

Акционерное общество "Альбатрос"

Утвержден  
УНКР.407529.004-01-347 РО-ЛУ

ОКП 42 1451

**ДАТЧИК УРОВНЯ РАДИОВОЛНОВЫЙ РДУЗ**

Руководство оператора

УНКР.407529.004-01-347 РО

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	2
2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ УРОВНЕМЕРА .....	3
3 ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ.....	3
4 ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ.....	7
5 РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”.....	7
6 РЕЖИМ “ТЕСТ” .....	9
7 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА-1" (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ) .....	9
8 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА-0" (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ ДАЛЬНОСТИ) .....	10
9 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА-2" (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА) .....	11
10 РЕЖИМ “ЮСТИРОВКА-1”.....	12
11 РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ .....	12
12 РАБОТА С HART-ПРОТОКОЛОМ .....	16

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство оператора содержит сведения о версии 3.479 программного обеспечения (ПО) датчика уровня радиоволнового РДУЗ (далее “уровнемер”) с протоколом HART. Руководство оператора предназначено для обучения обслуживающего персонала программированию уровнемера с помощью вращающейся кнопки управления (далее “энкодер”), описывает отображаемые параметры индикации, а также предназначено для обучения работе с уровнемером через ведущее HART-устройство.

Кроме настоящего руководства необходимо изучить следующий документ “Уровнемеры радиоволновые РДУЗ. Руководство по эксплуатации УНКР.407629.004 РЭ”. При необходимости работы с уровнемером через ведущее HART-устройство необходимо изучить руководство по эксплуатации на данное устройство.

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:

- выключатель S1 и кнопка S2, расположенные на плате уровнемера и доступные при открытой верхней крышке;
- энкодер;
- жидкокристаллический индикатор (далее “индикатор”).

Энкодер и индикатор являются опцией, их наличие определяется заказом (см. поле “F” структуры условного обозначения в Приложении А руководства по эксплуатации УНКР.407629.004 РЭ). При отсутствии энкодера и индикатора работа с уровнемером возможна с использованием внешнего ведущего HART-устройства (например, HART-коммуникатор, HART-модем, см. раздел 12 “РАБОТА С HART-ПРОТОКОЛОМ”).

Программирование настроек уровнемера и вывод измеренных уровнемером параметров может осуществляться через энкодер и индикатор, а также через внешнее ведущее HART-устройство 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.407629.004 РЭ), обеспечивающий связь с персональным компьютером (далее “ПК”) по USB - интерфейсу. Модуль МИ7 или МИ9 подключается к плате уровнемера через розетку X9.

**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.**

Выключатель S1 и кнопка S2 предназначены для определения текущего режима работы и программирования настроечных параметров уровнемера совместно с МИ7 (МИ9) и ПК с программой HyperTerminal.

## 3 ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ

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

Соответствие режимов работы комбинациям секций выключателя S1 приведено в таблице 1.

Таблица 1

ФУНКЦИЯ, РЕЖИМ <sup>0</sup>	СВЕТО-ДИОД	ВЫКЛЮЧАТЕЛИ						
		S1_1	S1_2	S1_3	S1_4	S1_5	S1_6	S2
		ФУНКЦИЯ			РЕЖИМ			
<b>ИЗМЕРЕНИЕ</b> – (0,5...30; волновод до 19) МЕТРОВ; ВЫВОД НА ГИПЕРТ <sup>1</sup> : <b>РЕЗУЛЬТАТЫ</b> <sup>2</sup> ; <b>РАБОТА С HART ИНТЕРФЕЙСОМ ГАРАНТИРУЕТСЯ ТОЛЬКО В РЕЖИМЕ ИЗМЕРЕНИЕ.</b>		ON	ON	X <sup>3</sup>	X	АВАРИЯ: ON=20,99 mA; OFF=3,61 mA	ЖКИ, HART: ON=ЗАПРЕТ ИЗМЕНЕНИЙ; OFF=ИЗМЕНЕНИЯ РАЗРЕШЕНЫ	
<b>ТЕСТ</b> – (S1_6). ВЫВОД НА ГИПЕРТ: ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА (1250т.) + АМПЛИТУДА FFT(БИН=97,65625/3 Гц) БЕЗ УСРЕДНЕНИЯ И БЕЗ СЕЛЕКЦИИ+ <b>РЕЗУЛЬТАТЫ + ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ</b> <sup>4</sup> + <b>ТЕКУЩАЯ КАЛИБРОВКА ДАЛЬНОСТИ</b>		ON	OFF	X	X	АВАРИЯ: ON=20,99 mA; OFF=3,61 mA	ЖКИ, HART: ON=ЗАПРЕТ ИЗМЕНЕНИЙ; OFF=ИЗМЕНЕНИЯ РАЗРЕШЕНЫ	
<b>КАЛИБРОВКА-0<sup>5</sup></b> – ВЫВОД НА ГИПЕРТ: <b>ТЕКУЩАЯ КАЛИБРОВКА ДАЛЬНОСТИ + ВВОД ОТ ГИПЕРТ: НОВАЯ КАЛИБРОВКА</b>		OFF	ON	ON	ON	X	КАЛИБРОВКА: ON=ВЫВОД-ВВОД ФАЙЛОВ РАЗРЕШЕН;	<b>ВВОД</b>
<b>КАЛИБРОВКА-1<sup>6</sup></b> – ВЫВОД НА ГИПЕРТ: <b>ТЕКУЩИЕ ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ + ВВОД ОТ ГИПЕРТ: НОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ</b>		OFF	ON	ON	OFF	X	КАЛИБРОВКА: ON=ВЫВОД-ВВОД ФАЙЛОВ РАЗРЕШЕН;	<b>ВВОД</b>
<b>КАЛИБРОВКА-2<sup>7</sup></b> – ВЫВОД НА ГИПЕРТ: <b>ТЕКУЩАЯ КАЛИБРОВКА РЕЗЕРВУАРА + ВВОД ОТ ГИПЕРТ: НОВАЯ КАЛИБРОВКА</b>		OFF	ON	OFF	ON	X	КАЛИБРОВКА: ON=ВЫВОД-ВВОД ФАЙЛОВ РАЗРЕШЕН;	<b>ВВОД</b>
<b>ЮСТИРОВКА-1<sup>8</sup></b> – «DAC0»: ВЫВОД СПЕКТРА (БЕЗ УСРЕДНЕНИЯ) ЧЕРЕЗ ЦАП С УЧЕТОМ СЕЛЕКЦИИ; «DAC1»: ВЫВОД НАПРЯЖЕНИЯ ЮСТИРОВКИ (ОТНОШЕНИЕ АМПЛИТУД ЦЕЛЕВОГО К БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ 1В=10:1 ИЛИ LOG10 ЕСЛИ ОТНОШЕНИЕ БОЛЕЕ 10, А ТАКЖЕ ДАЛЬНОСТИ ДО ЦЕЛИ 20 мм/мВ). БИН=97,65625/3 Гц; ВЫВОД НА ГИПЕРТ <b>РЕЗУЛЬТАТЫ.</b>		OFF	OFF	ON	OFF	АВАРИЯ: ON=20,99 mA; OFF=3,61 mA	<b>DAC1: ON-ДАЛЬНОСТЬ; OFF-ОТНОШЕНИЕ АМПЛИТУД ЦЕЛЕВОГО К БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ</b>	

## ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>0</sup> Режимы КАЛИБРОВКА (выделены серым) применяются только после выключения питания. После отработки режима КАЛИБРОВКИ, происходит переход в режим ИЗМЕРЕНИЕ.

<sup>1</sup> ГИПЕРТ - интерфейс через модуль МИ9, USB и гипертерминал Windows (скорость 115200).

<sup>2</sup> В режимах **ИЗМЕРЕНИЕ** и **ТЕСТ** на ГИПЕРТ выводятся **РЕЗУЛЬТАТЫ** (где, CR=новая строка):

пустая строка, CR

**v.номер версии** (v.4.040 - RDU4\_FMCW.hex, **VER**), **контрольная сумма (CHECKSUM)** метрологической части (**0xf290cf8f**), **Номер датчика (NOMER)**, CR  
**DIST**=дальность с учетом MIN\_D и MAX\_D (см. ниже) с усреднением, **GAIN**=усиление АРУ в % для следующего цикла, выводится на индикацию, **в номинале рекомендуется 30 % (при старте 10 %), CR**

**DEN**=сумма 7 бинов сжатого FFT, **MAX=F=№ макс. бина (1...511)=точный максимум в долях бина (минус 3...+3; 0 означает центр макс. бина; четвертый знак после запятой =6 мкм) в усредненном спектре, CR**

**MIN\_D**=минимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (стандартное 1250,0 мм), **MAX\_D**=максимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (макс в вакууме 31166,0 мм), CR

**S\_POW**= степень селекции – множитель спектра -  $1/X^S\_POW$  (из ряда минус 1, 0, 1, 2; стандартное 0; X=номер бина), если S\_POW=0, то селекции нет (**при селекции возрастает время измерения**); **L\_DEN**=порог суммы 7 бинов сжатого FFT (DENOM) при фиксации дальности (стандартное 1000,0), CR

**CH\_NUM**=номер канала уровня или объема, привязанный к выходному току (1–уровень, 2–объем), CR

**D\_OUT**=дальность (с коррекцией по калибровке дальности и округлением 0,1), CR

**S=0x\_\_** - hex байт статуса датчика: бит\_0 – некорректированная дальность < **MIN\_D** или корректированная менее 500 мм; бит\_1 - некорректированная дальность > **MAX\_D** или корректированная более 15000 мм; бит\_2 - усиление АРУ мин.; бит\_3 - усиление АРУ макс.; бит\_4 – сумма основных бинов менее **L\_DEN**, т.е. потеря сигнала с фиксацией предыдущей дальности;

При выходе дальности за диапазон **MIN\_D, MAX\_D** происходит фиксация **КОРРЕКТИРОВАННОЙ ДАЛЬНОСТИ** с диагностикой (в бите 0 и бите 1 – см. выше).

**S1=0x\_\_** - hex байт состояния выключателей (**бит\_0 соответствует S1\_6, ON=1, выключатели читаются каждый цикл без снятия питания**), CR {C1\_3}\*  
**LEVEL\_AT\_4\_MA**=значение уровня - привязка к 4 мА в мм, CR

**LEVEL\_AT\_20\_MA**=значение уровня - привязка к 20 мА в мм, CR

**ADC\_CORR\_4\_MA**=подстройка ЦАП 4 мА в мА, CR

**ADC\_CORR\_20\_MA**=подстройка ЦАП 20 мА в мА, CR

**DAMPING**=тау - постоянная времени усреднения дальности и уровня (кроме температуры и тока запаса) в циклах измерения (стандартное 3,3), от 0 до 99.9; цикл измерения 3.4сек; 98% изменения за 3\*тау, CR

**HART\_ADDR**=адрес HART устройства (при нулевом включен с токовым выходом), CR

**DAC\_TEST**=ток, фиксируемый на выходе ЦАП по команде с HART (при нуле выключен), CR

**LEV\_OFFSET**=база установки в мм (стандартное 16000.0 мм), CR

**T**=температура в °C без усреднения (дискрета ~0,2074 °C), CR

**CUR\_ADD**=ток запаса без усреднения, в мА в пересчете к току линии 4 мА (в норме более 0,9 мА), выводится на индикацию, CR

**LEVEL\_MM**=калиброванный уровень в мм с усреднением (с коррекцией по калибровке дальности и округлением 0,1), CR {LEVEL\_MM}\*  
**LEVEL\_MA**=калиброванный уровень от 4 до 20 мА с усреднением (выход за диапазон 3.8/20.6; авария 3.61/20.99), CR

**LEVEL\_%**=калиброванный уровень в % (к шкале 4...20) с усреднением, CR

**VOLUME\_M3**=калиброванный объем в м<sup>3</sup> по калибровочной таблице с усреднением, CR

**VOLUME\_MA**=калиброванный объем от 4 до 20 мА по калибровочной таблице с усреднением, CR

**VOLUME\_%**=калиброванный объем в % (к шкале 4...20) по калибровочной таблице с усреднением, CR

**CURRENT\_MA**=ток петли в цифровом виде в мА, CR

**CURRENT\_%**=ток петли в цифровом виде в %, CR

**C1\_1=0x\_\_** - байт статуса полевого устройства HART (0x8\_ при неисправности – см. ниже), CR

**C2\_3=0x\_\_** - байт неисправности каналов (0x00 при исправности – см. ниже), CR.

**RESET\_COUNT**=число отказов внутреннего обмена (от включения до 65535, далее сначала), CR

**BIN/ANT**=отношение мгновенных центрального бина к антенному (от 0 до бесконечности, номинал на канале 12м =17) это сигнал/помеха (больше = лучше), CR

**BIN/SUMx6**=отношение мгновенных центрального бина к среднему 6 боковых (от 1 до бесконечности, номинал на канале 12м =1,38) это острота пика (больше = лучше), CR

<sup>3</sup> X – любое состояние.

<sup>4</sup> Настройки, вводимые с помощью индикатора описаны в разделе “Работа с индикатором”

<sup>5</sup> **Вход и выход из режимов КАЛИБРОВКА – устанавливаются до подачи питания. После ввода файла и подтверждения происходит автоматический переход в режим ИЗМЕРЕНИЕ. Новые параметры и калибровка действуют после следующей подачи питания.**

В режиме **КАЛИБРОВКА-0** выводится **ТЕКУЩАЯ КАЛИБРОВКА ДАЛЬНОСТИ**, вводится из файла (**calibr-RDU4-Distance.txt**) на ГИПЕРТ. **НОВАЯ КАЛИБРОВКА ДАЛЬНОСТИ** - калибровочные точки (от 2 до 127 пар) в формате:

ТАРЕ(Y.Y) табуляция табуляция RDU(X.X), CR

; обозначение конца данных.

Количество десятичных разрядов при вводе не ограничено, при выводе – один разряд после разделительной точки с округлением.

<sup>6</sup> В режиме **КАЛИБРОВКА-1** выводятся, вводятся из файла (**param-RDU4.txt**) на ГИПЕРТ **ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ (в режиме ТЕСТ только выводятся)** в формате:

**VER** – версия ПО (стандартное 4.040) табуляция, CR

**CHECKSUM** – контрольная сумма метрологически значимой части ПО (стандартное **0xf290cf8f**) табуляция, CR

**NOMER** – номер датчика (стандартное 0..65535) табуляция, CR

**(не используется) AGC\_BASE** – базовое значение АРУ (от 1 до 8190, стандартное 3500.0) табуляция, CR

**MIN\_D** – минимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (стандартное 1250.0 мм) табуляция, CR

**MAX\_D** – максимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (стандартное =16670, максимальное =31166.0 мм) табуляция, CR

**L\_DEN** – порог суммы 7 бинов сжатого FFT (DENOM) при фиксации дальности (стандартное 1000,0) табуляция, CR

; обозначение конца данных.

<sup>7</sup> В режиме **КАЛИБРОВКА-2** выводится, вводится файл калибровки резервуара (**calibr-RDU4-Tank.txt**), содержащий от 2 до 4000 пар точек (до 50 с клавиатуры) с контролем возрастания в формате “объем-уровень” в порядке возрастания уровня X. Разделитель разрядов точка. При выводе файла и нарушении монотонности возрастания точек в таблице генерируется сообщение об ошибке на гипертерминале. Ввод 4000 точек занимает около 12 минут.

VOLUME (Y.YYYYY,m^3) табуляция табуляция LEVEL(X.X,mm) CR

; обозначение конца данных

<sup>8</sup> В режиме **ЮСТИРОВКА-1** на контрольную точку **DAC0** в аналоговой форме относительного базового напряжения 3 В выводятся (для осциллографа с разверткой 10 мс/дел):

1 бин - первый синхроимпульс - число 4095, эквивалентное 3 В;

2 бин - величина АРУ (**GAIN**) в относительных к синхроимпульсу единицах;

3 бин - второй синхроимпульс - число 4095, эквивалентное 3 В;

с 1 по (507=512-5) бины FFT (**97,65625/3 Гц**), что соответствует максимальной дальности **30487** мм, с учетом алгоритма селекции (**S\_POW**). Максимальный бин спектра нормируется к числу 4000 (2,93 В). Бины до MIN\_DISTANCE обнулены. Масштаб спектра на осциллографе 500 мм/мс, время отсчитывается от середины второго синхроимпульса. В величину дальности входит длина СВЧ тракта (от 800 до 1100 мм в зависимости от антенны);

511 бин - последний синхроимпульс (метка предельной дальности – примерно 63 мс) - равен четверти амплитуды первого синхроимпульса – число 1024 (0,75 В);

512 бин - равен 0.

Длительность бина развертки = 374 такта генератора 24,5МГц/8 (=122,122мкс).

В режиме **ЮСТИРОВКА-1** на контрольную точку **DAC1** в аналоговой форме выводятся:

если S1\_6=ON – некалиброванная дальность, но с вычетом внутренней длины тракта ~1000 мм, в масштабе 20мм/мВ. Погрешность ±250 мм;

если S1\_6=OFF – отношение амплитуд целевого (от MIN\_DISTANCE до MAX\_DISTANCE с учетом селекции) к ближней зоне (**от 3 фильтра до MIN\_DISTANCE**).

Отношению 10:1 соответствует 1 В, а 1:1 соответствует 0,1 В. Для больших соотношений (вплоть до 1000:1 при напряжении 3 В) выводится десятичный логарифм отношения амплитуд, отношению 100:1 соответствует 2 В. Величина фильтров в этом режиме **97,65625/3 Гц**.

{XXX}\* - обозначение переменной в программе.

#### 4 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 РДУЗ  
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 выключателя S1 (см. таблицу 1).

#### 5 РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”

Режим “Измерение” (см. таблицу 1) является основным режимом работы уровнемера и обеспечивает измерение и отображение с помощью индикатора, ПК (при настройке через МИ7 или МИ9) и/или ведущего HART-устройства набора параметров, определяемых настройками уровнемера.

В зависимости от положения секций выключателя S1 в режиме “Измерение” уровнемер имеет следующие возможности настройки:

- Секция S1.5 определяет величину тока в цепи питания уровнемера (стандартный токовый сигнал 4...20 мА) при аварии. В положении ON аварийный ток будет равен 20,99 мА, в положении OFF - 3,61 мА. В положении OFF в режиме аварии работа HART-канала не гарантируется;

- Секция S1.6 в положении ON запрещает изменения настроек уровнемера с энкодера или с ведущего HART-устройства, в положении OFF изменения разрешены;

По умолчанию секции выключателя S1 уровнемера установлены следующим образом: S1.1...S1.5 – ON, S1.6 – OFF (см. таблицу 1).

Индикатор осуществляет вывод измеренных параметров в виде следующего экрана:

**L      14999.8 мм**  
**I      4.0000 мА**  
14.0 %      28.7      1.4

В первой и второй строках (крупный шрифт) производится последовательное циклическое отображение параметров уровнемера. Длительность отображения каждого параметра составляет около 3 с. В случае отказа в канале измерения уровнемера соответствующий параметр на индикаторе переходит в режим мигания.

В таблице 2 приведены отображаемые индикатором параметры в зависимости от выбранного в меню режима отображения (см. описание функции “Отображение” раздела 11 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ”).

Таблица 2

Номер режима отображения	Первая строка	Вторая строка
0, L(мм)	L(мм), V(м <sup>3</sup> ), D(мм)	I(мА), I(%), T(°C)
1, L(мА)	L(мм), V(м <sup>3</sup> ), D(мм)	I(мА), I(%), T(°C)
2, L(%)	L(мм), V(м <sup>3</sup> ), D(мм)	I(мА), I(%), T(°C)
3, V(мА)	L(мм), V(м <sup>3</sup> ), D(мм)	I(мА), I(%), T(°C)
4, V(%)	L(мм), V(м <sup>3</sup> ), D(мм)	I(мА), I(%), T(°C)

L – уровень продукта;

I – величина тока, соответствующая уровню или объему (см. описание функции “Привязка” раздела 11 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ”);

V – объем продукта, рассчитанный по уровню L;

T – температура в месте установки уровнемера;

D – дальность до продукта.

Уровень L и дальность до продукта D, отображаемые уровнемером, рассчитываются на основании данных измерений, данных файла калибровки дальности, содержащего информацию о соответствии измеренной дальности до продукта реальной (измеренной эталонным для данного резервуара способом) дальности и данных файла параметров уровнемера, содержащего информацию о технических характеристиках уровнемера.

Подробнее о файле калибровки дальности и файле параметров смотри в разделах 8 и 7 “КАЛИБРОВКА-0” (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ ДАЛЬНОСТИ) и “КАЛИБРОВКА-1” (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ).

Объем продукта V рассчитывается уровнемером на основании измерений соответствующего уровня L (дальности D) и таблицы калибровки резервуара, записываемой в файл калибровки резервуара (см. раздел 9 “КАЛИБРОВКА-2” (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА)).

**При отсутствии в уровнемере индикатора невозможно произвести настройку следующих параметров уровнемера:**

- изменение канала уровнемера, привязанного к токовому выходу 4...20 мА;

- изменение набора четырех основных предопределенных переменных, передаваемых по HART-протоколу.

В третьей строке (мелкий шрифт) производится отображение текущих служебных переменных, информирующих о режиме работы измерительного тракта уровнемера. Первая цифра означает текущее значение коэффициента усиления АРУ в процентах. Данное значение не должно приближаться к 100%. Вторая цифра - это отношение мгновенных центрального бина к антенному (диапазон от 0 до бесконечности, номинал на канале 12м =17), что эквивалентно понятию "отношение сигнал/помеха", чем больше, тем лучше, может использоваться при юстировке уровнемера на резервуаре. Третье значение отображает текущий запас по току потребления уровнемера в миллиамперах, чем больше, тем лучше, не должно быть менее 0,5 для штатной работы уровнемера.

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 Х9 платы уровнемера. 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 3 с будет выводиться построчно следующая информация:

- номер версии ПО, контрольная сумма ПО (рассчитана по алгоритму SVF32), порядковый номер уровнемера (например: "v.3.479 0xf0f0f0f0 N003");
- DIST – дальность с учетом MIN\_D и MAX\_D (см. ниже), GAIN – усиление АРУ в % для следующего цикла, **в номинале рекомендуется 30 % (при старте 10 %)** (например: "DIST=1500.100 GAIN=57.766");
- DEN – сумма 7 бинов сжатого FFT, MAX=F=№ макс. бина (1...511)=точный максимум в долях бина (минус 3...+3; 0 центр макс. бина: четвертый знак после запятой =6 мкм) – в усредненном спектре (например: "DEN=4659 MAX=F=22=0.2714");
- MIN\_D – минимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (стандартное 1250,0 мм), MAX\_D – максимальное для

анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (макс. в вакууме 31166,0 мм) (например: "MIN\_D=1250.0 MAX\_D=16670.0");

- S\_POW – степень селекции – множитель спектра -  $1/X^S\_POW$  (из ряда минус 1, 0, 1, 2; стандартное 0; X=номер бина), если S\_POW=0, то селекции нет (**при селекции возрастает время измерения**); L\_DEN=порог суммы 7 бинов сжатого FFT (DENOM) при фиксации дальности (стандартное 1000,0), (например: "S\_POW=0 L\_DEN=1000.0");
- CH\_NUM - номер канала уровня или объема, привязанный к выходному току (1 – уровень 2 – объем, например: "CH\_NUM=001");
- D\_OUT - дальность (с коррекцией по калибровке дальности и округлением 0,1);
- S=0x\_\_ - hex байт статуса датчика: бит\_0 – некорректированная дальность < MIN\_D или корректированная менее 500 мм; бит\_1 - некорректированная дальность > MAX\_D или корректированная более 15000 мм; бит\_2 - усиление АРУ мин.; бит\_3 - усиление АРУ макс.; бит\_4 – сумма основных бинов менее L\_DEN, т.е. потеря сигнала с фиксацией предыдущей дальности. При выходе дальности за диапазон MIN\_D, MAX\_D происходит фиксация КОРРЕКТИРОВАННОЙ ДАЛЬНОСТИ с диагностикой (в бите 0 и бите 1 – см. выше), S1=0x\_\_ - hex байт состояния выключателя (бит\_0 соответствует S1\_6, ON=1, выключатели читаются каждый цикл без снятия питания, например: "S=0x00 S1=0x38");
- уровень, привязанный к выходному току 4 мА в миллиметрах (например: "LEVEL\_AT\_4\_MA=0.000");
- уровень, привязанный к выходному току 20 мА в миллиметрах (например: "LEVEL\_AT\_20\_MA=25000.000");
- подстроенное значение тока, соответствующее 4 мА выходного тока в миллиамперах (например: "ADC\_CORR\_4\_MA=4.001");
- подстроенное значение тока, соответствующее 20 мА выходного тока в миллиамперах (например: "ADC\_CORR\_20\_MA=20.009");
- постоянная времени усреднения (кроме температуры) в секундах (например: "DAMPING=3.3");
- HART-адрес уровнемера (например: "HART\_ADDR=000");
- ток в миллиамперах, фиксируемый на выходе уровнемера по специальной команде, 0-режим отключен (например: "DAC\_TEST=0.000");
- база установки в мм (стандартное 16000.0 мм, например: "LEV\_OFFSET=15000.000");
- текущая температура без усреднения (дискрета ~0,2074 °C) в градусах Цельсия (например: "T=21.125");
- LEVEL\_MM – калиброванный уровень в миллиметрах с усреднением (с коррекцией по калибровке дальности и округлением 0,1, например: "LEVEL\_MM=14293.000");
- LEVEL\_MA - калиброванный ток в миллиамперах (от 4 до 20 мА), привязанный к уровню с усреднением (выход за диапазон 3.8/20.6; авария 3.61/20.99, например: "LEVEL\_MA=19.300");
- LEVEL\_% - калиброванный уровень в процентах с усреднением (например: "LEVEL\_%=2.516");
- VOLUME\_M3 - калиброванный объем в кубических метрах, рассчитанный по калибровочной таблице с усреднением (например: "VOLUME\_M3=1.5293E+04");
- VOLUME\_MA - калиброванный ток в миллиамперах (от 4 до 20 мА), привязанный к объему, рассчитанному по калибровочной таблице с усредне-



нием (до трех токов в зависимости от количества поплавков уровнемера, например: "VOLUME\_MA=4.403");

- VOLUME\_% - калиброванный объем в процентах, рассчитанный в соответствии с уровнем с усреднением (например: "VOLUME\_%=30.586");

- текущий рассчитанный выходной ток уровнемера в миллиамперах (например: "CURENT\_MA=4.403");

- текущий рассчитанный выходной ток уровнемера в процентах (например: "CURENT\_%=2.516");

- байт C1-1 статуса полевого устройства HART (например: "C1\_1=0x00"), см. структуру байта в таблице 3;

- байт C2-3 неисправности каналов (например: "C2\_3=0x00"), см. структуру байта в таблице 3;

- RESET\_COUNT - число отказов внутреннего обмена (от включения до 65535, далее сначала, например: "RESET\_COUNT=000");

- BIN/ANT - отношение мгновенных центрального бина к антенному (от 0 до бесконечности, номинал на канале 12м =17) это сигнал/помеха (больше = лучше, например: "BIN/ANT=23.450");

- BIN/SUMx6 - отношение мгновенных центрального бина к среднему 6 боковых (от 1 до бесконечности, номинал на канале 12м =1,38) это острота пика (больше = лучше, например: "BIN/SUMx6=1.382") .

Таблица 3

Номер бита	Байт статуса C1-1	Байт статуса C2-3
7	1 - неисправность уровнемера, 0 – нет	0
6	0	0
5	0	0
4	0	0
3	1 - значение токового выхода фиксировано, 0 – нет	1 – отказ внутреннего обмена предыдущего цикла, 0 - нет
2	1 - аналоговый выход в насыщении, 0 – нет	1 - неисправность канала температуры, 0 - нет
1	1 - значение одной или более вторичных переменных вне пределов, 0 – нет	-
0	1 - значение первичной переменной вне установленных пределов, 0 – нет	1 - неисправность канала уровня, 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 информация, 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 и настройка его параметров с ведущего HART-устройства (см. раздел 12 "РАБОТА С HART-ПРОТОКОЛОМ").

## 6 РЕЖИМ "ТЕСТ"

Данный режим предназначен для контроля правильности работы уровнемера. Позволяет передавать сигнал, отраженный от цели, в оцифрованном виде (выборку сигнала), результаты быстрого преобразования Фурье (БПФ) без усреднения, результаты измерения и параметры настройки на ПК с использованием программы HyperTerminal.

Для обработки сигнала необходимо переданную выборку сохранить в виде текстового файла. Для этого в окне программы HyperTerminal выполните: "Передача - Запись протокола в файл", укажите путь и имя файла. По окончании остановите запись, выполнив "Передача - Запись протокола в файл - Остановить".

Подробнее использование режима "ТЕСТ" описано в разделах 8...10 инструкции по наладке УНКР.407629.004 И15.

## 7 РЕЖИМ "КАЛИБРОВКА-1" (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ)

Данный режим предназначен для считывания из внутренней памяти уровнемера, просмотра текущих параметров настройки, используемых в алгоритме измерения, и ввода файла параметров, содержащего их новые значения.

Файл параметров должен представлять собой текстовый файл (с расширением ".txt"), содержащий следующие строки со следующими параметрами настройки:

- версия ПО (формат float, по умолчанию 3.479);
- контрольная сумма метрологически значимого ПО (формат unsigned long hex, стандартное 0xf290cf8f);
- ID номер уровнемера (от 0 до 65535);
- AGC\_BASE - базовое значение АРУ (от 1 до 8190, стандартное 3500.0, не используется);
- MIN\_D - минимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (стандартное 1250.0 мм);
- MAX\_D - максимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта (стандартное =16670, максимальное =31166.0 мм);
- L\_DEN - порог суммы 7 бинов сжатого FFT (DENOM) при фиксации дальности (стандартное 1000,0);
- ";" - символ конца данных.

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

Пример файла параметров:

3.479  
f290cf8f  
4  
3500  
1250  
16670  
1000  
;

В данном примере 3.479 – версия ПО, f290cf8f – контрольная сумма метрологически значимого ПО, 4 – порядковый номер уровнемера, 3500 – базовое значение коэффициента усиления АРУ, 1250 – минимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта, 16670 – максимальное для анализа значение дальности с учетом длины СВЧ тракта, 1000 - порог суммы 7 бинов сжатого FFT (DENOM) при фиксации дальности.

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровнемера установить секции выключателя S1 в соответствии с таблицей 1. Согласно описанию в разделе 5 “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 parameters file (0<N<256):”, 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 нажатием кнопки S2. 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 выключателя S1 (см. таблицу 1).

При необходимости отказа от загрузки файла параметров после получения приглашения “Enter parameters file (0<N<256):” необходимо отключить питание уровнемера. Для повторного входа в режим вывода/ввода файла параметров, не изменяя положения секций выключателя S1, вновь включить питание уровнемера.

После окончания работы с режимом вывода/ввода файла параметров необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателя S1 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 1), и вновь включить питание уровнемера.

## 8 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА-0” (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ ДАЛЬНОСТИ)

Данный режим предназначен для считывания из внутренней памяти уровнемера таблицы, содержащей соответствие значений дальности, измеренных уровнемером, значениям дальности, измеренным эталонными средствами измерения (например, рулеткой) в точках калибровки, и ввода файла калибровки дальности, содержащего новые значения точек калибровки.

Файл калибровки дальности должен представлять собой текстовый файл, содержащий от двух до 127 пар точек калибровки, каждая в отдельной строке, имеющей формат (последовательно в одной строке):

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

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

Пример файла калибровки дальности:

```
500           1500
1000          2000
27000        28000
;
```

В этом примере 500, 1000 и 27000 мм – точки, измеренные эталонным средством измерения, а 1500, 2000 и 28000 мм – показания уровнемера в этих точках.

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровнемера установить секции выключателя S1 в соответствии с таблицей 1. Согласно описанию в разделе 5 “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 calibration”, после которой будет построчно выведена хранящаяся в памяти уровнемера таблица точек калибровки в виде пар чисел, первая из которых означает эталонную дальность в данной точке калибровки, а вторая - дальность в этой же точке, измеренная уровнемером. Далее будет выведено приглашение “Enter calibration file (1<N<128)”, после которого можно ввести в память уровнемера новый файл калибровки дальности. 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 уровнемера. После этого необходимо проверить выведенные на экран параметры и подтвердить загрузку данных в постоянную память уровнемера нажатием кнопки S2. После этого будет произведена загрузка данных файла калибровки в постоянную память уровнемера, и он автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателя S1 (см. таблицу 1).

При необходимости отказа от загрузки файла калибровки уровня после получения приглашения “Enter calibration file (1<N<128)” необходимо отключить питание уровнемера. Для повторного входа в режим вывода/ввода фай-

ла калибровки дальности, не изменяя положения секций выключателя S1, вновь включить питание уровнемера.

После окончания работы с режимом вывода/ввода файла калибровки дальности необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателя S1 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 1) и вновь включить питание уровнемера.

## 9 РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА-2” (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА КАЛИБРОВКИ РЕЗЕРВУАРА)

Данный режим предназначен для считывания из внутренней памяти уровнемера 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 4000 пар точек калибровки, каждая в отдельной строке, имеющей формат (последовательно в одной строке):

- Эталонное значение объема (формат float, м<sup>3</sup>);
- 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:

```
0           0
50000       50000
;
```

Для перехода в данный режим необходимо перед включением питания уровнемера установить секции выключателя S1 в соответствии с таблицей 1. Согласно описанию в разделе 5 “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:

```
Confirm START output
To confirm PRESS S2!
```

Для продолжения нужно нажать кнопку S2. Появятся следующие строки:

```
Confirmed.
Reset Power!
Current calibration
Volume(Y,m^3) Level(X,mm):
```

Далее будет построчно выведена хранящаяся в памяти уровнемера 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. После этого будет выведено следующее:

```
Confirm ERASE ALL TABLE!!!
```

```
To confirm PRESS S2!
```

Далее нужно подтвердить стирание записанной ранее таблицы калибровки резервуара нажатием кнопки S2, после чего будет выведено приглашение:

```
Confirmed.
Reset Power!
Enter calibration file (1<N<4001)
Volume(Y,m^3) Level(X,mm):
```

Теперь можно ввести в память уровнемера 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 стандартное диалоговое окно Windows, в котором нужно указать на созданный файл и нажать кнопку “Открыть”. Произойдет загрузка данных файла в буферную память уровнемера и появится сообщение:

```
TANK calibration entered
Confirm and Reset Power!
```

```
To confirm PRESS S2!
```

После этого необходимо проверить выведенные на экран параметры и подтвердить загрузку данных в постоянную память уровнемера нажатием кнопки S2. После этого будет произведена загрузка данных файла калибровки резервуара в постоянную память уровнемера, в окне программы HyperTerminal появится сообщение:

```
Confirmed.
Reset Power!
```

Уровнемер автоматически перейдет в режим “Измерение”, при этом параметры режима “Измерение” будут соответствовать текущим положениям секций выключателя S1(см. таблицу 1).

При необходимости отказа от загрузки файла калибровки резервуара необходимо до подтверждения загрузки данных в постоянную память отключить питание уровнемера. Для повторного входа в режим вывода/ввода файла калибровки резервуара, не изменяя положения секций выключателя S1, вновь включить питание уровнемера.

После окончания работы с режимом вывода/ввода файла калибровки резервуара необходимо выключить питание уровнемера, после чего установить секции выключателя S1 в положение, соответствующее другому требуемому режиму работы, например, режиму “Измерение” (см. таблицу 1), и вновь включить питание уровнемера.

## 10 РЕЖИМ “ЮСТИРОВКА-1”

Данный режим предназначен для анализа радиолокационной картины (частотного спектра отраженного от цели сигнала) в области излучения уровнемера при помощи осциллографа и в качестве дополнительного режима юстировки. Подробнее использование режима “ЮСТИРОВКА-1” описано в разделе 8 инструкции по наладке УНКР.407629.004 И15.

## 11 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.

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 4.

Таблица 4

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
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 5 “РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ””.

Вход в режим изменения параметров настройки уровнемера осуществляется при нахождении уровнемера в режиме “Измерение” нажатием кнопки энкодера (выключатель S1\_6 должен 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):

ENGLISH ←  
НАСТРОЙКИ  
ПАРАМ. НАРТ  
ВЫХОД

РУССКИЙ ←  
SETTINGS  
HART OPTIONS  
EXIT

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 “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 “КАЛИБРОВКА-2” (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  
УРОВЕНЬ 00000.0 ММ  
ОБЪЕМ 00000.0 М3

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 можно 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, соответствующего 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 “ОК”, подтверждающая, что введенная точка калибровки записана.

ТОЧКА 00  
УРОВЕНЬ 00000.0 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 нажать и удерживать 2...3 с кнопку энкодера, затем отпустить. 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 на одну позицию по часовой стрелке для перехода к записи следующей калибровочной точки таблицы. Надпись “ОК” пропадет. Поверните энкодер на одну позицию по часовой стрелке еще раз, после чего номер точки увеличится на единицу.

ТОЧКА 01  
УРОВЕНЬ 00000.0 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 “ОК”, 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...50000 мм, диапазон допустимых значений объема 0...99999,9 м<sup>3</sup>. Если нужно завершить запись таблицы, после появления на индикаторе надписи “ОК” 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 поворотом энкодера и нажатие кнопки) на индикатор будет выведено следующее подменю калибровки уровнемера:

ПОДСТР. ЦАП  
ПРИВ. УРОВНЯ  
УСРЕДНЕНИЕ  
ВЫХОД ←

DAC TRIM  
RANGE VALUE  
DAMPING  
EXIT ←

В подменю калибровки уровнемера содержится три функции:

- подстройка ЦАП – корректировка выходного тока уровнемера (стандартного токового выхода 4...20 мА) по двум точкам подстройки (4 и 20 мА);
- привязка уровня - калибровка канала измерения уровня путем привязки выходного тока уровнемера к значениям, соответствующим начальной и конечной точке диапазона измерения;
- усреднение - ввод величины постоянной времени усреднения в секундах, которое используется каналами измерения уровнемера.

Выбор пункта “ВЫХОД” приводит к возвращению в предыдущее меню.

Корректировка выходного сигнала уровнемера производится путем подстройки выходного тока уровнемера в двух точках при величине тока 4 мА и 20 мА. Для этого в цепь питания уровнемера последовательно должен быть включен миллиамперметр, позволяющий контролировать реальный выходной токовый сигнал уровнемера. Далее в приведенном выше меню выбираем пункт “ПОДСТР. ЦАП” после чего на индикаторе появляется следующее подменю:

ПОДСТР. 4 МА  
ПОДСТР. 20 МА  
ВЫХОД ←

TRIM 4 МА  
TRIM 20 МА  
EXIT ←

Необходимо выбрать пункт “ПОДСТР. 4 МА”, после чего уровнемер перейдет в режим выдачи фиксированного токового сигнала равного 4 мА, а на индикаторе появится число 4.0000.

ПОДСТР. 4 МА ←  
ПОДСТР. 20 МА ←  
4.0000  
ВЫХОД

TRIM 4 МА ←  
TRIM 20 МА ←  
4.0000  
EXIT

При этом старший разряд числа (цифра 4) будет мигать. Необходимо подождать 20...30 с, считать показания миллиамперметра и ввести полученное значение тока. Для этого поворотом энкодера изменить значение мигающего разряда числа. Переключение к следующему разряду производится нажатием кнопки энкодера.

При необходимости отказаться от подстройки нужно во время ввода разрядов числа нажать и удерживать кнопку энкодера 2...3 с, затем отпустить. Это приведет к выходу в предыдущее меню.

После окончания ввода значения измеренного тока 4 мА, выбрать пункт меню **“ПОДСТР. 20 МА”**, после чего уровнемер перейдет в режим выдачи фиксированного токового сигнала равного 20 мА, а на индикаторе появится число 20.0000.

<b>ПОДСТР. 4 МА</b>
<b>ПОДСТР. 20 МА ←</b>
<b>20.0000</b>
<b>ВЫХОД</b>

<b>TRIM 4 МА</b>
<b>TRIM 20 МА ←</b>
<b>20.0000</b>
<b>EXIT</b>

При этом старший разряд числа (цифра 2) будет мигать. Необходимо подождать 20...30 с, считать показания миллиамперметра и ввести полученное значение тока. Для этого поворотом энкодера изменить значение мигающего разряда числа. Переключение к следующему разряду производится нажатием кнопки энкодера. Значения вводимых токов ограничены:

- для 4 мА в диапазоне от 3,8 до 4,2 мА;
- для 20 мА в диапазоне от 19,0 до 21,0 мА.

После окончания ввода значения измеренного тока 20 мА, выбрать пункт меню **“ВЫХОД”**, после чего уровнемер перейдет в режим выдачи текущего токового сигнала 4...20 мА и на индикаторе появится предыдущее меню:

<b>ПОДСТР. ЦАП</b>
<b>ПРИВ. УРОВНЯ</b>
<b>УСРЕДНЕНИЕ</b>
<b>ВЫХОД ←</b>

<b>DAC TRIM</b>
<b>RANGE VALUE</b>
<b>DAMPING</b>
<b>EXIT ←</b>

Следующая функция данного меню **“Привязка уровня”** предназначена для калибровки канала измерения уровня по значениям, соответствующим точкам 0 и 100 % от требуемого диапазона измерения уровня.

Для проведения калибровки необходимо установить (либо имитировать) уровень продукта, соответствующий требуемому нулевому измеряемому уровню (0 %), и сделать паузу одну минуту.

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 кнопку энкодера 2...3 с, после чего отпустить.

На индикаторе появится надпись:

<b>ПОВЕРНУТЬ-ЗАПИСЬ</b>
<b>760</b>
<b>^ 20 МА 800</b>
<b>v 4 МА 200</b>

<b>TURN FOR SAVING</b>
<b>760</b>
<b>^ 20 МА 800</b>
<b>v 4 МА 200</b>

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 измеренное значение уровня, под ним записанные в постоянную память значения уровня, соответствующие 100 % диапазона измерений и 0 % диапазона измерений. Поверните энкодер на одну позицию против часовой стрелки и слева от надписи **“4 МА”** появится надпись **“ОК”**. Справа от надписи **“4 МА”** появится записанное значение уровня в миллиметрах.

<b>ПОВЕРНУТЬ-ЗАПИСЬ</b>
<b>200</b>
<b>^ 20 МА 800</b>
<b>ОК 4 МА 200</b>

<b>TURN FOR SAVING</b>
<b>200</b>
<b>^ 20 МА 800</b>
<b>ОК 4 МА 200</b>

Это означает, что микроконтроллер уровнемера записал в постоянную память значение уровня, соответствующее 0 % шкалы измерения уровнемера. Стандартный аналоговый выход 4...20 мА уровнемера при этом значении уровня продукта будет выдавать ток, равный 4 мА.

Установите (имитируйте) уровень продукта, соответствующий 100 % шкалы измерений уровнемера и сделайте паузу одну минуту. Поверните энкодер на одну позицию по часовой стрелке и слева от надписи **“20 МА”** появится надпись **“ОК”**. Справа от надписи **“20 МА”** появится записанное значение уровня в миллиметрах.

<b>НАЖАТЬ - ВЫХОД</b>
<b>800</b>
<b>ОК 20 МА 800</b>
<b>ОК 4 МА 200</b>

<b>PRESS FOR EXIT</b>
<b>800</b>
<b>ОК 20 МА 800</b>
<b>ОК 4 МА 200</b>

Это означает, что микроконтроллер уровнемера записал в постоянную память значение уровня, соответствующее 100 % шкалы измерения уровнемера. Стандартный аналоговый выход 4...20 мА уровнемера при этом уровне продукта будет выдавать ток, равный 20 мА.

Нажмите кнопку энкодера. На экране индикатора появится предыдущее меню:

**ПОДСТР. ЦАП  
ПРИВ. УРОВНЯ  
УСРЕДНЕНИЕ  
ВЫХОД** ←

**DAC TRIM  
RANGE VALUE  
DAMPING  
EXIT** ←

Третья функция данного меню обеспечивает ручной ввод значения постоянной времени усреднения каналов измерений в секундах. Диапазон вводимых величин ограничен значениями от 0,0 до 99,9 с (по умолчанию записано значение 3,3 с). Точность постоянной времени усреднения  $\pm 20\%$  или 100 мс, что больше. Следует также учитывать время измерений (см. п. 2.13.10 руководства по эксплуатации УНКР.407529.004-01 РЭ). Выберите пункт меню **“УСРЕДНЕНИЕ”**. Появится экран с текущим значением постоянной времени усреднения:

**УСРЕДНЕНИЕ 01.1**

**DAMPING 01.1**

Первая цифра будет при этом мигать. Установите с помощью поворота 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 уровня и через 2...3 с произойдет возврат в предыдущее меню:

**ПОДСТР. ЦАП  
ПРИВ. УРОВНЯ  
УСРЕДНЕНИЕ  
ВЫХОД** ←

**DAC TRIM  
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 уровня:

**БАЗА  
СТЕП. СЕЛЕК.  
ДОПОЛН.  
ВЫХОД** ←

**BASE  
SEL. LEVEL  
OTHER  
EXIT** ←

Выберите пункт меню **“БАЗА”**, на индикаторе появится окно, содержащее текущее значение базы для расчета уровня продукта:

**B 15000.0 MM**

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 значения базы нажать кнопку энкодера, что приведет к прекращению мигания последнего введенного разряда и в правом нижнем углу индикатора появится надпись **“OK”**.

**B 15000.0 MM**  
**OK**

После этого введенные значения (допустимый диапазон 0...50000 мм) записываются в постоянную память уровня и через 2...3 с на индикаторе появится предыдущее меню:

**БАЗА  
СТЕП. СЕЛЕК.  
ДОПОЛН.  
ВЫХОД** ←

**BASE  
SEL. LEVEL  
OTHER  
EXIT** ←

Выберите пункт меню **“СТЕП. СЕЛЕК.”**, на индикаторе появится окно, содержащее текущее значение степени селекции (см. параметр **S\_POW** в разделе 5 **“РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ”**):

СТЕП. СЕЛЕК.  
0

SEL. LEVEL  
0

Поворотом энкодера можно менять значение степени селекции. Значение выбирается из следующего множества: {-1, 0, 1, 2}. Значение 0 соответствует отсутствию селекции. Выбранное значение фиксируется нажатием кнопки энкодера, после чего на индикаторе появится предыдущее меню:

БАЗА  
СТЕП. СЕЛЕК.  
ДОПОЛН.  
ВЫХОД ←

BASE  
SEL. LEVEL  
OTHER  
EXIT ←

Выберите пункт меню “ДОПОЛН.”, на индикаторе появится окно дополнительных настроечных параметров:

ОТОБР. LMM  
ПРИВЯЗКА L  
ВЫХОД ←

DISPL. MODE LMM  
BIND TO L  
EXIT ←

В подменю конфигурации уровнемера содержится две функции:  
- отображение - изменение набора выходных параметров уровнемера, отображаемых индикатором и передаваемых ведущему HART-устройству;  
- привязка - выбор одного из измеренных или вычисленных выходных параметров уровнемера, допустимых к привязке к стандартному токовому сигналу 4...20 мА уровнемера (уровень или объем).

Изменение режима отображения производится выбором пункта меню “ОТОБР.” После нажатия кнопки энкодера начинают мигать символы, соответствующие текущему набору выводимых параметров. Далее поворотом энкодера выберите символ, соответствующий необходимому набору выводимых уровнемером параметров (см. таблицу 2 раздела 5 “РЕЖИМ “ИЗМЕРЕНИЕ” и таблицу 6 раздела 12 “РАБОТА С HART-ПРОТОКОЛОМ”). После выбора нужного символа нажмите кнопку энкодера. Мигание символов прекратится, в память уровнемера будет записан требуемый для отображения набор параметров, затем можно выбрать другой пункт данного меню.

Выбор параметра уровнемера, привязанного к стандартному токовому сигналу 4...20 мА производится переходом к пункту меню “ПРИВЯЗКА”. После нажатия кнопки энкодера начинает мигать символ, соответствующий текущему привязанному к выходному току параметру. Поворотом энкодера выберите символ, соответствующий параметру, который будет привязан к стандартному токовому сигналу уровнемера (L либо V). Нажмите кнопку энкодера. Мигание символов прекратится, в память уровнемера будет записан параметр, привязанный к стандартному токовому выходу 4...20 мА. Затем поворотом энкодера можно выбрать другой пункт данного меню.

ОТОБР. LMM  
ПРИВЯЗКА L  
ВЫХОД ←

DISPL. MODE LMM  
BIND TO L  
EXIT ←

Далее, дважды выбирая пункт меню “ВЫХОД”, попадаем в меню верхнего уровня:

ВВОД ТАБЛ.  
МЕНЮ КАЛИБР.  
МЕНЮ КОНФИГ.  
ВЫХОД ←

CREATE TAB  
CALIBR. MENU  
CONFIG. MENU  
EXIT ←

Все функции данного меню были описаны выше. Выбираем пункт меню “ВЫХОД”, попадаем в первое меню:

ENGLISH  
НАСТРОЙКИ  
ПАРАМ. HART  
ВЫХОД ←

РУССКИЙ  
SETTINGS  
HART OPTIONS  
EXIT ←

Все подменю меню “НАСТРОЙКИ” были описаны ранее. Описание пункта “ПАРАМ. HART” см. в разделе 12 “РАБОТА С HART-ПРОТОКОЛОМ”. При выборе пункта меню “ВЫХОД” индикатор перейдет в режим отображения текущих измеренных и рассчитанных параметров.

## 12 РАБОТА С HART-ПРОТОКОЛОМ

Основным дистанционным каналом передачи измеренных и вычисленных параметров, а также настройки уровнемера является HART-канал. Обмен по HART-протоколу с уровнемером возможен с помощью ведущего HART-устройства – например HART-коммуникатора или HART-модема, соединенно-



го с ПК. Подключение внешнего HART-устройства осуществляется в соответствии с его документацией и схемами подключения, приведенными в Приложении F руководства по эксплуатации УНКР.407629.004 РЭ. Порядок работы с уровнем, как стандартным полевым устройством, определяется типом используемого ведущего HART-устройства, его программным обеспечением и описан в руководстве по эксплуатации на этот прибор либо в документации на соответствующее программное обеспечение для ПК.

С помощью HART-протокола уровень передает информацию об измененном уровне, дальности, температуре, а также вычисленном значении объема продукта в резервуаре. Кроме этого возможно считывание служебных параметров уровня, таких как серийный ID-номер уровня, серийный номер сенсора, номер финальной сборки, сообщение, тэг, описатель, дату (стандартные переменные HART-протокола), также единицы измерения predetermined переменных, верхняя и нижняя граница значений главной переменной, значение величины постоянной времени усреднения, состояние защиты от изменения настроек уровня.

С помощью HART-протокола возможны также следующие настройки уровня:

- задание HART-адреса в диапазоне 0...15 (polling address);
- задание постоянной времени усреднения (диапазон 0...99.9 с);
- запись служебного сообщения (message) до 32 символов;
- запись тэга (tag, 8 символов), описателя (descriptor, 16 символов) и

даты;

- сброс флага “конфигурация изменена”;
- задание режима фиксированного тока уровня (диапазон 3,6...24,0 мА);
- подстройка выходного тока уровня в точках 4,0 мА и 20,0 мА (DAC Trim);
- запись числа преамбул для HART-обмена;
- привязка уровня к 0% (нижнее значение диапазона измерений) и 100% (верхнее значение диапазона измерений) шкалы измерения и, соответственно, 4 и 20 мА выходного тока уровня (в случае привязки выходного тока уровня к уровню);
- запись и чтение базы уровня;
- запись серийного номера сенсора.

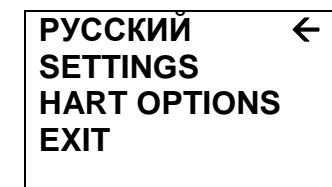
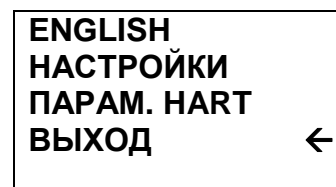
В уровне реализован протокол HART версии 5. При этом в качестве идентификационного кода производителя (manufacturer id code) и кода типа прибора (manufacturer’s device type code) используется расширенный код типа прибора (expanded device type code) 0xE4C9. Идентификационный номер уровня (device ID number) – уникальный серийный номер конкретного уровня записывается в постоянную память через файл параметров (см. раздел 7 “РЕЖИМ “КАЛИБРОВКА-1” (ВЫВОД/ВВОД ФАЙЛА ПАРАМЕТРОВ)”) и может быть получен HART-командами 0 или 11 (байты данных 9...11 ответа, формат int, см. таблицу 5). Серийный номер сенсора, привязанного к первичной переменной (PV sensor) и возвращаемый в байтах данных 0...2 ответа на HART-команду 14 (см. таблицу 5) по умолчанию равен 0 и может быть изменен командой 49. Номер финальной сборки уровня, доступный в ответе на HART-команду 16 (0...2 байты данных), представляет собой десятичное число 7529004, полученное из обозначения документа УНКР.407529.004 отбрасыванием букв (УНКР.) и начальных двух цифр (40) номера.

Уровень имеет поддержку режимов длинного и короткого фреймов (long or short frame). Возможна работа в пакетном режиме (команды 108, 109).

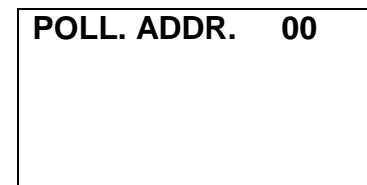
Уровень может быть подключен двумя основными способами – моноканальным и немоноканальным подключением. При немоноканальном подключении уровень включается по стандартной схеме токовой петли (см. Приложение F, рис. F.5 руководства по эксплуатации УНКР.407629.004 РЭ). При этом он может одновременно выдавать стандартный токовый сигнал 4...20 мА, привязанный к одному из параметров (уровню либо объему) и взаимодействовать по протоколу HART с ведущим HART-устройством. В этом случае уровень должен иметь нулевой HART-адрес (polling address).

Присвоение уровню HART-адреса может быть выполнено с помощью HART-команды 6 (см. таблицу 5) с ведущего HART-устройства, либо с помощью меню индикатора.

Ввод HART-адреса с помощью меню производится следующим образом. В режиме “Измерение” нажать кнопку энкодера. На индикаторе появится главное меню:



Выбрать пункт меню “ПАРАМ. HART”. После этого появится окно ввода HART-адреса, содержащее его текущее значение:



Далее поворотом энкодера выбрать нужный HART-адрес, после чего нажать кнопку энкодера.

В правом нижнем углу индикатора появится надпись “OK”, произойдет запись введенного адреса в постоянную память уровня, после чего через 2...3 с, на индикаторе появится главное меню.

Выберите пункт меню “ВЫХОД”, и индикатор перейдет в режим отображения текущих измеренных и рассчитанных параметров.

Для включения в моноканальном режиме уровню должен быть присвоен отличный от нуля HART-адрес в диапазоне от 1 до 15. Схема подключения уровня в моноканальном режиме приведена в приложении F рис. F.7 руководства по эксплуатации УНКР.407629.004 РЭ. При этом ток уровня автоматически фиксируется на уровне 4 мА, а информационный обмен с уровнем осуществляется только по HART-протоколу с ведущего HART-устройства.

В уровне реализован набор HART-команд, представленный в таблице 5.

Таблица 5

Номер команды	Название	Данные в запросе	Данные в ответе +2 байта статуса (в скобках указаны значения по умолчанию)
	<u>Универсальные команды</u>		
0	Чтение уникального идентификатора	-	1 байт "254" (254) 1 байт код производителя (manufacturer ID code=0xE4) 1 байт код устройства (manufacturer's device type code=0xC9) 1 байт число преамбул в ответе (5) 1 байт версия универсальных команд HART(5) 1 байт версия специфических HART-команд(1) 1 байт версия ПО (1) 1 байт версия оборудования (0x08) 1 байт флаги характеристик устройства(0x01) 3 байта идентификационный номер устройства (device ID number=0x04)
1	Чтение первичной переменной	-	1 байт код единицы измерения первичной переменной 4 байта первичная переменная, float
2	Чтение тока и процента от диапазона	-	4 байта ток, float 4 байта %, float
3	Чтение тока и четырех основных предопределенных переменных.	-	4 байта ток, float 1 байт код единицы измерения первичной переменной 4 байта первичная переменная, float 1 байт код единицы измерения второй переменной 4 байта вторая переменная, float 1 байт код единицы измерения третьей переменной 4 байта третья переменная, float 1 байт код единицы измерения

			мерения четвертой переменной 4 байта четвертая переменная, float
6	Запись короткого (polling) адреса	1 байт, короткий адрес	как в запросе
11	Чтение уникального идентификатора, ассоциированного с тегом	6 байт тэг	как в команде 0
12	Чтение сообщения	-	24 байта сообщение
13	Чтение тэга, описателя и даты	-	6 байт тэг 12 байт описатель 3 байта дата
14	Чтение информации о первичном сенсоре	-	3 байта серийный номер сенсора 1 байт код единицы измерения 4 байта максимум сенсора, float (не используется) 4 байта минимум сенсора, float (не используется) 4 байта минимальный диапазон сенсора, float (не используется)
15	Чтение настроек	-	1 байт код режима неисправности 1 байт код передаточной функции (не используется) 1 байт код единицы измерения первичной переменной 4 байта значение верхней границы диапазона (не используется) 4 байта значение нижней границы диапазона (не используется) 4 байта значение постоянной времени усреднения, с 1 байт код режима защиты от записи 1 байт код дистрибьютора
16	Чтение номера финальной сборки	-	3 байта номер финальной сборки
17	Запись сообщения	24 байта сообщение	как в запросе

18	Запись тэга, описателя и даты	6 байт тэг 12 байт описатель 3 байта дата	как в запросе
19	Запись номера финальной сборки	3 байта номер финальной сборки	как в запросе
	<u>Общепотребительские команды</u>		
34	Запись значения постоянной времени усреднения	4 байта значение постоянной времени усреднения (с)	как в запросе
35	Запись диапазона измерений	1 байт код единицы измерения 4 байта значение верхнего предела 4 байта значение нижнего предела	как в запросе
36	Запись верхнего значения диапазона измерений	-	-
37	Запись нижнего значения диапазона измерений	-	-
38	Сброс флага "Конфигурация изменена" (в байте статуса)	-	-
40	Режим фиксации тока	4 байта величина тока, мА (0 – выход из режима фиксации)	как в запросе
45	Подстроечное значение нуля (4 мА) выходного токового сигнала	4 байта величина тока, мА	как в запросе
46	Подстроечное значение диапазона (20 мА) выходного токового сигнала	4 байта величина тока, мА	как в запросе
49	Запись серийного номера датчика первичной переменной PV	3 байта серийный номер датчика	как в запросе
59	Запись числа пре-	1 байт число	как в запросе

	амбул в ответе	преамбул	
108	Запись номера команды пакетного режима	1 байт номер команды	как в запросе
109	Управление пакетным режимом	1 байт код управления (1-вход, 0-выход)	как в запросе
	<u>Специфические команды</u>		
130	Запись значения базы уровнемера	4 байта значение базы, мм	как в запросе
133	Чтение значения базы уровнемера	-	4 байта значение базы в миллиметрах, float
136	Чтение канала температуры	1 байт номер канала (допускается только 0)	4 байта температура в градусах, float
143	Чтение канала уровня (L)	1 байт код единицы измерения (допускаются только мм, мА, %)	4 байта канал уровня в единицах из запроса, float
148	Чтение объема продукта, рассчитанного по уровню L	1 байт код единицы измерения (допускаются только м3, мА, %)	4 байта значение объема продукта в единицах из запроса, float
152	Чтение дальности	1 байт код единицы измерения (допускаются только мм)	4 байта дальность в миллиметрах, float
153	Чтение тока запаса	-	4 байта ток запаса в миллиамперах, float

В зависимости от режима отображения, выбираемого в меню (см. раздел 11 "**РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ**"), меняется не только набор переменных, отображаемых на индикаторе, но и набор переменных, представляемых протоколу HART в качестве четырех основных предопределенных переменных – первичной (PV), второй (SV), третьей (TV) и четвертой (FV).

В таблице 6 приведено соответствие четырех основных предопределенных переменных уровнемера для разных режимов отображения.

Таблица 6

Номер режима отображения (обозначение)	PV	SV	TV	FV
0, L(мм)	L, мм	V, м <sup>3</sup>	T, °C	D, мм
1, L(мА)	L, мА	V, м <sup>3</sup>	T, °C	D, мм
2, L(%)	L, %	V, м <sup>3</sup>	T, °C	D, мм
3, V(мА)	V, мА	V, м <sup>3</sup>	T, °C	D, мм
4, V(%)	V, %	V, м <sup>3</sup>	T, °C	D, мм

В каждом ответе уровнемера на запрос ведущего HART-устройства содержится два байта статуса, информирующих ведущее HART-устройство об успехе выполнения переданного им запроса.

Если в последней транзакции обнаружена коммуникационная ошибка, то старший бит первого байта устанавливается в единицу, а оставшаяся часть байта содержит детальное описание ошибки. В таблице 7 представлен первый байт статуса при обнаружении коммуникационной ошибки. Единица означает наличие ошибки, ноль – отсутствие.

Таблица 7

Номер бита	Значение
7	1
6	Ошибка четности
5	Перегрузка по скорости
4	Ошибка формата
3	Ошибка контрольной суммы
2	0 (резерв)
1	Переполнение буфера
0	0 (не определен)

Второй байт статуса при этом имеет нулевое значение.

При отсутствии коммуникационной ошибки старший бит первого байта статуса устанавливается в 0, а остальные биты определяют код возможной проблемы, возникшей в процессе транзакции. В уровнемере реализованы следующие коды:

- 0 – нормальная работа;
- 2 – неверный выбор;
- 3 – последний параметр слишком велик;
- 7 – включен режим защиты от записи;
- 8 – данные не обновляются (команды 1, 2, 3, 136, 143, 148, 152, 153);
- 11 – моноканальный режим (команды 40, 45, 46);
- 64 – команда не реализована.

Второй байт статуса при отсутствии коммуникационной ошибки содержит статус уровнемера. Соответствие битов состоянию устройства приведено в таблице 8. Ноль в значении бита указывает на отсутствие данного состояния, а единица – наличие.

Таблица 8

Номер бита	Состояние устройства
7	Неисправность устройства
6	Конфигурация изменена
5	Холодный старт
4	Доступна дополнительная информация (всегда 0)
3	Значение аналогового выхода фиксировано
2	Аналоговый выход в насыщении
1	Значение неглавной переменной вне установленных пределов
0	Значение главной переменной вне установленных пределов

Конфигурационные параметры уровнемера могут быть изменены как с помощью энкодера и индикатора уровнемера (как показано в разделе 11 “РАБОТА С ИНДИКАТОРОМ”), так и с ведущего HART-устройства с помощью поддерживаемых уровнемером HART-команд. При этом действительными будут являться параметры, записанные в более поздний момент времени, независимо от канала, по которому произошло изменение конфигурации – по HART-каналу или с помощью энкодера и индикатора уровнемера.

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:

- APУ - автоматическая регулировка усиления;
- МИ - модуль интерфейса;
- ОС - операционная система;
- ПК - персональный компьютер;
- ПО - программное обеспечение;
- ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь;
- ЯГПР - ячейка преобразования;
- HART - общепринятое англоязычное сокращенное наименование используемого в уровнемере протокола обмена;
- PV - первичная переменная;
- SV - вторая переменная;
- TV - третья переменная;
- FV - четвертая переменная.