смещений в зависимости от количества поплавков уровнемера, напри мер: "LEV_OFFSET[1]=0.000");
- текущая температура на конце уровнемера в градусах Цельсия (на пример: "T=21.1250");
- MAGN[i] – мгновенный внутренний уровень соответствующий i-му поплавку (отсчет сверху) в миллиметрах без демпфирования и калибровки (до трех уровней в зависимости от количества поплавков уровнемера, напри мер: "MAGN[1]=729.566");
- LEVEL_NCAL[i] – некалиброванный уровень, соответствующий i-му поплавку (отсчет сверху) в миллиметрах с демпфированием (до трех уровней в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "LEVEL_NCAL[1]=629.005");
- калиброванный уровень, соответствующий i-му поплавку (отсчет сверху) в миллиметрах с демпфированием (до трех уровней в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "LEVEL_MM[1]=629.005");
- калиброванный ток в миллиамперах, привязанный к уровню, соответствующему i-му поплавку с демпфированием (до трех токов в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "LEVEL_MA[1]=4.403");
- калиброванный уровень, соответствующий i-му поплавку в процентах с демпфированием (до трех уровней в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "LEVEL_%[1]=2.516");
- калиброванный объем в кубических метрах, рассчитанный по калиб ровочной таблице в соответствии с уровнем i-го поплавка (отсчет сверху) с демпфированием (до трех объемов в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "VOLUME_M3[1]=414.502");
- калиброванный ток в миллиамперах, привязанный к объему, соответствующему i-му поплавку с демпфированием (до трех токов в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "VOLUME_MA[1]=4.403");

- калиброванный объем в процентах, рассчитанный в соответствии с уровнем i-го поплавка с демпфированием (до трех объемов в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "VOLUME_%[1]=2.516");
- текущее давление в миллибарах (при наличии, например: "PRESSURE_MB=0.0");
- байт C1-1 неисправности уровнемера (например: "C1_1=0x00"), см. структуру байта в таблице 8;
- байт C2-3 неисправности каналов (например: "C2_3=0x00"), см. струк туру байта в таблице 8;
- K2 – число неудачных соседних измерений в режиме повышенной помехоустойчивости (например: "K2=000", K2≠000 означает наличие помехи при измерении);
- K3 – число неудачных измерений по критерию алгоритма борьбы с помехами или количества сигналов от магнитов (например: "K3=000", K3≠000 означает наличие помехи при измерении);
- T_BYTE – индикатор ошибки без диагностики интерфейса температу ры (например: "T_BYTE=000", T_BYTE≠000 означает наличие единичного отказа/ошибки);
- K_END – число заблокированных сигналов от конца звуковода (напри мер: "K_END=000").

Таблица 8

Номер бита	Байт статуса C1-1	Байт статуса C2-3
7	1 - неисправность уровне- мера (отказ), 0 – нет	0
6	0	0
5	0	0
4	0	0
3	0	0
2	0	1 - неисправность канала тем- пературы (отказ), 0 - нет
1	1 - значение одной или более вторичных перемен- ных вне пределов, 0 – нет	1 - неисправность канала дав- ления (отказ), 0 - нет
0	1 - значение первичной переменной вне установ- ленных пределов, 0 – нет	1 - неисправность канала уров- ня (отказ), 0 - нет

При необходимости можно остановить вывод параметров на экран кнопкой "Отключить" в левом верхнем углу программы HyperTerminal , а затем возобновить вывод параметров кнопкой "Вызов". Можно также сохранить выводимую на экран программы HyperTerminal информацию в формате текстового файла. Для этого выбрать в верхнем меню программы HyperTerminal пункт "Передача" и далее подпункт "Запись протокола в файл...", после чего в открывшемся окне ввести имя файла, в который будет записана информа-ция, и нажать кнопку "Начало". Начнется запись протокола в файл и в правом нижнем углу окна программы HyperTerminal активируется надпись "Запись протокола". Для завершения записи файла протокола снова выбрать пункт меню "Передача" → "Запись протокола в файл" → "Остановить". Запись в файл будет завершена, надпись "Запись протокола" будет деактивирована.

В режиме "Измерение" возможно считывание показаний уровнемера протоколу MODBUS (см. раздел 13 "**РАБОТА С ПРОТОКОЛОМ MODBUS**").

7 РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ”

Данный режим предназначен для считывания из внутренней памяти уровнемера, просмотра текущих настроечных параметров, используемых в алгоритме измерения текущего положения поплавка (поплавок) и ввода файла параметров, содержащего их новые значения.

Файл параметров должен представлять собой текстовый файл (с расширением “.txt”), содержащий следующие строки с настроечными параметрами:

- версия ПО (формат float, по умолчанию 3.010);
- контрольная сумма метрологически значимого ПО (формат unsigned long hex, по умолчанию FFFFFFFF);
- ID номер уровнемера (формат unsigned decimal, по умолчанию 0);
- начальное значение коэффициента усиления для системы автоматической регулировки усиления (АРУ) (формат unsigned char decimal, по умолчанию 255);
- заказная длина уровнемера в миллиметрах (формат float, по умолчанию 1400.1, не менее 500.0);
- минимальная скорость звука в звуковом уровнемера в метрах в секунду (формат float, по умолчанию 4470.1);
- режим работы (0 – база- крыша (по умолчанию), 1 – база- дно);
- дрейф скорости звука в миллионных долях (формат float, по умолчанию минус 46.5);
- опорная длина (двойная длина уровнемера) в тактах (формат unsigned char decimal, стандартная 730, основная дискрета 1,25 мм для протокола Альбатрос);
- опорная температура звуковода в градусах Цельсия (формат float, по умолчанию 23.1);
- калибровочное значение минимального давления в кодах 10-ти битного АЦП (формат float, по умолчанию 1.1);
- калибровочное значение максимального давления в кодах 10-ти битного АЦП (формат float, по умолчанию 1000.1);
- “;” - символ конца данных.

Каждая строка должна заканчиваться символами табуляции и CR (перевод строки).

Пример файла параметров:

```
3.010
FOFOFOFO
003
255
1500.1
4470.1
0
-46.5
730
23.1
1.1
1000.1
;
```

В данном примере 3.010 – версия ПО, FOFOFOFO – контрольная сумма метрологически значимого ПО, 003 – порядковый номер уровнемера, 255 – начальное значение коэффициента усиления АРУ, 1500.1 – заказная длина уровнемера, 4470.1 – минимальная скорость звука в звуковом уровнемера, 0 – режим работы от крыши, -46.5 – дрейф скорости звука, 730 - опорная длина уровнемера, 23.1 - опорная температура уровнемера, 1.1 - калибровочное значение минимального давления, 1000.1 - калибровочное значение максимального давления уровнемера.

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровнемера установить секции выключателей S1 и S2 в соответствии с таблицей 2. Согласно описанию в разделе 6 “РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ” подключить к плате уровнемера модуль МИ7 (МИ9) и подготовить к работе ПК с программой HyperTerminal.

Включить питание уровнемера. В окне программы HyperTerminal появится фраза “Current parameters:”, после которой будут построчно выведены текущие настроечные параметры в приведенном выше порядке. Далее будет выведено приглашение “Enter param.txt file:”, после которого можно ввести в память уровнемера новый файл с настроечными параметрами. Для этого предварительно нужно подготовить файл параметров в указанном выше формате, затем выбрать в окне программы HyperTerminal в меню “Передача” пункт “Отправить текстовый файл...”, после чего откроется стандартное диалоговое окно Windows, в котором нужно указать на созданный файл и нажать кнопку “Открыть”. Произойдет загрузка данных файла в буферную память уровнемера и вывод в окно программы HyperTerminal. После этого необходимо проверить выведенные на экран параметры и подтвердить загрузку данных в постоянную память уровнемера, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON. После этого будет произведена загрузка данных файла параметров в постоянную память уровнемера, и он автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателей S1 и S2 (см. таблицы 1 и 2).

При необходимости отказа от загрузки файла параметров после получения приглашения “Enter param.txt file:” необходимо отключить питание уровнемера. Для повторного входа в режим вывода/ввода файла параметров, не изменяя положения секций выключателей S1 и S2, вновь включить питание уровнемера.

После окончания работы с режимом вывода/ввода файла параметров необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателей S1 и S2 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 2), и вновь включить питание уровнемера.

8 РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ УРОВНЯ”

Данный режим предназначен для считывания из внутренней памяти уровнемера таблицы, содержащей соответствие уровней, измеренных уровнемером, уровням, измеренным эталонными средствами измерения (например, рулеткой) в точках калибровки, распределенных по длине чувствительного элемента уровнемера и ввода файла калибровки уровня, содержащего новые значения точек калибровки.

Файл калибровки уровня должен представлять собой текстовый файл, содержащий от двух до 50 пар точек калибровки, упорядоченных по возрастанию измеренного уровнем значения уровня, каждая в отдельной строке, имеющей формат (последовательно в одной строке):

- Эталонное значение уровня (формат float, мм);
- Два символа табуляции;
- Измеренное уровнем значение (формат float, мм);
- Символ CR.

В конце файла должна быть строка с символом “;” – конец данных.

Пример файла калибровки уровня:

```
0           100
25000      25100
;
```

В этом примере 0 и 25000 мм – точки, измеренные эталонным средством измерения, а 100 и 25100 мм – показания уровня в этих точках.

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровня установить секции выключателей S1 и S2 в соответствии с таблицей 2. Согласно описанию в разделе 6 “**РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”** подключить к плате уровня модуль МИ7 (МИ9) и подготовить к работе ПК с программой HyperTerminal.

Включить питание уровня. В окне программы HyperTerminal появится фраза “Current calibration”, после которой будет построчно выведена хранящаяся в памяти уровня таблица точек калибровки в виде пар чисел, первая из которых означает эталонный уровень в данной точке калибровки, а вторая - уровень в этой же точке, измеренный уровнем. Далее будет выведено приглашение “Enter calibration file (1<N<51)”, после которого можно ввести в память уровня новый файл калибровки уровня. Для этого предварительно нужно подготовить файл калибровки в указанном выше формате, затем выбрать в окне программы HyperTerminal в меню “Передача” пункт “Отправить текстовый файл...”, после чего откроется стандартное диалоговое окно Windows, в котором нужно выбрать созданный файл и нажать кнопку “Открыть”. Произойдет загрузка данных файла в буферную память уровня. После этого необходимо проверить выведенные на экран параметры и подтвердить загрузку данных в постоянную память уровня, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON. После этого будет произведена загрузка данных файла калибровки в постоянную память уровня, и он автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателей S1 и S2 (см. таблицы 1 и 2).

При необходимости отказа от загрузки файла калибровки уровня после получения приглашения “Enter calibration file (1<N<51)” необходимо отключить питание уровня. Для повторного входа в режим вывода/ввода файла калибровки уровня, не изменяя положения секций выключателей S1 и S2, вновь включить питание уровня.

После окончания работы с режимом вывода/ввода файла калибровки уровня необходимо выключить питание уровня, после чего установить секции выключателей S1 и S2 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 2) и вновь включить питание уровня.

9 РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА”

Данный режим предназначен для считывания из внутренней памяти уровня таблицы калибровки резервуара по объему, содержащей соответствие объемов резервуара уровням, измеренным эталонными средствами измерения (например, рулеткой) в точках калибровки, распределенных по высоте резервуара и ввода файла калибровки резервуара, содержащего новые значения точек калибровки.

Файл калибровки резервуара должен представлять собой текстовый файл, содержащий от двух до 50 пар точек калибровки, упорядоченных по возрастанию эталонного значения уровня, каждая в отдельной строке, имеющей формат (последовательно в одной строке):

- Эталонное значение объема (формат float, м³);
- Два символа табуляции;
- Эталонное значение уровня (формат float, мм);
- Символ CR.

В конце файла должна быть строка с символом “;” – конец данных.

Пример файла калибровки резервуара по объему:

```
100         0
12600      25000
;
```

В этом примере 100 и 12600 - эталонные значения объема продукта в кубических метрах, соответствующие уровням 0 и 25000 мм.

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровня установить секции выключателей S1 и S2 в соответствии с таблицей 2. Согласно описанию в разделе 6 “**РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”** подключить к плате уровня модуль МИ7 (МИ9) и подготовить к работе ПК с программой HyperTerminal.

Включить питание уровня. В окне программы HyperTerminal появится фраза “Current calibration”, после которой будет построчно выведена хранящаяся в памяти уровня таблица точек калибровки в виде пар чисел, первая из которых означает эталонный объем резервуара в данной точке калибровки, а вторая – эталонный уровень в этой же точке. Далее будет выведено приглашение “Enter calibration file (1<N<51)”, после которого можно ввести в память уровня новый файл калибровки резервуара. Для этого предварительно нужно подготовить файл калибровки в указанном выше формате, затем выбрать в окне программы HyperTerminal в меню “Передача” пункт “Отправить текстовый файл...”, после чего откроется диалоговое окно Windows, в котором нужно указать на созданный файл и нажать кнопку “Открыть”. Произойдет загрузка данных файла в буферную память уровня. После этого необходимо проверить выведенные на экран параметры и подтвердить загрузку данных в постоянную память уровня, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON. После этого будет произведена загрузка данных файла калибровки резервуара в постоянную память уровня, и он автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателей S1 и S2 (см. таблицы 1 и 2).

При необходимости отказа от загрузки файла калибровки резервуара после получения приглашения “Enter calibration file (1<N<51)” необходимо отключить питание уровня. Для повторного входа в режим вывода/ввода

файла калибровки резервуара, не изменяя положения секций выключателей S1 и S2, вновь включить питание уровнемера.

После окончания работы с режимом вывода/ввода файла калибровки резервуара необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателей S1 и S2 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 2), и вновь включить питание уровнемера.

10 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА ДАВЛЕНИЯ”

Данный режим используется только в уровнемерах, имеющих ячейку измерения давления (ДУУ10-06, -08). Режим калибровки давления предназначен для настройки характеристики канала измерения давления уровнемера путем записи в постоянную память уровнемера двух опорных значений минимального и максимального измеряемого давления.

Ячейку измерения давления уровнемера необходимо подключить с помощью гибкого рукава к источнику эталонного давления, способному создать тестовое давление в диапазоне, измеряемом уровнемером (см. руководство по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ), например, манометру МП-60.

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровнемера установить секции выключателей S1 и S2 в соответствии с таблицей 2. Согласно описанию в разделе 6 “РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ” подключить к плате уровнемера модуль МИ7 (МИ9) и подготовить к работе ПК с программой HyperTerminal.

Включить питание уровнемера. В окне программы HyperTerminal появится фраза “Supply MIN Pressure”. После этого необходимо подать на ячейку измерения давления атмосферное давление, подождать не менее 20 с до окончательного установления давления на ячейке и записать в буферную память уровнемера код АЦП, соответствующий измеренному давлению, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON.

В окне программы HyperTerminal появится фраза “Supply MAX Pressure”. После этого необходимо подать на ячейку измерения давления согласно руководству по эксплуатации на манометр МП-60 (или другой используемый прибор) давление, соответствующее максимальному, измеряемому уровнемером (см. руководство по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ), подождать 20...30 с до окончательного установления давления на ячейке и записать в буферную память уровнемера код АЦП, соответствующий измеренному давлению, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON.

В окне программы HyperTerminal появится фраза “Confirm new parameters”. Теперь нужно записать содержимое буферной памяти в постоянную память уровнемера, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON. После этого калибровка давления будет записана в постоянную память уровнемера, и он автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателей S1 и S2 (см. таблицы 1 и 2).

При необходимости отказа от записи параметров калибровки давления после получения приглашения “Confirm new parameters” необходимо отключить питание уровнемера. Для повторного входа в режим калибровки давле-

ния, не изменяя положения секций выключателей S1 и S2, вновь включить питание уровнемера.

После окончания работы с режимом калибровки давления необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателей S1 и S2 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 2) и вновь включить питание уровнемера.

11 РЕЖИМ “НАСТРОЙКА АРУ”

Данный режим используется для автоматической настройки канала измерения уровня уровнемера, определения опорной длины чувствительного элемента уровнемера и записи температуры, при которой была произведена настройка.

До включения данного режима в постоянную память уровнемера должен быть записан файл параметров (см. раздел 7 “РЕЖИМ ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ”).

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровнемера установить секции выключателей S1 и S2 в соответствии с таблицей 2. Обратит внимание, что для уровнемеров с длиной ЧЭ более 15 метров секция 3 выключателя S2 должна быть в положении ON, а для уровнемеров с длиной ЧЭ менее или равной 15 метрам должна быть в положении OFF. Согласно описанию в разделе 6 “РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ” подключить к плате уровнемера модуль МИ7 (МИ9) и подготовить к работе ПК с программой HyperTerminal. Независимо от номера разработки уровнемера необходимо оставить на чувствительном элементе только один поплавков. При этом на ЧЭ длиной до 15 метров поплавок следует расположить на расстоянии 300 мм от начала ЧЭ, а для уровнемеров более 15 метров поплавок следует расположить на 300 мм от конца.

Включить питание уровнемера. В окне программы HyperTerminal появится сообщение “Automodification parameters” и перечень параметров уровнемера, аналогичный перечню в режиме “Измерение”, но с автоматически рассчитанным оптимальным значением коэффициента усиления канала измерения уровня.

В окне программы HyperTerminal появится также фраза “Confirm new parameters”. Теперь нужно записать автоматически рассчитанные настройки в постоянную память уровнемера, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON. После этого настройки будут записаны в постоянную память уровнемера, и он автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателей S1 и S2 (см. таблицы 1 и 2).

При необходимости отказа от записи параметров автоматической настройки после получения приглашения “Confirm new parameters” необходимо отключить питание уровнемера. Для повторного входа в режим настройки АРУ, не изменяя положения секций выключателей S1 и S2, вновь включить питание уровнемера.

Для уровнемеров длиной 15 и более метров перед настройкой АРУ необходимо проверить форму прямого и отраженного сигналов на наличие паразитных импульсов рядом с ними и, при необходимости, поменять полярность подключения катушки ЧЭ на ответной части разъема X4 (контакты 8 и 9). При необходимости, процедуру настройки АРУ для уровнемеров 15 и

более метров производить следующим образом: перед включением питания уровнемера установить секцию 3 выключателя S2 в положение ON, установить поплавков на расстоянии 300 мм от начала ЧЭ, подать питание и выписать значение D_REF и T_REF из программы HuregTerminal, не сохраняя это значение в постоянную память уровнемера и выключить питание. Установить поплавков на расстоянии 300 мм от конца ЧЭ, подать питание, выписать значение D_REF из программы HuregTerminal и, переключив последовательно секцию 4 выключателя S2 в положения OFF→ON→OFF→ON, записать полученные автоматические настройки в постоянную память уровнемера. Затем, используя два выписанных ранее значения D_REF, найти их среднее значение и, используя заранее подготовленный файл параметров с номером настраиваемого уровнемера и его длиной, внести полученное расчетным путем среднее значение D_REF в строку опорной длины и выписанное ранее значение T_REF в строку опорной температуры. При необходимости изменения коэффициента усиления, необходимо в этом же файле параметров изменить значение строки WIPER. Затем, полученный файл параметров должен быть записан в постоянную память уровнемера (см. раздел 7 **“РЕЖИМ ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ”**).

После окончания работы с режимом настройки АРУ необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателей S1 и S2 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 2) и вновь включить питание уровнемера.

12 РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ

Индикатор входит в состав уровнемера и не может использоваться как самостоятельный узел.

Индикатор уровнемера осуществляет отображение измеренных и рассчитанных параметров с помощью жидкокристаллического графического экрана с подсветкой.

На корпусе уровнемера также расположен энкодер, предназначенный для изменения параметров настройки уровнемера. В режиме “Измерение”, при необходимости, вращая энкодер по часовой стрелке либо против часовой стрелки, можно изменить контрастность изображения на экране индикатора. Индикатор может работать либо в режиме отображения измеренных параметров, либо в режиме изменения параметров настройки уровнемера.

Функциональное назначение управляющих действий энкодера описаны в таблице 9.

Таблица 9

Управляющее действие	Функциональное назначение
Нажатие кнопки энкодера (длительностью менее 1 секунды)	Вход в режим изменения параметров настройки уровнемера. Выбор изменяемого параметра. Выход из режима изменения параметров настройки уровнемера.
Поворот энкодера по часовой стрелке	Изменение значения индицируемого параметра в большую сторону

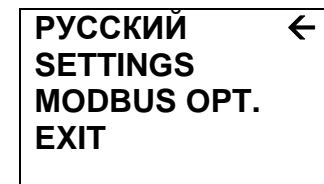
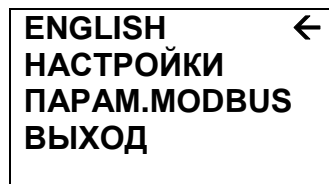
Продолжение таблицы 9

Поворот энкодера против часовой стрелки	Изменение значения индицируемого параметра в меньшую сторону
Удержание кнопки энкодера в течение 2...3 секунд	Выход из режима без сохранения введенного значения

Работа индикатора в режиме отображения измеренных и рассчитанных параметров уровнемера описана в разделе 6 **“РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”**.

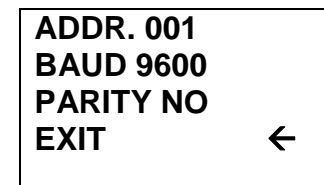
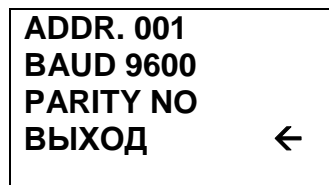
Вход в режим изменения параметров настройки уровнемера осуществляется при нахождении уровнемера в режиме “Измерение” нажатием кнопки энкодера (секция 2 выключателя S2 должна быть в положении OFF).

При этом на индикаторе уровнемера появится следующее меню (здесь и далее слева приведен вариант русскоязычного меню, а справа соответствующий вариант меню на английском языке):



Курсор (стрелка справа) будет установлен напротив верхнего пункта выбора, позволяющего нажатием кнопки энкодера переключить язык меню на английский (и повторным нажатием обратно на русский). Далее в тексте указаны русскоязычные варианты названий пунктов меню (как и на экранах меню, показанных слева). Соответствующие английские названия приведены на экранах, показанных справа.

Перемещая курсор поворотом энкодера, выбрать пункт меню **“ПАРАМ.MODBUS”** и нажать кнопку энкодера. На индикаторе появится следующее меню:



В данном меню можно изменить MODBUS-адрес уровнемера (верхняя строка **“ADDR”**). Для этого установить курсор напротив верхней строки и нажать кнопку энкодера, после чего начинает мигать старший разряд значения адреса. Поворотом энкодера по часовой стрелке либо против часовой стрелки можно соответственно увеличить или уменьшить на единицу значение данного разряда. После того как установлено нужное значение нажмите кнопку энкодера. Старший разряд перестанет мигать и начнет мигать следующий по порядку разряд десятичного числа. После установки всех разрядов адреса нажать кнопку энкодера и дождаться появления курсора напротив пункта меню **“ВЫХОД”**. После этого можно изменить скорость обмена по

протоколу MODBUS. Для этого установить курсор напротив пункта меню **“BAUD”** и нажать кнопку энкодера. Начнет мигать значение текущей скорости обмена. Поворотом энкодера можно выбрать скорость из следующего ряда (бит/с): 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. После выбора требуемой скорости нажать кнопку энкодера и дождаться появления курсора напротив пункта меню **“ВЫХОД”**. Аналогично в пункте меню **“PARITY”** можно выбрать требуемый контроль паритета из следующего перечня: ODD (нечетность), EVEN (четность), NO (нет контроля). После этого выбрать пункт меню **“ВЫХОД”** и на индикаторе появится предыдущее меню:

ENGLISH ←
НАСТРОЙКИ
ПАРАМ.MODBUS
ВЫХОД

РУССКИЙ ←
SETTINGS
MODBUS OPT.
EXIT

Перемещая курсор поворотом энкодера, выбрать пункт меню **“НАСТРОЙКИ”** и нажать кнопку энкодера. На индикаторе появится следующее меню:

ВВОД ТАБЛ.
МЕНЮ КАЛИБР.
МЕНЮ КОНФИГ.
ВЫХОД ←

CREATE TAB
CALIBR. MENU
CONFIG. MENU
EXIT ←

Если необходимо вручную ввести таблицу калибровки резервуара (см. раздел 9 **“РЕЖИМ “ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА”**, данная настройка дублирует этот режим), выберите поворотом энкодера пункт меню **“ВВОД ТАБЛ.”** и нажмите кнопку энкодера. На индикаторе появится следующее окно:

ТОЧКА 00
УРОВЕНЬ00000.0 MM
ОБЪЕМ 00000.0 M3

LINE 00
LEVEL 00000.0 MM
VOLUME 00000.0 M3

Вводим первую точку (с нулевым номером) заранее приготовленной калибровочной таблицы резервуара. Нажимаем кнопку энкодера, начинает мигать старший разряд значения уровня в миллиметрах, соответствующего первой калибровочной точке. Поворотом энкодера по часовой стрелке либо против часовой стрелки можно соответственно увеличить и уменьшить на единицу значение данного разряда. После того как установлено нужное значение нажмите кнопку энкодера. Старший разряд уровня перестанет мигать и начнет мигать следующий по порядку разряд десятичного числа. Повторите, как описано выше, установку значений для всех разрядов уровня, соответст-

вующего первой калибровочной точке, затем аналогично введите значение объема в кубических метрах первой калибровочной точки.

После ввода последнего разряда нажмите кнопку энкодера, после чего на индикаторе появится надпись **“OK”**, подтверждающая, что введенная точка калибровки записана.

ТОЧКА 00
УРОВЕНЬ00000.0 MM
ОБЪЕМ 00100.0 M3
OK

LINE 00
LEVEL 00000.0 MM
VOLUME 00100.0 M3
OK

После этого в памяти уровнемера будет стерта записанная ранее таблица калибровки резервуара и будет записана первая точка новой таблицы.

При необходимости отказаться от ввода таблицы нужно во время ввода разрядов чисел нажмите и удерживайте кнопку энкодера в течение 2...3 секунд, затем отпустите. Это приведет к выходу в предыдущее меню, а введенная информация не будет записана. Однако это справедливо только во время ввода первой калибровочной точки. При выходе из режима при вводе последующих точек все введенные ранее точки будут записаны.

После окончания ввода первой точки поверните энкодер по часовой стрелке на одну позицию для перехода к записи следующей калибровочной точки таблицы. Надпись **“OK”** пропадет. Поверните энкодер по часовой стрелке на одну позицию еще раз, после чего номер точки увеличится на единицу.

ТОЧКА 01
УРОВЕНЬ00000.0 MM
ОБЪЕМ 00100.0 M3

LINE 01
LEVEL 00000.0 MM
VOLUME 00100.0 M3

Нажмите кнопку энкодера, начинает мигать старший разряд значения уровня, соответствующего второй калибровочной точке. Как описано выше введите уровень и объем, соответствующие второй калибровочной точке таблицы (с номером 1). По окончании ввода точки вновь появится надпись **“OK”**, подтверждающая, что введенная точка калибровки записана. Если необходимо продолжить запись других точек таблицы калибровки резервуара, повторите описанную выше процедуру. Всего можно записать 50 точек. Диапазон значений уровня, допустимый к вводу в таблицу - 0...25000 мм, диапазон допустимых значений объема 0...99999,9 м³. Если нужно завершить запись таблицы, после появления на индикаторе надписи **“OK”** нажмите кнопку энкодера, после чего произойдет возврат к предыдущему меню, а в постоянную память уровнемера будет записана таблица калибровки резервуара, содержащая все введенные точки калибровки.

При выборе пункта меню **“МЕНЮ КАЛИБР.”** (здесь и далее “выбор пункта меню” означает наведение курсора на данный пункт меню и нажатие кнопки энкодера) на индикатор будет выведено следующее подменю калибровки уровнемера:

**ПРИВ. УРОВНЯ
УСРЕДНЕНИЕ**

ВЫХОД ←

**RANGE VALUE
DAMPING**

EXIT ←

ПОВЕРНУТЬ-ЗАПИСЬ

		200
^	20 MA	800
OK	4 MA	200

TURN FOR SAVING

		200
^	20 MA	800
OK	4 MA	200

В подменю калибровки уровнемера содержится две функции:

- привязка уровня - калибровка канала измерения уровня путем привязки начала и конца шкалы уровнемера (при переходе к стандартному токовому сигналу соответствуют 4 и 20 мА) к положениям поплавка, соответствующим начальной и конечной точке диапазона измерения (выполняется только с одним поплавком на ЧЭ);
- усреднение - ввод величины постоянной времени усреднения в секундах, которое используется каналами измерения уровнемера.

Выбор пункта "**ВЫХОД**" приводит к возвращению в предыдущее меню.

Первая функция данного меню "Привязка уровня" предназначена для калибровки канала измерения уровня по положению поплавка, соответствующему точкам 0 и 100 % от требуемого диапазона измерения уровня.

Для проведения калибровки необходимо установить уровнемер в горизонтальное положение, затем установить поплавок в положение, соответствующее нулевому измеряемому уровню (0 %), и сделать паузу одну минуту. На уровнемере при этом должен быть только один поплавок, и секции 3, 4 и 5 выключателя S1 должны быть установлены в положение ON (перед включением питания!), что соответствует номеру разработки уровнемера, измеряющему только один уровень (см. таблицу 1).

Далее с помощью энкодера выбрать пункт "**ПРИВ. УРОВНЯ**". Альтернативно войти в данный режим можно также непосредственно из режима индикации измеренных параметров без входа в главное меню. Для этого нужно нажать и удерживать 2...3 с кнопку энкодера, после чего отпустить.

На индикаторе появится надпись:

ПОВЕРНУТЬ-ЗАПИСЬ

		760
^	20 MA	800
v	4 MA	200

TURN FOR SAVING

		760
^	20 MA	800
v	4 MA	200

Верхняя информационная строка при этом через 4...5 с меняет значение "**ПОВЕРНУТЬ-ЗАПИСЬ**" на "**НАЖАТЬ - ВЫХОД**" и обратно для информирования пользователя о работе с данным режимом. Справа показывается текущее положение верхнего поплавка, под ним записанные в постоянную память значения уровня, соответствующие 100 % диапазона измерений и 0 % диапазона измерений.

Поверните энкодер на одну позицию против часовой стрелки. Слева от надписи "4 MA" появится надпись "OK". Справа от надписи "4 MA" появится записанное значение уровня в миллиметрах.

Это означает, что микроконтроллер уровнемера записал в постоянную память положение поплавка, соответствующее 0 % шкалы измерения уровнемера.

Переведите поплавок в положение, соответствующее 100 % шкалы измерений уровня и сделайте паузу одну минуту. Поверните энкодер на одну позицию по часовой стрелке. Слева от надписи "20 MA" появится надпись "OK". Справа от надписи "20 MA" появится записанное значение уровня в миллиметрах.

НАЖАТЬ - ВЫХОД

		800
OK	20 MA	800
OK	4 MA	200

PRESS FOR EXIT

		800
OK	20 MA	800
OK	4 MA	200

Это означает, что микроконтроллер уровнемера записал в постоянную память положение поплавка, соответствующее 100 % шкалы измерения уровнемера. Нажмите кнопку энкодера. На экране индикатора появится предыдущее меню:

**ПРИВ. УРОВНЯ
УСРЕДНЕНИЕ**

ВЫХОД ←

**RANGE VALUE
DAMPING**

EXIT ←

Вторая функция данного меню обеспечивает ручной ввод значения постоянной времени усреднения каналов измерений в секундах. Диапазон вводимых величин ограничен значениями от 0,0 до 30,0 с (по умолчанию записано значение 3,3 с). Точность постоянной времени усреднения ±20% или 100 мс, что больше. Следует также учитывать время измерений (см. п. 2.13.10 руководства по эксплуатации УНКР.407631.005 РЭ). Выберите пункт меню "**УСРЕДНЕНИЕ**". Появится следующий экран:

УСРЕДНЕНИЕ 01.1

DAMPING 01.1

Цифра "0" будет при этом мигать. Установите поворотом энкодера значение разряда десятков постоянной времени усреднения. По окончании нажмите кнопку энкодера. Цифра, соответствующая десяткам перестанет мигать и начнет мигать цифра разряда единиц числа. Аналогично описанному выше установите значение единиц и десятых долей числа. По окончании ввода нажмите кнопку энкодера. Введенное значение постоянной времени усреднения в секундах будет записано в постоянную память уровнемера и через 2...3 с произойдет возврат в предыдущее меню:

**ПРИВ. УРОВНЯ
УСРЕДНЕНИЕ**
ВЫХОД ←

**RANGE VALUE
DAMPING**
EXIT ←

Выберите пункт **"ВЫХОД"**. На индикаторе появится меню верхнего уровня:

**ВВОД ТАБЛ.
МЕНЮ КАЛИБР.
МЕНЮ КОНФИГ.
ВЫХОД** ←

**CREATE TAB
CALIBR. MENU
CONFIG. MENU
EXIT** ←

Выберите пункт **"МЕНЮ КОНФИГ."**. На индикаторе появится следующее подменю конфигурации уровнемера:

**ОТОБР. LMM
СДВ. УРОВНЯ**
ВЫХОД ←

**DISPL. MODE LMM
LEVEL OFFSET**
EXIT ←

В подменю конфигурации уровнемера содержится две функции:
- отображение - изменение набора выходных параметров уровнемера, отображаемых индикатором;
- сдвиг уровня - ввод значения смещения уровня поплавков уровнемера.

Изменение режима отображения производится выбором пункта меню **"ОТОБР."** После нажатия кнопки энкодера начинают мигать символы "LMM". Далее поворотом энкодера выберите символ, соответствующий необходимому набору выводимых уровнемером параметров (см. таблицы 3...7 раздела 6 **"РЕЖИМ "ИЗМЕРЕНИЕ"**). После выбора нужного символа нажмите кнопку энкодера. Мигание символов прекратится, в память уровнемера будет записан требуемый для отображения набор параметров. Поворотом энкодера можно выбрать другой пункт данного меню.

Задание сдвига уровня уровнемера производится для каждого поплавок уровнемера (кроме донного для уровнемеров с базой измерения - дно) индивидуально и на основании данных о разности между уровнями, измеренными уровнемером и реальными уровнями, измеренными эталонными средствами измерения. Знак "+" при значении сдвига уровня увеличивает текущий уровень на величину сдвига, а знак "-" уменьшает.

Выберите пункт меню **"СДВ. УРОВНЯ"**, на индикаторе появится следующее окно:

L1 + 00000.0 MM

Здесь L1 – смещение уровня для первого поплавка (отсчет сверху). Для уровнемеров с двумя или тремя поплавками на экране появится соответственно две или три строки для ввода значения смещения каждого поплавка. Символ "+" начнет мигать, после этого поворотом энкодера можно изменить его значение на "-", если требуется отрицательное смещение. Нажатие кнопки энкодера зафиксирует текущий знак смещения, после чего начнет мигать старший разряд вводимого числа. Поворотом энкодера можно менять значения каждого разряда вводимого числа, а с помощью кнопки энкодера фиксируется введенное значение текущего (мигающего) разряда и осуществляется переход к следующему разряду. После ввода последнего разряда последнего смещения уровня нажать кнопку энкодера, что приведет к прекращению мигания последнего введенного разряда. При наличии в уровнемере второго и третьего поплавков после ввода последнего разряда смещения уровня первого поплавка произойдет переход к вводу смещения уровня второго, а затем (при наличии) и третьего поплавка. После окончания ввода последнего разряда смещения уровня последнего имеющегося поплавка в правом нижнем углу индикатора появится надпись **"OK"**.

L1 + 00001.0 MM
OK

После этого введенные значения (допустимый диапазон минус 1000...+25000 мм) записываются в постоянную память уровнемера и через 2...3 с на индикаторе появится предыдущее меню:

ОТОБР. LMM
СДВ. УРОВНЯ
ВЫХОД ←

DISPL. MODE LMM
LEVEL OFFSET
EXIT ←

Далее, три раза выбирая пункт меню “ВЫХОД”, переводим индикатор в режим отображения текущих измеренных и рассчитанных параметров.

13 РАБОТА С ПРОТОКОЛОМ MODBUS

1.1 Общие сведения

Уровнемер может обмениваться данными с ПК по интерфейсу RS-485. Линия связи уровнемера с ПК трехпроводная (сигналы DATA+, DATA– и RsGnd).

Связь уровнемера с ПК разрешена во всех режимах его работы.

Уровнемер обменивается информацией с ПК в формате протокола Modbus RTU. Данный протокол определяет структуру сообщений, с помощью которых обмениваются различные приборы, соединенные в сеть на основе этого протокола, описывает процедуры запроса информации, получения ответа, а также обработки возникающих ошибок.

В данном разделе приводятся сведения, содержащиеся в описании протокола Modbus RTU, и необходимые для изучения принципов построения обмена уровнемера и ПК.

Связь уровнемера с ПК осуществляется по технологии “ведущий-ведомый”, при этом ПК является *ведущим устройством*, а уровнемер – *ведомым*.

Ведущий всегда начинает процедуру передачи (*запрос*). Уровнемер, получив запрос, анализирует его и формирует *ответ* или выполняет действия, указанные в запросе.

Одновременно с одним ведущим могут быть связаны несколько уровнемеров, каждый из которых имеет свой собственный *адрес ведомого*. При этом связь с ПК осуществляется по общей линии связи.

Процедура установки адреса ведомого описана в разделе 12 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ”. Адрес устанавливается с помощью энкодера в меню “ПАРАМ.MODBUS”.

Ведущий может адресовать индивидуальный уровнемер, посылая в запросе его адрес, или проводить *широковещательный запрос*, одновременно адресуя все приборы в сети.

Ведомые возвращают ответ для запросов, которые адресуют их индивидуально. При широковещательном запросе ни один из ведомых не отвечает ведущему.

Одновременно с ведущим может быть связано не более 32 уровнемеров (без наличия повторителей в сети, образованной уровнемерами и ПК).

1.2 Сообщения протокола MODBUS RTU

1.2.1 Структура сообщений

Сообщение протокола Modbus – это информация, передаваемая от ведущего ведомому (запрос) или принимаемая ведущим от ведомого (ответ).

Структура запроса ведущего состоит из следующих полей:

- *адрес ведомого* (один байт, для рассматриваемого уровнемера возможные адреса лежат в диапазоне от 0 до 247, причем нулевое значение адреса назначено для широковещательного запроса и не может быть использовано в качестве индивидуального адреса ведомого);

- *код функции* (один байт) – задает для адресуемого ведомого вид действий, которые должен выполнить ведомый;

- после кода функции в запросе может следовать *поле данных* (несколько байт), содержащее дополнительную информацию, необходимую ведомому для выполнения заданной в запросе функции;

- последним в запросе следует двухбайтное *поле кода проверки ошибок*, позволяющее отследить ведомому целостность (отсутствие ошибок) принятого запроса.

Структура ответа ведомого состоит из следующих полей:

- адрес ведомого, повторяющий адрес, выданный в запросе (один байт);

- код функции (один байт) – при нормальном ответе ведомого представляет собой перетрансляцию кода функции, принятого ведомым в запросе. В случае возникновения ошибочной ситуации код функции модифицируется для индикации факта возникновения ошибки;

- после кода функции в ответе выдается поле данных (несколько байт), содержащее при нормальном ответе информацию, запрошенную ведущим соответствующей функцией. В случае возникновения ошибочной ситуации в поле данных передается *код ошибки*;

- последним в ответе следует двухбайтное поле кода проверки ошибок, позволяющее отследить ведущему целостность принятого ответа.

1.2.2 Описание режима RTU

В стандартном протоколе Modbus используется два режима передачи:

- режим передачи ASCII (American Standard Code for Information Interchange – американский стандартный код для обмена информацией);

- режим передачи RTU (Remote Terminal Unit – удаленное терминальное оборудование).

Уровнемер использует режим передачи RTU, поэтому далее рассматриваются принципы осуществления передачи в этом режиме.

При использовании режима RTU каждый байт сообщения содержит две четырехбитные шестнадцатеричные цифры. Каждое сообщение должно передаваться в виде непрерывного потока.

Режим обмена информацией полудуплексный асинхронный. Формат символа:

- при наличии контроля паритета: один старт-бит, восемь информационных бит (две шестнадцатеричные цифры), бит контроля паритета (по четности или по нечетности), один стоп-бит;

- при отсутствии контроля паритета: один старт-бит, восемь информационных бит (две шестнадцатеричные цифры), два стоп-бита.

Информационные биты передаются, начиная с младшего.

Процедура установки скорости передачи данных и вида контроля паритета описана в разделе 12 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ” (см. меню “ПАРАМ.MODBUS”).

Каждое сообщение, передаваемое в протоколе Modbus, помещается в кадр, который имеет определенные начальную и конечную точки. Это позволяет приборам установить начало сообщения, декодировать адрес ведомого и определить, какой из приборов адресуется (или все приборы при широко-вещательном запросе), а также знать, когда сообщение завершается.

Перед началом сообщения в режиме RTU должна быть пауза длительностью не менее 4Т, где Т – время передачи одного символа. Первый принимаемый после паузы символ является адресом ведомого.

Уровнемеры непрерывно отслеживают приемные линии, включая интервалы паузы. Когда будет принято первое поле сообщения (адрес ведомого), уровнемер проверяет, не является ли данный адрес установленным для него.

После передачи последнего символа в сообщении опять следует интервал паузы с временем не менее 4Т. По окончании этой паузы может быть начато новое сообщение.

Кадр сообщения должен передаваться непрерывным потоком. Если во время передачи кадра между символами возникает пауза длительностью более 2Т, принимающий уровнемер считает, что сообщение окончено и начинает его обработку. Это приведет к возникновению ошибки контрольной суммы, так как поле кода проверки ошибок, рассчитанное уровнемером, будет не совпадать с принятым в сообщении.

Поле данных в сообщении содержит шестнадцатеричные числа в диапазоне от 0 до 0FFH. Поле данных, посылаемое в запросе ведущего, содержит дополнительную информацию, которая используется ведомым для того, чтобы выполнить действия, заданные кодом функции. Например, это могут быть адреса регистров, число управляемых функцией регистров и данные записи этих регистров.

Если при приеме сообщения не произошло ошибки, поле данных ответа содержит данные, запрошенные ведущим. При возникновении ошибки поле данных содержит код ошибки, по которому ведущий может принять решение о дальнейших действиях.

В некоторых сообщениях поле данных может отсутствовать (иметь нулевую длину). Например, если ведущий выдает запрос с кодом функции 07 (чтение статуса уровнемера), никакой дополнительной информации ведомому не требуется (поле кода функции однозначно задает действие, выполняемое по этому запросу ведомым).

Поле кода проверки ошибок в режиме RTU содержит двухбайтный код проверки ошибок. Этот код является результатом вычисления циклического избыточного кода или CRC-кода (CRC – Cyclical Redundancy Check) для всех байт сообщения. Вначале в сообщении передается младший байт CRC-кода, затем старший (то есть, старший байт CRC-кода является последним байтом сообщения).

1.2.3 Методы проверки ошибок

При работе с протоколом Modbus RTU используются два метода проверки ошибок. Для каждого передаваемого символа может быть установлен контроль паритета (по четности или по нечетности). Для всего сообщения применяется контроль с помощью CRC-кода. Оба вида контроля генерируются ведущим и помещаются в сообщение до начала его передачи. Во время

приема ведомый проверяет каждый принятый символ и все сообщение целиком.

Рассмотрим вначале контроль паритета.

Пользователь может настроить уровнемер на выполнение проверки четности, проверки нечетности или отсутствие контроля паритета.

При задании наличия контроля паритета (по четности или нечетности) в каждом байте передаваемых данных будет подсчитываться количество единиц. Бит паритета будет устанавливаться в 0 или 1 в зависимости от того, четное или нечетное число единичных бит присутствует в байте данных.

Например, пусть байт данных содержит следующие биты:

1100 0101

Общее число единичных бит в данном байте равно четырем. Если используется контроль по четности, бит паритета будет иметь нулевое значение, оставляя общее число единичных бит в байте четным (четыре). Если используется контроль по нечетности, бит паритета будет установлен в единицу, делая общее число единичных бит нечетным (пять).

При передаче сообщения бит паритета рассчитывается для каждого байта сообщения. Принимающий уровнемер также подсчитывает число единичных бит в принимаемом байте (формирует бит паритета) и фиксирует ошибку при несовпадении принятого бита паритета с рассчитанным.

Необходимо, чтобы все приборы, объединяющиеся в сеть, были настроены на использование одного и того же метода контроля паритета.

Контроль паритета может отследить только те ошибки, при которых одновременно искажается нечетное число бит. Например, если установлен контроль по нечетности и при приеме два бита принимают нулевое значение в байте, который изначально содержал три единичных бита, общее число единичных бит все еще остается нечетным, и бит паритета не изменяется (ошибка передачи не обнаруживается).

Если задано отсутствие контроля паритета, бит паритета не передается и контроль паритета не производится.

Для всего сообщения выполняется контроль ошибок на основе CRC-кода. Данный метод контроля не зависит от выбранного контроля паритета.

CRC-код является шестнадцатибитным двоичным числом, формируемым ведущим и передаваемым в конце сообщения. Ведомый прибор самостоятельно рассчитывает CRC-код и сравнивает полученное значение с принятым в сообщении. При несовпадении CRC-кодов фиксируется ошибка.

Расчет CRC-кода производится по следующему алгоритму:

1) Вычисление CRC-кода начинается с загрузки во все разряды 16-битного регистра (CRC-регистр) единиц (0FFFFH).

2) Выполняется операция “Исключающее ИЛИ” первого байта сообщения (адреса ведомого) с младшим байтом CRC-регистра и результат помещается в младший байт CRC-регистра.

3) Производится сдвиг CRC-регистра на один бит вправо (в сторону младшего бита) - при этом в старший бит регистра вдвигается ноль.

4) Осуществляется проверка выдвинутого из регистра бита:

– если данный бит равен 0, повторяется шаг 3 (следующий сдвиг CRC-регистра);

– если выдвинутый бит равен 1, производится операция “Исключающее ИЛИ” содержимого CRC-регистра с полиномиальным значением 0A001H (101000000000001B).

5) Производится повтор шагов 3 и 4 до выполнения восьми сдвигов CRC-регистра. Когда сдвиги будут сделаны, полная обработка первого байта сообщения будет завершена.

6) Выполняется повтор шагов 2...5 для следующего байта сообщения, до тех пор, пока все байты сообщения не будут обработаны. Окончательное содержание CRC-регистра является CRC-кодом.

7) В конце сообщения сначала передается младший байт CRC-кода, затем старший.

1.2.4 Условие тайм-аута

Как было отмечено выше, начало сообщения определяется по паузе длительностью не менее 4Т, конец сообщения детектируется при наличии паузы между символами длительностью более 2Т.

Если ведомый обнаруживает паузу между символами более 2Т, он начинает обработку сообщения. При успешном завершении обработки сообщения и выполнения предписанных кодом функции действий, ведомый выдает ведущему ответ.

После выдачи сообщения (запроса) ведущий должен ожидать ответа. Выдача ответа ведомым начинается не ранее, чем через промежуток времени, равный 2Т (время на обнаружение ведомым конца сообщения и начало его обработки). Кроме того, ведомый должен начать выдачу ответа через интервал времени длительностью не более 4Т. Если через это время ведущий не получает первого байта ответа, он считает, что произошел тайм-аут и фиксирует ошибку.

Условие тайм-аута фиксируется ведущим в следующих ситуациях:

- установлены различные значения скоростей передачи данных в ведомом и ведущем;
- установлены различные значения контроля паритета в ведомом и ведущем;
- ведомый обнаружил в принятом символе ошибку паритета;
- ведущий выдает сообщение с адресом несуществующего ведомого;
- ведомый обнаружил несовпадение принятого и рассчитанного CRC-кодов;
- ведомый не начал выдачу ответа спустя время 4Т.

При работе ведомый будет переключать свои выходные интерфейсные схемы на передачу только при успешной обработке принятого сообщения и готовности выдать ответ, но не ранее, чем спустя время 2Т после приема последнего байта сообщения.

1.3 Функции протокола Modbus, поддерживаемые уровнем

Список поддерживаемых уровнем функций протокола Modbus представлен в таблице 10 (коды функций представлены в виде десятичных чисел). Далее в разделе подробно рассматриваются структуры запросов, ответов и действия, выполняемые уровнем для каждой функции.

Таблица 10

Код функции	Название функции
03	Чтение регистров настройки
04	Чтение регистров данных
07	Чтение статуса уровня
08	Диагностика линии связи
16	Запись регистров настройки

1.3.1 Функция 03 – чтение регистров настройки уровня

Данная функция позволяет считать содержимое регистров настройки уровня. Широковещательный запрос не поддерживается.

Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес регистра настройки и число регистров, содержимое которых будет считано, которое может принимать значения от двух до 124. Регистры настройки адресуются с нулевого адреса. Значения адреса начального регистра и количества читаемых регистров должны находиться в диапазоне допустимых значений в соответствии с таблицами 10, 13...17, иначе прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса для ведомого с адресом 18:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	12
Код функции	03
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	00
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	02
Младший байт CRC-кода	C6
Старший байт CRC-кода	A8

В приведенном примере запрашивается выдача содержимого двух регистров настройки, начиная с адреса 0000H.

Структура ответа

Содержимое каждого регистра настройки в ответе выдается в виде двух байт. Вначале выдается содержимое старшего байта регистра, затем – содержимое младшего байта.

Пример ответа для ведомого с адресом 18:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	12
Код функции	03
Счетчик байт	04
Старший байт регистра настроек с адресом 0000H	00
Младший байт регистра настроек с адресом 0000H	01
Старший байт регистра настроек с адресом 0001H	00
Младший байт регистра настроек с адресом 0001H	01
Младший байт CRC-кода	48
Старший байт CRC-кода	F2

В данном примере содержимое регистра 0000H равно 0001H, регистр 0001H также содержит значение 0001H.

Внимание: так как в уровне все данные имеют размер 4 байта, адрес регистра и число считываемых регистров должны быть четными. В противном случае уровень выдаст сообщение об ошибке “Неверный адрес данных”.

1.3.2 Функция 04 – чтение регистров данных уровнемера

Данная функция позволяет считать содержимое регистров данных. Широковещательный запрос не поддерживается.

Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес регистра данных и число регистров, содержимое которых будет считано, которое может принимать значения от двух до 124. Регистры данных адресуются с нулевого адреса. Значения адреса начального регистра и количества читаемых регистров должны находиться в диапазоне допустимых значений в соответствии с таблицами 6 и 7, иначе прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса для ведомого с адресом 1:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	01
Код функции	04
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	00
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	02
Младший байт CRC-кода	71
Старший байт CRC-кода	СВ

В приведенном примере запрашивается выдача содержимого двух регистров данных, начиная с адреса 0000Н.

Структура ответа

Содержимое каждого регистра данных в ответе выдается в виде двух байт. Вначале выдается содержимое старшего байта регистра, затем – содержимое младшего байта.

Пример ответа для ведомого с адресом 1:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	01
Код функции	04
Счетчик байт данных	04
Старший байт данных регистра с адресом 0	00
Младший байт данных регистра с адресом 0	07
Старший байт данных регистра с адресом 1	00
Младший байт данных регистра с адресом 1	00
Младший байт CRC-кода	4А
Старший байт CRC-кода	45

В данном примере содержимое регистра 0000Н равно 0007Н, регистр 0001Н содержит значение 0000Н.

Внимание: так как в уровнемере все данные имеют размер 4 байта адрес регистра и число считываемых регистров должны быть четными. В противном случае уровнемер выдаст сообщение о ошибке “Неверный адрес данных”.

1.3.3 Функция 07 – чтение статуса уровнемера

Функция считывает значение *статуса уровнемера* – байта, содержащего информацию о уровнемере и прохождении начальных тестов после включения питания. Широковещательный запрос не поддерживается.

Структура запроса

В запросе отсутствует поле данных. Пример запроса для ведомого с адресом 1:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	01
Код функции	07
Младший байт CRC-кода	41
Старший байт CRC-кода	Е2

Структура ответа

Нормальный ответ содержит байт статуса уровнемера.

Пример ответа для ведомого с адресом 1:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	01
Код функции	07
Статус прибора	1F
Младший байт CRC-кода	63
Старший байт CRC-кода	F8

1.3.4 Функция 08 – диагностика линии связи

Данная функция предназначена для проведения различных тестов связи между ведущим и ведомым и имеет ряд подфункций. Поддерживается только одна из подфункций, позволяющая вернуть ведущему данные, переданные в запросе. Широковещательный запрос не поддерживается.

Структура запроса

Запрос кроме поля кода функции содержит поле кода подфункции.

Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	08
Старший байт кода подфункции	00
Младший байт кода подфункции	00
Старший байт данных	FA
Младший байт данных	C4
Младший байт CRC-кода	A1
Старший байт CRC-кода	A8

Структура ответа

Нормальный ответ является полным повтором запроса. Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	08
Старший байт кода подфункции	00
Младший байт кода подфункции	00
Старший байт данных	FA
Младший байт данных	C4
Младший байт CRC-кода	A1
Старший байт CRC-кода	A8

При несовпадении кода подфункции с нулевым уровнем будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

1.3.5 Функция 16 (10H) – запись регистров настройки уровня

Данная функция позволяет записать значения регистров настройки уровня. При ширококестельном запросе функция устанавливает содержимое соответствующих регистров настройки во всех подключенных к ведущему уровнях.

Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес регистра настройки и число записываемых регистров, которое не может превышать значения 123. Далее в поле данных передаются записываемые в регистры данные (два байта на регистр). Регистры настройки адресуются с нулевого адреса.

Пример запроса для ведомого с адресом 1:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	01
Код функции	10
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	00
Старший байт количества записываемых регистров	00
Младший байт количества записываемых регистров	02
Счетчик байт данных	04
Старший байт данных регистра 0000H	00
Младший байт данных регистра 0000H	01
Старший байт данных регистра 0001H	00
Младший байт данных регистра 0001H	01
Младший байт CRC-кода	63
Старший байт CRC-кода	AF

В приведенном примере записываются два регистра настройки, начиная с адреса 0000H. Для обоих регистров записывается значение 0001H. Интерпретация содержимого регистров настройки подробно рассматривается в следующем разделе.

Уровень проверяет запрос на максимально возможное число записываемых регистров (подробно рассматривается в следующем разделе) и при его превышении генерирует ответ ошибочной ситуации.

Структура ответа

Нормальный ответ состоит из начального адреса и количества измененных регистров.

Пример ответа для ведомого с адресом 1:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	01
Код функции	10
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	00
Старший байт количества записываемых регистров	00
Младший байт количества записываемых регистров	02
Младший байт CRC-кода	41
Старший байт CRC-кода	C8

Важно после генерирования запроса быть уверенным в правильности его исполнения и знать состояние уровня. Проверкой может служить чтение записанного массива с помощью функции Modbus с номером три.

Внимание: так как в уровне все данные имеют размер 4 байта, адрес регистра и число считываемых регистров должны быть четными. В противном случае уровень выдаст сообщение о ошибке "Неверный адрес данных".

1.4 Ответ при ошибочной ситуации

За исключением ширококестельного запроса, когда ведущий посылает ведомому запрос, он ожидает от ведомого получение нормального ответа. После получения ведомым запроса может произойти одно из четырех следующих событий:

- если ведомый принял запрос без ошибок и может его обработать, он возвращает нормальный ответ;
- если ведомый не принял запрос из-за ошибок связи, он не возвращает ответ. Программа ведущего будет фиксировать условие тайм-аута;
- если ведомый принял запрос, но обнаружил ошибки связи (неверный паритет, CRC-код и т.п.), он не возвращает ответ. Программа ведущего будет фиксировать условие тайм-аута;
- если ведомый принял запрос без ошибок связи, но не может обработать его (например, запрошен несуществующий регистр уровня), ведомый будет возвращать ответ ошибочной ситуации, по которому ведущий может понять природу возникновения ошибки.

Два поля в ответе ошибочной ситуации имеют отличия от полей нормального ответа:

- поле кода функции;
- поле данных.

В случае нормального ответа ведомый повторяет код функции, принятой в запросе. Все коды функций имеют нулевой старший значащий бит (их значения меньше 80H). При ответе ошибочной ситуации ведомый устанавливает старший бит кода функции в единицу.

Получив в ответе код функции с установленным в единицу старшим битом, ведущий распознает ответ ошибочной ситуации и может узнать причину возникновения ошибки, анализируя поле данных ответа.

В случае нормального ответа ведомый возвращает в поле данных информацию, затребованную функцией запроса. При ответе ошибочной ситуа-

ции в поле данных ведомый возвращает *код ошибки*, определяющий, какие условия привели к возникновению ошибки.

Коды ошибок, выдаваемые уровнемером, представлены в таблице 11.

Таблица 11

Код ошибки	Название	Значение
01	Неверная функция	Код функции, принятый ведомым в запросе, не поддерживается ведомым
02	Неверный адрес данных	Адрес в запросе некорректен для ведомого
03	Неверное значение данных	Значение в поле данных запроса некорректно для ведомого
05	Подтверждение	Принятый запрос начал выполняться ведомым, но для его обработки требуется длительное время

1.5 Регистры уровнемера

Регистры уровнемера разбиты на следующие группы: регистры данных каналов измерений, регистры настройки, регистры для поддержки совместимости стороннего ПО.

Распределение и формат регистров для поддержки совместимости стороннего ПО, работающего с блоком БСД5А приведён в таблице 12.

Таблица 12

Адрес начального регистра	Тип	Наименование	Значение или размерность параметра
0000H	Table	Тип прибора	0006H – БСД5А
0001H	Table	Служебная информация прибора	Всегда – 0000H
0002H	Table	Зарезервировано	Всегда – 0000H
0003H	Table	Зарезервировано	Всегда – 0000H
0004H	Table	Контрольная сумма ПО прибора	0B135H
0005H	Table	Номер версии ПО прибора 0x0106 (версия 1.06)	ст. байт – версия, мл. байт – редакция (BCD – числа)
0006H	Table	Число и месяц создания версии ПО прибора 0x0802 (8 февраля)	ст. байт – число, мл. байт – месяц (BCD – числа)
0007H	Table	Год создания ПО прибора 0x2100 (2021 год)	ст. байт – последние две цифры года (BCD – число), мл. байт – 0

Регистры данных каналов измерений уровнемера лежат начиная с адреса. Распределение и формат регистров данных ПП приведён в таблице 13.

Таблица 13

Адрес начального регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0200H	Table	Код типа уровнемера (в соответствии с перечнем типов уровнемеров ДУУ10 с протоколом «Альбатрос», см. таблицу 14)	
0202H	U16	Версия ПО уровнемера	
0203H	U16	Подверсия ПО уровнемера	
0204H	Date	Дата создания ПО уровнемера	первый байт – день; второй байт – месяц; третий и четвёртый байты – год
0206H	U32	Контрольная сумма ПО уровнемера	
0208H	U32	Серийный номер уровнемера	
020AH	Bits	Флаги наличия каналов измерений	нулевой бит – первый канал; ... тридцать первый бит – тридцать второй канал
020CH	Bits	Флаги отказов каналов	То же
020EH	Bits	Флаги достоверности данных каналов измерений	То же
0210H	Float[32]	Данные каналов измерений уровнемера	Определяется типом уровнемера, см. таблицу 14

Поддерживаемые исполнения уровнемера, их коды и адресация регистров их каналов измерения приведены в таблице 14.

Таблица 14

Код типа	Тип уровня	Исполнение	Каналы измерений	Адреса регистров	Единицы измерения
71Н	ДУУ10	2	1 – Уровень	0210Н	м
		10	2 – Уровень	0212Н	мА
			3 – Уровень	0214Н	%
			4 – Объем	0216Н	м ³
			5 – Объем	0218Н	мА
			6 – Объем	021АН	%
			7 – Температура	021СН	°С
73Н	ДУУ10	4	1 – Уровень (L1)	0210Н	м
		12	2 – Уровень (L1)	0212Н	мА
			3 – Уровень (L1)	0214Н	%
			4 – Объем (V1)	0216Н	м ³
			5 – Объем (V1)	0218Н	мА
			6 – Объем (V1)	021АН	%
			7 – Уровень (L2)	021СН	м
			8 – Уровень (L2)	021ЕН	мА
			9 – Уровень (L2)	0220Н	%
			10 – Объем (V2)	0222Н	м ³
			11 – Объем (V2)	0224Н	мА
			12 – Объем (V2)	0226Н	%
			13 – Температура	0228Н	°С
75Н	ДУУ10	6	1 – Уровень	0210Н	м
			2 – Уровень	0212Н	мА
			3 – Уровень	0214Н	%
			4 – Объем	0216Н	м ³
			5 – Объем	0218Н	мА
			6 – Объем	021АН	%
			7 – Температура	021СН	°С
			8 – Давление	021ЕН	мбар
77Н	ДУУ10	8	1 – Уровень (L1)	0210Н	м
			2 – Уровень (L1)	0212Н	мА
			3 – Уровень (L1)	0214Н	%
			4 – Объем (V1)	0216Н	м ³
			5 – Объем (V1)	0218Н	мА
			6 – Объем (V1)	021АН	%
			7 – Уровень (L2)	021СН	м
			8 – Уровень (L2)	021ЕН	мА
			9 – Уровень (L2)	0220Н	%
			10 – Объем (V2)	0222Н	м ³
			11 – Объем (V2)	0224Н	мА
			12 – Объем (V2)	0226Н	%
			13 – Температура	0228Н	°С
			14 – Давление	022АН	мбар

Продолжение таблицы 14

7ВН	ДУУ10	14	1 – Уровень (L1)	0210Н	м
			2 – Уровень (L1)	0212Н	мА
			3 – Уровень (L1)	0214Н	%
			4 – Объем (V1)	0216Н	м ³
			5 – Объем (V1)	0218Н	мА
			6 – Объем (V1)	021АН	%
			7 – Уровень (L2)	021СН	м
			8 – Уровень (L2)	021ЕН	мА
			9 – Уровень (L2)	0220Н	%
			10 – Объем (V2)	0222Н	м ³
			11 – Объем (V2)	0224Н	мА
			12 – Объем (V2)	0226Н	%
			13 – Уровень (L3)	0228Н	м
			14 – Уровень (L3)	022АН	мА
			15 – Уровень (L3)	022СН	%
			16 – Объем (V3)	022ЕН	м ³
			17 – Объем (V3)	0230Н	мА
			18 – Объем (V3)	0232Н	%
			19 – Температура	0234Н	°С

Адреса вне указанного диапазона не поддерживаются. При поступлении запроса с таким адресом выдается ответ с кодом ошибки 02 – «Неверный адрес».

Регистры настройки уровня.

При получении команды чтения или записи настроек уровня выдается ответ с кодом ошибки 02 – «Неверный адрес».

Уровень ДУУ10 с интерфейсом RS-485 не поддерживает остальной функционал блока БСД5А, в частности управление ключами, токовые выходы, таблицу корректировки а также вычисление параметров, не относящихся к функционалу уровня ДУУ10.

Фирма-изготовитель прибора постоянно работает над созданием более совершенных версий программного обеспечения, имеющих расширенные функциональные возможности. Получить информацию о наличии новых версий ПО и их особенностях Вы можете, обратившись на фирму-изготовитель.

В руководстве оператора приняты следующие сокращения:

- АРУ - автоматическая регулировка усиления;
- МИ - модуль интерфейса;
- ОС - операционная система;
- ПК - персональный компьютер;
- ПО - программное обеспечение.