

Утвержден
УНКР.468157.087-007 РО-ЛУ

ОКП 42 1722

Блок сопряжения с датчиком БСД4

Руководство оператора
УНКР.468157.087-007 РО

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	2
2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ БЛОКА	3
3 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ДАННЫХ	4
4 РЕЖИМ ПРОСМОТРА И ИЗМЕНЕНИЯ НАСТРОЕК	7
5 СВЯЗЬ БЛОКА С ЭВМ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ	15
5.1 Общие сведения	15
5.2 Сообщения протокола MODBUS RTU	15
5.2.1 Структура сообщений	15
5.2.2 Описание режима RTU	15
5.2.3 Методы проверки ошибок	17
5.2.4 Условие тайм-аута	17
5.3 Поддерживаемые блоком функции протокола Modbus	17
5.3.1 Функция 01 – чтение состояния ключей блока	17
5.3.2 Функция 03 – чтение регистров настройки блока	18
5.3.3 Функция 04 – чтение регистров данных блока	18
5.3.4 Функция 05 – управление одиночным ключом	19
5.3.5 Функция 07 – чтение статуса блока	19
5.3.6 Функция 08 – диагностика линии связи	20
5.3.7 Функция 15 (0FH) – групповое управление ключами	20
5.3.8 Функция 16 (10H) – запись регистров настройки блока	21
5.4 Ответ при ошибочной ситуации	21
5.5 Регистры блока	22
5.5.1 Регистры данных блока	22
5.5.2 Регистры настройки блока	27
6 ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ “БСД4 ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА”	30

Изм. 0 от 16.04.12

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство оператора содержит сведения о версии 007 программного обеспечения (ПО) блока сопряжения с датчиком БСД4 (далее “блок”) и предназначено для обучения обслуживающего персонала работе с блоком и его программированию.

Документ содержит также сведения о протоколе связи блока с удаленным компьютером верхнего уровня (далее “ЭВМ”), принципах построения потоков данных между блоком и ЭВМ и информацию для разработки ПО ЭВМ, работающей с блоком.

Кроме настоящего руководства необходимо изучить руководство по эксплуатации на уровнемеры поплавковые ДУУ4МА УНКР.407631.004 РЭ.

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

В содержание данного документа могут быть внесены изменения без предварительного уведомления.

В связи с постоянно проводимыми работами по совершенствованию конструкции, допускаются незначительные отличия параметров, не ухудшающие характеристики блока.

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 производителя;
- настоящий материал нельзя распространять в коммерческих целях (с целью извлечения прибыли).

БСД4 являются товарными знаками производителя.

© 2012 Все права защищены.

2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ БЛОКА

Блок имеет два режима индикации:

- режим индикации текущих значений данных;
- режим просмотра и изменения настроек.

В режиме индикации данных блок осуществляет опрос подключенного к нему датчика, производит вычисление и индикацию измеряемых параметров, а также формирует сигналы токовых выходов и управления ключами.

В режиме просмотра и изменения настроек блок продолжает выполнять те же функции и, параллельно, обеспечивает возможность настройки и тестирования.

ПО блока обеспечивает работу с различными типами датчиков в любой конфигурации. Поддерживаемые блоком типы датчиков и их краткие характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип датчика, номер разработки	Измеряемые и вычисляемые параметры	Количество поплавков (датчиков температуры)	Тип чувствительного элемента
ДИД1	Давление	–	–
ДУУ2М-01-0, ДУУ2М-01А-0, ДУУ2М-01-1, ДУУ2М-01А-1	уровень (уровень раздела сред), объём, масса	1	жесткий
ДУУ2М-02-0, ДУУ2М-02А-0, ДУУ2М-02Т-0, ДУУ2М-02ТА-0, ДУУ2М-02-1, ДУУ2М-02А-1, ДУУ2М-02Т-1, ДУУ2М-02ТА-1	уровень (уровень раздела сред), температура, объём, масса	1 (1)	жесткий
ДУУ2М-03-0, ДУУ2М-03А-0, ДУУ2М-03-1, ДУУ2М-03А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	2	жесткий
ДУУ2М-04-0, ДУУ2М-04А-0, ДУУ2М-04-1, ДУУ2М-04А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, температура, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	2 (1)	жесткий
ДУУ2М-05-0, ДУУ2М-05А-0, ДУУ2М-05-1, ДУУ2М-05А-1	уровень (уровень раздела сред), давление, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	1	жесткий
ДУУ2М-06-0, ДУУ2М-06А-0, ДУУ2М-06-1, ДУУ2М-06А-1	уровень (уровень раздела сред), давление, температура, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	1 (1)	жесткий

Продолжение таблицы 1

Тип датчика, номер разработки	Измеряемые параметры	Количество поплавков (датчиков температуры)	Тип чувствительного элемента
ДУУ2М-07-0, ДУУ2М-07А-0, ДУУ2М-07-1, ДУУ2М-07А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, давление, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	2	жесткий
ДУУ2М-08-0, ДУУ2М-08А-0, ДУУ2М-08-1, ДУУ2М-08А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, давление, температура, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	2 (1)	жесткий
ДУУ2М-10-0, ДУУ2М-10А-0, ДУУ2М-10Т-0, ДУУ2М-10ТА-0, ДУУ2М-10-1, ДУУ2М-10А-1, ДУУ2М-10Т-1, ДУУ2М-10ТА-1	уровень (уровень раздела сред), температура, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	1 (1)	гибкий
ДУУ2М-12-0, ДУУ2М-12А-0, ДУУ2М-12-1, ДУУ2М-12А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, температура, объём и масса верхней фазы, объём нижней фазы	2 (1)	гибкий
ДУУ2М-14-0, ДУУ2М-14А-0, ДУУ2М-14-1, ДУУ2М-14А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, уровень раздела сред, температура, объём и масса верхней фазы, объёмы нижних фаз	3 (1)	гибкий
ДУУ2М-16-0, ДУУ2М-16А-0, ДУУ2М-16-1, ДУУ2М-16А-1	уровень (уровень раздела сред), уровень раздела сред, уровень раздела сред, температура, объём и масса верхней фазы, объёмы нижних фаз	4 (1)	гибкий
ДУУ6	уровень, температура, гидростатическое давление, объём, плотность, объём, приведенный к 15 °С, плотность, приведённая к 15 °С, масса	1 (6)	жесткий

--	--	--	--

Продолжение таблицы 1

Тип датчика, номер разработки	Измеряемые параметры	Количество поплавков (датчиков температуры)	Тип чувствительного элемента
ДУУ6-1	уровень, уровень раздела сред, температура, гидростатическое давление, объём, плотность, объём, приведенный к 15 °С, плотность, приведенная к 15 °С, масса	2 (6)	жесткий
ДТМ1-3	температура	(3)	гибкий
ДТМ1-4	температура	(4)	гибкий
ДТМ1-5	температура	(5)	гибкий
ДТМ1-6	температура	(6)	гибкий
ДТМ1-7	температура	(7)	гибкий
ДТМ1-8	температура	(8)	гибкий
ДТМ2-0, ДТМ2-1, ДТМ2-0А, ДТМ2-1А	температура	(от 1 до 16)	гибкий
ДП1	плотность, температура, давление, плотность, приведенная к 15 °С	(2)	гибкий

На передней панели блока расположены два пятиразрядных *восьмисегментных индикатора* (далее “индикаторы”), образующие двухстрочный десятиразрядный дисплей, на который в процессе работы выводится необходимая информация.

Под дисплеем находятся две клавиши (красная и зеленая). При работе с дисплеем используются два варианта нажатия клавиш:

– *короткое нажатие на клавишу* заключается в кратковременном (не более двух секунд) нажатии на клавишу, при этом реакция наступает в момент отпущения клавиши;

– *длинное нажатие на клавишу* заключается в продолжительном (не менее двух секунд) нажатии на клавишу до момента появления реакции, после чего клавиша может быть отпущена.

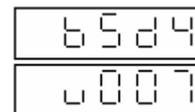
Также на передней панели блока расположены пять единичных светодиодных индикаторов, которые имеют следующее назначение:

– “RUN” служит для индикации фазы приема по линии связи блока с датчиком (мигание происходит примерно три раза в секунду при наличии связи с датчиком);

- “TxD” служит для индикации фазы передачи в линию RS-485;
- “RxD” служит для индикации фазы приема по линии RS-485;
- “Ключ 1” служит для индикации замкнутого состояния ключа 1;
- “Ключ 2” служит для индикации замкнутого состояния ключа 2.

3 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ДАННЫХ

После включения питания на дисплей блока выводится экран, содержащий название и номер версии ПО блока, который имеет следующий вид:

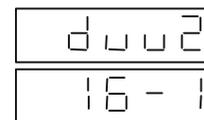


Так как восьмисегментный индикатор обладает малой информативностью и не позволяет вывести большинство букв русского алфавита, в качестве языка сообщений, выдаваемых блоком, выбран английский.

Далее блок входит в рабочий режим, при этом используются значения настроечных параметров, хранящиеся в его энергонезависимой памяти.

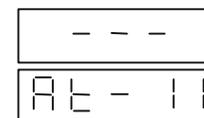
Переход к следующему экрану производится по любому нажатию на любую клавишу или автоматически, по истечении пяти секунд.

Если блоку удалось установить связь с датчиком, экран будет содержать тип подключенного датчика, например:



В данном случае к блоку подключен датчик типа ДУУ2М-16-1. При подключении к блоку датчика ДУУ2М или ДТМ2 с индексом “А” (например ДУУ2М-16А-1 или ДТМ2-0А) при выводе на экран типа датчика индекс “А” не отображается. Длительное нажатие на зеленую клавишу приведет к переходу в режим просмотра и изменения настроек (подробно рассматривается ниже). Короткое нажатие на любую клавишу приведет к выводу первого экрана данных датчика. Если в течение пяти секунд не произошло нажатия какой либо клавиши – переход к первому экрану данных датчика будет произведен автоматически.

Если блоку не удалось установить связь с датчиком, или обнаружена другая неполадка в работе, следующий экран будет содержать диагностическую информацию с кодом диагностики (в данном примере код равен одиннадцати):



(от английского слова ATTENTION - “внимание”)

Коды диагностики, поддерживаемые блоком, приведены в таблице 2.

Таблица 2

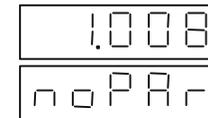
Номер диагностического сообщения и его расшифровка	Причина вывода сообщения	Действия пользователя
01 неподдерживаемая команда	Датчик не поддерживает принятую команду	Проверить тип датчика в канале измерений
03 неверный тип датчика	Тип подключенного датчика отличается от приведенных в таблице 1	Проверить тип и исправность датчика в канале измерений
04 нет запрошенного канала	Датчик не имеет канала, параметры которого запрошены блоком	Проверить тип датчика в канале измерений
06 ошибка контрольной суммы	При обмене информацией блока с датчиком возникла ошибка контрольной суммы	См. примечание
07 тайм-аут приема	При обмене информацией блока с датчиком произошел тайм-аут	См. примечание
09 тест датчика завершился со сбоем	Неисправность датчика	Проверить исправность датчика в канале измерений
10 сбой канала измерения датчика	Неисправность канала измерения датчика, для каналов измерения уровней, возможно, на штанге чувствительного элемента (ЧЭ) датчика нет поплавка	Проверить исправность датчика в канале измерений, а для каналов измерения уровней – наличие поплавка на штанге ЧЭ датчика
11 отказ датчика	Неисправность или отсутствие датчика	Проверить исправность и наличие датчика в канале измерений
13 измерение не готово	После включения питания идет начальный набор значений параметров датчика	Дождаться появления рабочих значений параметров
19 сбой настроек блока	Обнаружено нарушение целостности массива настроек блока	Проверить значения настроек в режиме настроек
Примечание – Диагностические сообщения с номерами 06 и 07 появляются при несовпадении скоростей обмена, установленных в блоке и датчике. Кроме того, данные сообщения могут возникать из-за нарушения целостности кабеля связи блока с датчиком и несоответствия характеристик кабеля требуемым.		

Из экрана диагностики возможен переход только в режим просмотра и изменения настроек по длинному нажатию зеленой клавиши.

Первым экраном данных является экран пользователя, который служит для вывода значений параметров, заданных значениями настроек “привязка

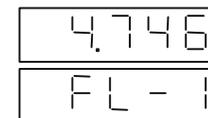
параметра к верхней (нижней) строке экрана”, подробно рассмотренными ниже. Одновременно на экран могут быть выведены два параметра. Если строка экрана настройками не привязана ни к какому параметру, то на месте параметра выводится надпись “noPAR” (от английского выражения NO PARAMETER – “нет параметра”). Если обе строки экрана ни к чему не привязаны – экран не выводится.

Экран может иметь, например, следующий вид:



Остальные экраны данных содержат информацию о текущих значениях параметров, измеряемых датчиком (по одному параметру на экран). Состав, количество и последовательность вывода экранов определяются блоком автоматически и зависят от состава и количества параметров, измеряемых подключенным датчиком (то есть, от типа датчика). Все параметры выводятся в виде чисел с плавающей точкой. Если число отрицательное, знак “минус” выводится в крайней левой позиции строки.

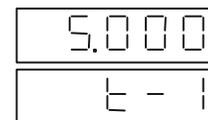
Первый тип экрана данных служит для вывода значений уровней, измеренных датчиком, и может иметь, например, следующий вид:



(от английского слова FLOAT - “поплавок”)

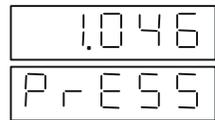
Уровень выводится в виде числа, содержащего точку, разделяющую его целую и дробную части (далее “число с плавающей точкой”). Позиция разделительной точки на экране может меняться в зависимости от количества разрядов целой и дробной частей выводимого значения. Значение уровня выводится в метрах. В правом нижнем углу выводится номер поплавка датчика (в данном случае номер поплавка равен единице).

Второй тип экрана данных служит для вывода значения температуры, измеренного датчиком, и может иметь, например, следующий вид:



Температура выводится в формате числа с плавающей точкой, в градусах Цельсия. В правом нижнем углу выводится номер канала температуры датчика.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения давления, измеренного датчиком (гидростатического давления для датчика ДУУ6), и может иметь, например, следующий вид:

 (от английского слова PRESSURE - "давление")

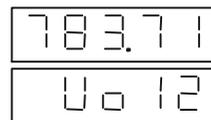
Давление выводится в формате числа с плавающей точкой, в мегапаскалях для датчиков ДУУ2М, ДИД1 и в килопаскалях для датчика ДУУ6.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения давления в газовой подушке резервуара (для датчика ДУУ6), и может иметь, например, следующий вид:



Давление выводится в формате числа с плавающей точкой, в килопаскалях.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения объёма, рассчитанного блоком по градуировочной таблице резервуара, и может иметь, например, следующий вид:

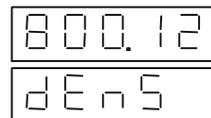
 (от английского слова VOLUME - "объем")

Объём выводится в формате числа с плавающей точкой, в кубических метрах. Цифра, следующая за обозначением параметра (в данном случае "2") указывает номер верхнего поплавка, по которому рассчитан объём. В данном примере объём рассчитан между вторым и третьим поплавками (или между вторым поплавком и дном резервуара для двухпоплавковых датчиков).

Для датчиков уровня, кроме ДУУ6-1, объём рассчитывается для каждой фазы жидкости, уровень которой измеряется датчиком (количество рассчитываемых объёмов соответствует количеству поплавков датчика).

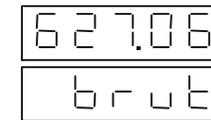
Для датчика ДУУ6-1 объём рассчитывается только для жидкости, находящейся между первым поплавком и дном резервуара.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения плотности, и может иметь, например, следующий вид:

 (от английского слова DENSITY - "плотность")

Плотность выводится в формате числа с плавающей точкой, в килограммах на один кубический метр.

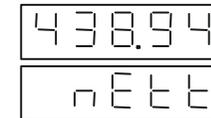
Следующий тип экрана данных служит для вывода значения массы брутто продукта, и может иметь, например, следующий вид:



Масса брутто выводится в формате числа с плавающей точкой, в тоннах. Для датчиков уровня, кроме ДУУ6-1, масса брутто рассчитывается для верхней фазы жидкости (находящейся между первым и вторым поплавками или между первым поплавком и дном резервуара для однопоплавковых датчиков).

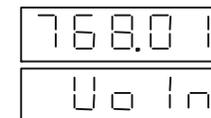
Для датчиков ДУУ6-1 масса брутто рассчитывается для жидкости, находящейся между первым поплавком и дном резервуара.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения массы нетто продукта, и может иметь, например, следующий вид:



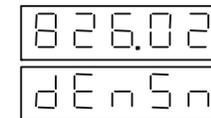
Масса нетто выводится в формате числа с плавающей точкой, в тоннах. Порядок расчёта аналогичен порядку расчёта массы брутто.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения объёма, приведенного к нормальным условиям (15 °С), и может иметь, например, следующий вид:



Объём выводится в формате числа с плавающей точкой, в кубических метрах. Порядок расчёта аналогичен порядку расчёта массы брутто.

Следующий тип экрана данных служит для вывода значения плотности, приведённой к нормальным условиям (15 °С), и может иметь, например, следующий вид:



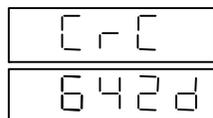
Плотность выводится в формате числа с плавающей точкой, в килограммах на один кубический метр. Порядок расчёта аналогичен порядку расчёта массы брутто.

Следующий тип экрана данных – экран номера версии ПО блока выглядит следующим образом:



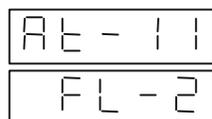
Информация, представленная на экране, имеет служебный характер.

Следующий тип экрана данных – экран контрольной суммы метрологически значимого ПО блока выглядит следующим образом:



Информация, представленная на экране, имеет служебный характер.

Следующий тип экрана данных – экран диагностики. Если во время работы уровнемера происходит возникновение ошибки, которая диагностируется блоком, то на любом экране данных (за исключением экранов номера версии и контрольной суммы ПО) в верхней строке вместо значения параметра выводится надпись “At - X”, где X – код диагностического сообщения в соответствии с таблицей 2. Экран может иметь, например, следующий вид:



Смена экранов данных происходит циклически, начиная с экрана номера версии ПО блока, по короткому нажатию любой клавиши.

Длинное нажатие зеленой клавиши приводит к переходу к первому экрану просмотра и изменения настроек.

Указанные правила одинаковы для всех экранов данных.

4 РЕЖИМ ПРОСМОТРА И ИЗМЕНЕНИЯ НАСТРОЕК

4.1 Режим просмотра и изменения настроек предоставляет пользователю возможность просмотра и оперативного изменения в диалоговом режиме значений настроек уровнемера и функционирует на фоне (без остановки) основного алгоритма работы уровнемера.

Символьные позиции экрана, доступные для корректировки, указываются курсором. Курсор представляется в виде мигания позиции, на которую он указывает, с периодом примерно равным одной секунде. Курсор может указывать на отдельный символ, строку символов или на разделительную точку.

Верхняя строка в экранах настроек содержит название параметра, нижняя – его текущее значение.

4.2 Выбор позиции для корректировки (передвижение курсора по экрану) осуществляется коротким нажатием зеленой клавиши.

4.3 Изменение содержимого выбранной позиции осуществляется коротким нажатием красной клавиши, если курсор указывает на изменяемый параметр (установлен в позиции в пределах нижней строки).

Если курсор указывает на табличный параметр, то выбор его нового значения осуществляется перебором возможных вариантов из предлагаемого ряда.

Если курсор указывает на цифру числа, то возможные варианты для выбора представляют собой цифры от нуля до девяти, а также знак “минус”. Выбор знака “минус” возможен только в крайней левой позиции строки.

Если курсор указывает на разделительную точку, то короткое нажатие зеленой клавиши приводит к ее смещению на один десятичный разряд вправо, что позволяет задавать разрядность целой и дробной частей чисел с плавающей точкой.

4.4 Запись значения параметра настройки с экрана в энергонезависимую память блока осуществляется длинным нажатием красной клавиши. Факт завершения записи обозначается пропаданием курсора с экрана, при этом на экран выводится записанное значение.

Курсор вновь выводится на экран коротким нажатием любой клавиши.

4.5 Переход к следующему экрану просмотра и изменения настроек осуществляется коротким нажатием красной клавиши, если курсор указывает на название параметра (установлен в верхней строке).

Если перед этим была произведена корректировка параметра без сохранения его в энергонезависимой памяти блока, то скорректированное значение теряется и действующим остается старое значение.

Состав и последовательность экранов просмотра и изменения настроек зависят от типа подключенного датчика.

4.6 Выход из режима просмотра и изменения настроек в режим индикации данных осуществляется длинным нажатием зеленой клавиши.

4.7 Перечисленные в пунктах 4.1...4.6 правила действительны для всех экранов настроек.

4.8 Параметры настроек, вводимые для различных типов датчиков приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Наименование настройки	Тип подключенного датчика			
	ДУУ2М исп.0	ДУУ2М исп.1	ДУУ6	ДУУ6-1
Скорость обмена блока с датчиком	+	+	+	+
Адрес блока в сети Modbus	+	+	+	+
Скорость обмена в сети Modbus	+	+	+	+
Режим паритета в сети Modbus	+	+	+	+
База установки датчика	+	+	+	+
Эффективная длина датчика	-	+	+	+
Скорость звука	+	-	-	-

Продолжение таблицы 3

Наименование настройки	Тип подключенного датчика			
	ДУУ2М исп.0	ДУУ2М исп.1	ДУУ6	ДУУ6-1
Поправка уровня поплавков со второго по четвертый	+	+	-	+
Количество усреднений параметров	+	+	+	+
Вес бита АЦП канала измерения давления	+	+	+	+
Начальное смещение канала измерения давления	+	+	+	+
Диапазоны токовых выходов блока	+	+	+	+
0 и 100 % шкал параметров токовых выходов блока	+	+	+	+
Привязка токовых выходов блока к измеряемым параметрам	+	+	+	+
Пороги срабатывания ключей блока	+	+	+	+
Значения гистерезисов срабатывания ключей блока	+	+	+	+
Привязка ключей блока к измеряемым параметрам	+	+	+	+
Алгоритмы работы ключей	+	+	+	+
Градуировочная таблица резервуара	+	+	+	+
Тип резервуара	+	+	+	+
Тип продукта	+	+	+	+
Температура градуировки резервуара	+	+	+	+
Плотность продукта лабораторная, приведённая к нормальным условиям (используется для расчёта массы)	+	+	-	-
Температура продукта (вводится для датчиков, не имеющих канал измерения температуры)	+	+	-	-
Массовая доля воды в продукте	+	+	+	+
Массовая доля механических примесей в продукте	+	+	+	+
Массовая доля хлористых солей в продукте	+	+	+	+

Таблица 4

Наименование настройки	Тип подключенного датчика			
	ДП1	ДТМ1	ДТМ2	ДИД1
Скорость обмена блока с датчиком	+	+	+	+
Адрес блока в сети Modbus	+	+	+	+
Скорость обмена в сети Modbus	+	+	+	+
Режим паритета в сети Modbus	+	+	+	+
Количество усреднений параметров	+	+	+	+
Вес бита АЦП канала измерения плотности	+	-	-	-
Начальное смещение канала измерения плотности	+	-	-	-
Вес бита АЦП канала измерения давления	+	-	-	+
Начальное смещение канала измерения давления	+	-	-	+
Диапазоны токовых выходов блока	+	+	+	+
0 и 100 % шкал параметров токовых выходов блока	+	+	+	+
Привязка токовых выходов блока к измеряемым параметрам	+	+	+	+
Пороги срабатывания ключей блока	+	+	+	+
Значения гистерезисов срабатывания ключей блока	+	+	+	+
Привязка ключей блока к измеряемым параметрам	+	+	+	+
Алгоритмы работы ключей	+	+	+	+

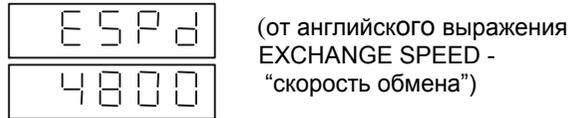
Дополнительно, при комплектации уровнемера датчиком ДУУ6 или ДУУ6-1, для расчета плотности и массы, вводятся значения следующих настроек:

- вес бита АЦП канала измерения давления в газовой подушке резервуара;
- начальное смещение канала измерения давления в газовой подушке резервуара;
- высота погружаемой части поплавка;
- смещение магнитной системы относительно нижней кромки погружаемой части поплавка;
- плотность поплавка;
- смещение ячейки давления относительно конца датчика;
- коэффициент изменения скорости звука от температуры;
- высота установочного фланца датчика;
- температура продукта при измерении базы установки датчика.

4.9 Далее следует описание типов экранов режима просмотра и изменения настроек.

Первый экран режима просмотра и изменения настроек позволяет задать скорость обмена с датчиком для блока.

Экран может иметь, например, следующий вид:

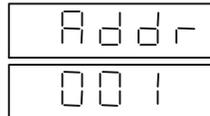


Параметр может быть выбран из ряда возможных фиксированных значений (тип таких параметров далее упоминается как "табличный тип"). В данном случае скорость обмена выбирается из двух значений: 2400 и 4800 бит/с.

Выбранное значение скорости должно соответствовать положению соответствующей секции выключателя на плате ячейки преобразования датчика (см. руководство по эксплуатации на датчик, входит в комплект поставки).

4.10 Экраны задания параметров блока в сети Modbus

Экран ввода адреса блока в сети может иметь, например, следующий вид:



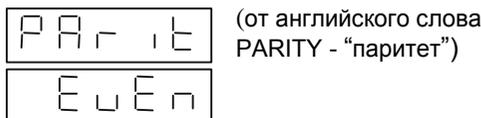
Адрес задается целым числом в диапазоне от 1 до 237. Блок проверяет вводимое значение на принадлежность указанному диапазону.

Экран задания скорости обмена в сети может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет табличный тип и выбирается из ряда возможных значений: 2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600, 115200 бит/с. В приведенном примере выбрана скорость 115200 бит/с.

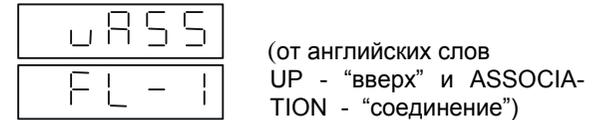
Экран задания режима четности может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет табличный тип и выбирается из ряда возможных значений: EVEN (четный), ODD (нечетный) и NO (нет проверки на четность).

4.11 Экраны задания привязки параметров данных к верхней и нижней строкам экрана пользователя режима данных

Экран выбора параметра, измеряемого уровнемером, для вывода его в верхней строке экрана пользователя режима данных может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет табличный тип. Возможные значения параметра для выбора приведены в таблице 5.

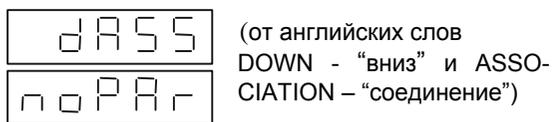
В приведенном примере в верхней строке экрана пользователя режима данных будет выводиться значение уровня от первого поплавка датчика.

Таблица 5

Код параметра данных	Название параметра данных
noPAR	нет привязанного параметра
FL-1	значение уровня от первого поплавка
FL-2	значение уровня от второго поплавка
FL-3	значение уровня от третьего поплавка
FL-4	значение уровня от четвертого поплавка
PrESS	значение канала измерения давления
t-1	значение канала измерения температуры
Vol1	значение объёма, рассчитанного по первому поплавку
Vol2	значение объёма, рассчитанного по второму поплавку
Vol3	значение объёма, рассчитанного по третьему поплавку
Vol4	значение объёма, рассчитанного по четвертому поплавку
dEnS	значение рассчитанной плотности
brut	значение рассчитанной массы брутто
nEtt	значение рассчитанной массы нетто
Voln	значение объёма, приведённого к нормальным условиям
dEnSn	значение плотности, приведённой к нормальным условиям

Примечание – Индекс номера канала измерения температуры может принимать значения от одного до шестнадцати, в зависимости от типа подключенного датчика и выбранного канала.

Экран выбора параметра, измеряемого уровнемером, для вывода его в нижней строке экрана пользователя режима данных может иметь, например, следующий вид:

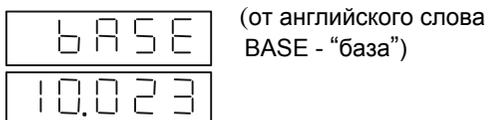


Параметр имеет табличный тип. Возможные значения параметра для выбора приведены в таблице 4.

В приведенном примере в нижней строке экрана пользователя режима данных будет выведено сообщение NoPAR "нет параметра".

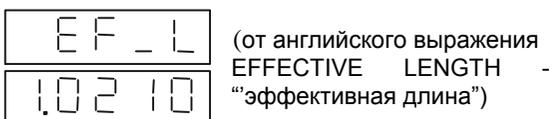
4.12 Экраны параметров настройки датчика

Экран задания значения базы (высоты) установки датчика может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение базы вводится в метрах и определяется в соответствии с руководством по эксплуатации на уровнемер УНКР.407631.004 РЭ.

Экран задания значения эффективной длины датчика $L_{эф}$ может иметь, например, следующий вид:



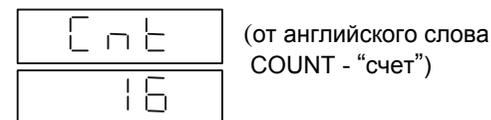
Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в метрах и должно соответствовать значению $L_{эф}$, приведенному в паспорте на датчик (для датчика ДУУ6 в качестве $L_{эф}$ принимается паспортное значение длины ЧЭ датчика $L_{чэ}$).

Экран задания значения скорости звука $V_{зв}$ может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в метрах в секунду и должно соответствовать значению $V_{зв}$, приведенному в паспорте на датчик.

Экран задания значения количества усреднений параметров, измеряемых датчиком, что бывает необходимо в условиях повышенного уровня помех, может иметь, например, следующий вид:



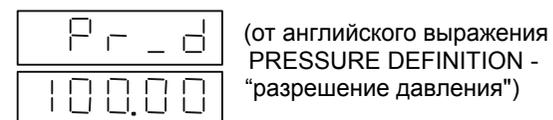
Параметр имеет табличный тип и выбирается из ряда возможных значений: 0, 8, 16, 32, 64.

Следующие три типа экранов позволяют задать значения поправок уровней К (см. УНКР.407631.004 РЭ) для второго, третьего и четвертого поплавков соответственно. Далее приводится экран ввода поправки для второго поплавка, который может иметь следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в метрах. Индекс в крайней правой позиции верхней строки указывает номер поплавка, для которого вводится поправка.

Экран ввода значения веса бита АЦП канала измерения давления W (для ДУУ6 и ДУУ6-1 - канала измерения гидростатического давления W_2 , для ДП1 - канала измерения плотности) может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в миллиатмосферах на бит для датчиков ДУУ2М и ДИД1, в килопаскалях на бит для ДУУ6 и ДУУ6-1 и в $кг/м^3$ на бит для ДП1 и должно соответствовать значению W, приведенному в паспорте датчика.

Экран ввода значения начального смещения характеристики датчика давления $P_{см}$ (для ДУУ6, ДУУ6-1 - датчика гидростатического давления, для ДП1 - датчика плотности) может иметь, например, следующий вид:

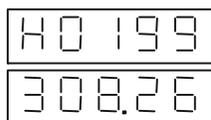


Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в атмосферах для датчиков ДУУ2М и ДИД1, в

килопаскалях для датчиков ДУУ6 и ДУУ6-1 и в кг/м³ для ДП1 и должно соответствовать значению P_{CM} (P_{CM2} для ДУУ6, ДУУ6-1), приведенному в паспорте датчика.

При комплектации уровнемера датчиком уровня (ДУУ2М, ДУУ6 или ДУУ6-1) блок производит расчет текущего значения объема продукта в резервуаре по измеренному значению уровня с использованием градуировочной таблицы резервуара. Таблица представляет собой точечную функцию зависимости объема от уровня. Физически, в энергонезависимой памяти блока хранятся значения двух шкал таблицы: шкалы уровня и шкалы объема. Значения шкал уровня и объема с одинаковыми индексами представляют собой точки функции градуировочной таблицы. Размер таблицы – 3000 точек.

Экран просмотра и изменения значения шкалы уровня градуировочной таблицы резервуара может иметь, например, следующий вид:



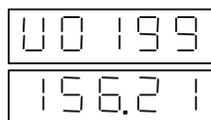
40 199
308.26

Верхняя строка экрана в левой позиции содержит обозначение параметра (H - уровень) и индекс просматриваемой точки таблицы. Индекс представлен целым десятичным четырехзначным числом.

Нижняя строка содержит текущее значение уровня для точки с заданным индексом. Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение уровня вводится в сантиметрах.

Диапазон задания индекса – от 0 до 2999, что соответствует размеру градуировочной таблицы – 3000 точек. Изменение индекса для просмотра/ввода точки производится по правилам изменения цифровых параметров (см. п. 4.3).

Экран просмотра и изменения значения шкалы объема градуировочной таблицы резервуара может иметь, например, следующий вид:



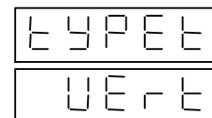
40 199
156.21

Организация экрана аналогична предыдущему.

Нижняя строка содержит текущее значение объема для точки с заданным индексом. Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение объема вводится в метрах кубических.

Ввод градуировочной таблицы резервуара возможен также с помощью программы для ЭВМ, входящей в комплект поставки.

Экран ввода типа резервуара (используется при расчете объема продукта) может иметь, например, следующий вид:

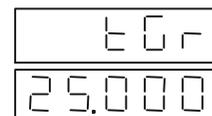


TYPE
VERT

(от английского выражения TYPE OF THE TANK - "тип резервуара")

Параметр имеет табличный тип и может принимать два значения: VErT – вертикальный и HoRi – горизонтальный.

Экран ввода температуры резервуара во время его градуировки (используется при расчете объема продукта) может иметь, например, следующий вид:



TC
25.000

от английского выражения TEMPERATURE OF GRADUATION - "температура градуировки")

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в градусах Цельсия.

4.13 Дополнительные экраны для ввода параметров настроек датчиков ДУУ6 в комплекте с поплавком типа I, используемых для расчета плотности и массы.

Экран ввода значения высоты погружаемой части поплавка (в соответствии с паспортом на датчик, входит в комплект поставки) может иметь, например, следующий вид:

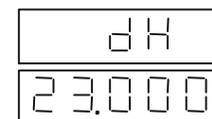


HF
35.000

Верхняя строка экрана содержит сокращенное наименование параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в миллиметрах.

Экран ввода значения смещения магнитной системы относительно нижней кромки поплавка (в соответствии с паспортом на датчик) может иметь, например, следующий вид:

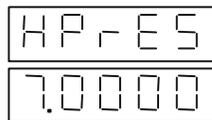


dH
23.000

Верхняя строка экрана содержит сокращенное условное обозначение параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в миллиметрах.

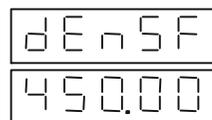
Экран ввода значения смещения ячейки давления относительно конца датчика (в соответствии с паспортом на датчик) может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное условное обозначение параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в миллиметрах.

Экран ввода значения плотности поплавка (в соответствии с паспортом на датчик) может иметь, например, следующий вид:



(от английского выражения DENSITY OF A FLOAT - "плотность поплавка")

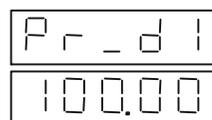
Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в килограммах на один кубический метр.

Экран ввода коэффициента изменения скорости звука от температуры может иметь, например, следующий вид:



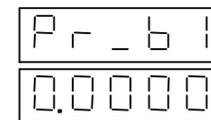
Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в 0,001°С и должно соответствовать значению Y, приведенному в паспорте датчика.

Экран ввода значения веса бита АЦП канала измерения давления в газовой подушке резервуара для датчиков ДУУ6, ДУУ6-1, а также веса бита АЦП канала измерения давления для датчика ДП1 может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в килопаскалях и должно соответствовать значению W₁, приведенному в паспорте датчика.

Экран ввода значения начального смещения характеристики датчика давления в газовой подушке резервуара для датчиков ДУУ6, ДУУ6-1, а также значения начального смещения характеристики датчика давления для датчика ДП1 может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное условное обозначение параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в килопаскалях и должно соответствовать значению P_{см1}, приведенному в паспорте датчика.

Экран ввода значения высоты установочного фланца (в соответствии с паспортом на датчик) может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное наименование параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в миллиметрах.

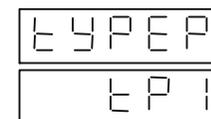
Экран ввода значения температуры стенки резервуара при измерении базы установки датчика (температуры продукта) может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное наименование параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в градусах Цельсия.

Экран ввода типа продукта в резервуаре может иметь, например, следующий вид:



(от английского выражения TYPE OF A PRODUCT - "тип продукта")

Верхняя строка экрана содержит сокращенное наименование параметра.

Параметр имеет табличный тип и может принимать четыре значения:

tP1 – нефть;
tP2 – бензин;
tP3 – реактивное топливо;
tP4 – мазут.

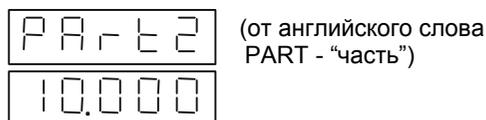
Экран ввода значения массовой доли воды в продукте может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное условное обозначение параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в процентах.

Экран ввода значения массовой доли механических примесей в продукте может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное условное обозначение параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в процентах.

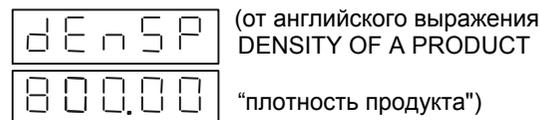
Экран ввода значения массовой доли хлористых солей в продукте может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка экрана содержит сокращенное условное обозначение параметра.

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в процентах.

Экран ввода лабораторного значения плотности продукта, приведенной к 15 °С может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в кг/м^3 . Значение используется для расчёта массы продукта при работе с датчиками уровня ДУУ2М.

Экран ввода температуры продукта может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в градусах Цельсия и используется для приведения лабораторного значения плотности к рабочим условиям при расчёте массы продукта. Значение вводится для датчиков уровня ДУУ2М, не имеющих канал измерения температуры. Для датчиков, имеющих канал измерения температуры в качестве температуры продукта принимается измеренное значение.

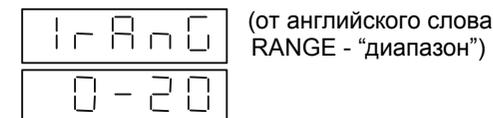
4.14 Экраны параметров настройки токовых выходов блока

Для каждого токового выхода задается своя группа настроек. По составу группы одинаковы.

Принадлежность настройки определенному токовому выходу задается индексом (от 1 до 4), который соответствует индексу в обозначении токового выхода на боковой панели блока.

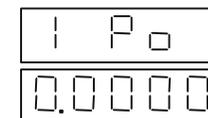
Далее приводится группа настроек на примере первого токового выхода. Индекс выводится в крайней левой позиции верхней строки экранов.

Экран позволяет выбрать диапазон токового выхода и может иметь, например, следующий вид:



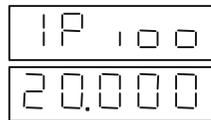
Параметр имеет табличный тип и выбирается из ряда возможных значений: "0 – 20", "4 – 20" и "0 – 5" мА.

Следующий экран позволяет задать значение ноля процентов шкалы параметра, привязанного к токовому выходу, P₀ и может иметь, например, следующий вид:



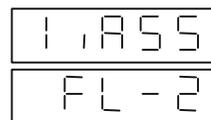
Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в единицах привязанного к выходу параметра.

Следующий экран позволяет задать значение ста процентов шкалы параметра, привязанного к токовому выходу, P_{100} и может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в единицах привязанного к выходу параметра.

Следующий экран позволяет выбрать параметр, измеряемый уровнемером, для вывода его в виде тока (произвести привязку токового выхода к параметру) и может иметь, например, следующий вид:

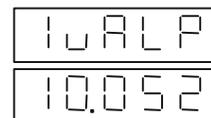


(от английских слов I – обозначение тока и ASSOCIATION – “соединение”)

Параметр имеет табличный тип. Возможные значения параметра для выбора приведены в таблице 4.

Следующий экран позволяет в ручном режиме задать значение параметра, которое затем будет преобразовано в ток, что может быть полезно, в частности, при тестировании токового выхода. При этом, предварительно, необходимо установить значение настройки привязки токового выхода, задаваемого предыдущим экраном, равным “noPAR” (нет привязки токового выхода).

Экран может иметь, например, следующий вид:



(от английских слов VALUE PARAMETER – “значение параметра”)

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение должно вводиться в масштабе шкалы, заданной параметрами P_0 и P_{100} . Преобразование введенного параметра в ток производится блоком по УНКР.407631.004 РЭ.

Хотя данный параметр вводится по правилам ввода настроек, он к настройкам не относится и в энергонезависимой памяти не сохраняется, то есть, при выключении питания блока его значение будет потеряно. При включении блока параметр имеет нулевое значение.

Далее следуют экраны трех групп настроек, аналогичных изложенной в данном пункте, для второго, третьего и четвертого токовых выходов.

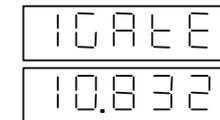
4.15 Экраны параметров настройки ключей блока

Для каждого ключа задается своя группа настроек. По составу группы одинаковы.

Принадлежность настройки определенному ключу задается индексом (1 или 2), который соответствует индексу в обозначении ключа на схеме приложения Н УНКР.407631.004 РЭ.

Далее приводится группа настроек на примере первого ключа. Индекс выводится в крайней левой позиции верхней строки экранов.

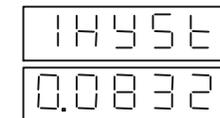
Экран ввода значения порога срабатывания ключа может иметь, например, следующий вид:



(от английского слова GATE – “порог”)

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в единицах привязанного к ключу параметра. Алгоритм функционирования ключа подробно изложен в УНКР.407631.004 РЭ.

Экран ввода значения гистерезиса срабатывания ключа может иметь, например, следующий вид:



(от английского слова HYSTERESIS – “гистерезис”)

Параметр имеет формат числа с плавающей точкой. Задаваемое значение вводится в единицах привязанного к ключу параметра.

Экран выбора параметра, измеряемого уровнемером, для привязки его к ключу может иметь, например, следующий вид:

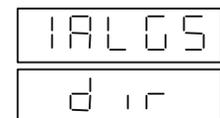


(от английских слов SWITCH – “ключ” и ASSOCIATION – “соединение”)

Параметр имеет табличный тип. Возможные значения параметра для выбора приведены в таблице 4.

Следующий экран позволяет задать вид алгоритма функционирования ключа (прямой или обратный), если к нему привязан какой-либо параметр. При этом, для прямого алгоритма, при превышении привязанным значением порога происходит замыкание ключа, для обратного – размыкание.

Экран может иметь, например, следующий вид:



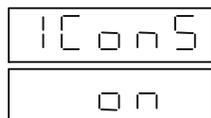
(от английского выражения ALGORITHM OF THE SWITCH – “алгоритм ключа”)

Параметр имеет табличный тип и выбирается из двух возможных значений: DIR (от английского слова DIRECT – “прямо”) и BAC (от английского слова BACK – “обратно”).

Если к ключу нет привязки параметра, то данная настройка никак не используется.

Следующий экран позволяет в ручном режиме задать состояние ключа (замкнуть/разомкнуть), что может быть полезно, в частности, при тестировании ключа. При этом, предварительно, необходимо установить значение настройки привязки параметра к ключу равным “noPar” (нет привязки параметра).

Экран может иметь, например, следующий вид:



(от английских слов CONTROL - “управление” и SWITCH – “ключ”)

Параметр имеет табличный тип и выбирается из двух возможных значений: ON (“замкнуть”) и OFF (“разомкнуть”).

Хотя данный параметр вводится по правилам ввода настроек, он к настройкам не относится и в энергонезависимой памяти не сохраняется, то есть, при выключении питания блока его значение будет потеряно. При включении блока параметр имеет значение OFF.

5 СВЯЗ БЛОКА С ЭВМ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ

5.1 Общие сведения

Блок может обмениваться данными с ЭВМ по интерфейсу RS-485. Линия связи блока с ЭВМ трехпроводная (сигналы DATA+, DATA– и GND).

Связь блока с ЭВМ разрешена во всех режимах его работы.

Блок обменивается информацией с ЭВМ в формате протокола Modbus RTU, разработанного фирмой Schneider Automation для поддержки своих контроллеров серии Modicon, и ставшим фактическим мировым стандартом. 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 блока и ЭВМ.

Связь блока с ЭВМ осуществляется по технологии “ведущий-ведомый”, при этом ЭВМ является *ведущим устройством*, а блок – *ведомым*.

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

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

Адрес ведомого устанавливается в режиме просмотра и изменения настроек блока с помощью параметра настройки “адрес блока в сети”.

Ведущий может адресовать индивидуальный блок, 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 блоков (без наличия повторителей в сети, образованной блоками и ЭВМ), что обусловлено нагрузочной способностью выходных интерфейсных схем блока.

5.2 Сообщения протокола MODBUS RTU

5.2.1 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 блока возможные адреса лежат в диапазоне от 0 до 237, 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.

5.2.2 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).

Блок 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), два стоп-бита;

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

Информационные биты передаются начиная с младшего.

Скорость передачи данных и вид контроля паритета при работе с интерфейсом задаются в режиме просмотра и изменения настроек прибора.

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 широковещательном 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.

Блоки непрерывно отслеживают приемные линии, включая интервалы паузы. Когда будет принято первое поле сообщения (адрес ведомого), блок 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 блок считает, что сообщение окончено и начинает его обработку. Это приведет к возникновению ошибки контрольной суммы, так как поле кода проверки ошибок, рассчитанное блоком, будет не совпадать с принятым в сообщении.

Поле данных в сообщении содержит шестнадцатеричные числа в диапазоне от 0 до 0FFF. 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 или ключей, 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 блока), 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).

5.2.3 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 блок на выполнение проверки четности, проверки нечетности или отсутствия 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 бита сообщения. Принимающий блок 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 шестнадцатитбитным 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) Сдвиг CRC-регистра на один бит вправо (в сторону младшего бита) - при этом в старший бит регистра вдвигается ноль.

4) Проверка выдвинутого из регистра бита:

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

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

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

6) Повторяем шаги 2...5 для следующего байта сообщения. Продолжаем 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.

5.2.4 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.

5.3 Поддерживаемые блоком функции протокола Modbus

Список поддерживаемых блоком функций протокола Modbus представлен в таблице 6 (коды функций представлены в виде десятичных чисел). Далее в разделе подробно рассматриваются структуры запросов, ответов и действия, выполняемые блоком для каждой функции.

Таблица 6

Код функции	Название функции
01	Чтение состояния ключей
03	Чтение регистров настройки
04	Чтение регистров данных
05	Управление одиночным ключом
07	Чтение статуса блока
08	Диагностика линии связи
15	Групповое управление ключами
16	Запись регистров настройки

5.3.1 Функция 01 – чтение состояния ключей блока

Данная функция позволяет считать состояние изолированных ключей, имеющихся в составе блока. Широковещательный запрос не поддерживается.

Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес считываемых ключей и число ключей, состояние которых будет считано.

Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	01
Старший байт адреса начального ключа	00
Младший байт адреса начального ключа	00
Старший байт количества читаемых ключей	00
Младший байт количества читаемых ключей	02
Младший байт CRC-кода	BF
Старший байт CRC-кода	5B

Так как в составе блока имеется только два ключа, адрес начального ключа и старший байт количества читаемых ключей всегда должны иметь нулевые значения. Младший байт количества читаемых ключей должен иметь значение "2" (по числу ключей, имеющихся в составе блока). При несовпадении полей адреса начального ключа и количества читаемых ключей с указанными значениями блок будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Структура ответа

Состояние ключей блока возвращается в одном байте данных, в котором каждый бит индицирует текущее состояние ключа. При этом нулевой бит соответствует ключу номер один, первый бит соответствует ключу номер два.

Единичное состояние бита соответствует замкнутому состоянию ключа, нулевой бит определяет разомкнутый ключ. Остальные биты байта данных (биты 2...7) всегда имеют нулевые значения.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	01
Счетчик байт данных	01
Текущее состояние ключей	02
Младший байт CRC-кода	D4
Старший байт CRC-кода	89

В данном примере в качестве текущего состояния ключей возвращается байт с шестнадцатеричным значением 02H или, в двоичной форме, 00000010. Таким образом, второй ключ находится в замкнутом состоянии, первый ключ – в разомкнутом.

5.3.2 Функция 03 – чтение регистров настройки блока

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

Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес регистра настройки и число регистров, содержимое которых будет считано, которое может принимать значения от единицы до 125. Регистры настройки адресуются с нулевого адреса. Значения адреса начального регистра и количества читаемых регистров должны находиться в диапазоне допустимых значений в соответствии с таблицей 9, 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	40
Младший байт регистра настроек с адресом 0000H	80
Старший байт регистра настроек с адресом 0001H	00
Младший байт регистра настроек с адресом 0001H	00
Младший байт CRC-кода	CC
Старший байт CRC-кода	DA

В данном примере содержимое регистра 0000H равно 4080H, регистр 0001H содержит значение 0000H.

5.3.3 Функция 04 – чтение регистров данных блока

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 единицы до 91. Регистры данных адресуются с нулевого адреса. Значения адреса начального регистра и количества читаемых регистров должны находиться в диапазоне допустимых значений в соответствии с таблицей 7, иначе прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
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	01
Младший байт CRC-кода	33
Старший байт CRC-кода	5A

В приведенном примере запрашивается выдача содержимого регистра данных с нулевым адресом.

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 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	04
Счетчик байт данных	02
Старший байт данных регистра с адресом 0	00
Младший байт данных регистра с адресом 0	80
Младший байт CRC-кода	79
Старший байт CRC-кода	53

В данном примере содержимое регистра данных с нулевым адресом равно 80H.

5.3.4 Функция 05 – управление одиночным ключом

Данная функция позволяет установить один из изолированных ключей, имеющих в составе блока, в замкнутое или разомкнутое состояние. При широковещательном запросе функция управляет соответствующим ключом во всех подключенных к ведущему блоках.

Структура запроса

Запрос определяет номер управляемого ключа (нумерация ключей ведется с нуля) и состояние, в которое должен перейти ключ. Новое состояние ключа задается содержимым поля данных. При этом для замыкания ключа в поле данных должно быть передано значение FF00H, а для размыкания – 0000H. Все другие значения поля данных являются неправильными и будут приводить к генерации ведомым ответа ошибочной ситуации.

Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	05
Старший байт номера ключа	00
Младший байт номера ключа	01
Старший байт данных управления ключом	FF
Младший байт данных управления ключом	00
Младший байт CRC-кода	DF
Старший байт CRC-кода	6A

В данном примере запрос устанавливает ключ номер два в замкнутое состояние.

Так как в составе блока имеется только два ключа, номер ключа может принимать значения ноль или единица. При несовпадении поля номера ключа с указанными значениями блок будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Ключ блока устанавливается в состояние, указанное в запросе, сразу же после завершения обработки сообщения. Дальнейшее состояние ключа зависит от его параметров настройки:

– если ключ не привязан к какому-либо каналу измерений, он остается в состоянии, заданном данной функцией, до получения следующего запроса на управление ключом;

– если ключ привязан к каналу измерений, программное обеспечение блока будет устанавливать ключ в необходимое состояние в соответствии с логикой работы ключа (см. УНКР.407631.004 РЭ).

Структура ответа

Нормальный ответ представляет собой эхо запроса и возвращается после установки требуемого ключа в заданное состояние.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	05
Старший байт номера ключа	00
Младший байт номера ключа	01
Старший байт данных управления ключом	FF
Младший байт данных управления ключом	00
Младший байт CRC-кода	DF
Старший байт CRC-кода	6A

5.3.5 Функция 07 – чтение статуса блока

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

Структура запроса

В запросе отсутствует поле данных. Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	07
Младший байт CRC-кода	4C
Старший байт CRC-кода	22

Структура ответа

Нормальный ответ содержит байт статуса блока.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	07
Статус прибора	1D
Младший байт CRC-кода	E3
Старший байт CRC-кода	FC

5.3.6 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 блок будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

5.3.7 Функция 15 (0FH) – групповое управление ключами

Данная функция позволяет установить ключи, имеющиеся в составе блока, в замкнутое или разомкнутое состояние. При широковещательном запросе функция управляет ключами во всех подключенных к ведущему блоках.

Структура запроса

Запрос определяет начальный номер управляемых ключей (должен быть всегда равен нулю), число ключей (должно быть всегда равно двум) и состояния, в которые должны перейти ключи. Новые состояния ключей задаются содержимым поля данных. При этом бит 0 соответствует ключу

номер 1, бит 1 соответствует ключу номер 2. Значения битов со второго по седьмой не учитываются.

Единичное состояние бита замыкает, нулевое размыкает соответствующий ключ.

Если номер начального номера ключа не равен нулю и/или количество ключей в запросе не равно двум блок будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	0F
Старший байт начального номера ключа	00
Младший байт начального номера ключа	00
Старший байт количества ключей	00
Младший байт количества ключей	02
Счетчик байт	01
Данные управления ключами	01
Младший байт CRC-кода	1E
Старший байт CRC-кода	5B

В данном примере запрос замыкает первый ключ и размыкает второй ключ блока.

Ключи блока устанавливаются в состояние, указанное в запросе, сразу же после завершения обработки сообщения. Дальнейшее состояние ключей зависит от их параметров настройки:

– если ключ не привязан к какому-либо каналу измерений, он остается в состоянии, заданном данной функцией, до получения следующего запроса на управление ключом;

– если ключ привязан к каналу измерений, программное обеспечение блока будет устанавливать ключ в необходимое состояние в соответствии с логикой работы ключа (см. УНКР.407631.004 РЭ).

Структура ответа

Нормальный ответ представляет собой эхо запроса и возвращается после установки ключей в заданное состояние.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	0F
Старший байт начального номера ключа	00
Младший байт начального номера ключа	00
Старший байт количества ключей	00
Младший байт количества ключей	02
Счетчик байт	01
Данные управления ключами	01
Младший байт CRC-кода	1E
Старший байт CRC-кода	5B

5.3.8 Функция 16 (10H) – запись регистров настройки блока

Данная функция позволяет записать значения регистров настройки блока. При широковещательном запросе функция устанавливает содержимое соответствующих регистров настройки во всех подключенных к ведущему блоках.

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 18:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	12
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 0015H	40
Младший байт данных регистра 0015H	80
Старший байт данных регистра 0016H	00
Младший байт данных регистра 0016H	00
Младший байт CRC-кода	BC
Старший байт CRC-кода	03

В приведенном примере записываются два регистра настройки, начиная с адреса 0000H. Для регистра с адресом 0000H записывается значение 4080H, для регистра с адресом 0001H записывается значение 0000H. Интерпретация содержимого регистров настройки подробно рассматривается в следующем разделе.

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

Структура ответа

Поскольку для записи регистров в энергонезависимую память требуется продолжительный интервал времени (до 70 миллисекунд) – с целью предотвращения возникновения условия тайм-аута блок генерирует ответ ошибочной ситуации с кодом “подтверждение”.

Пример ответа для ведомого с адресом 18:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	12
Код функции с установленным старшим битом (10H+80H)	90
Код ошибки “подтверждение”	05
Младший байт CRC-кода	7D
Старший байт CRC-кода	C6

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

5.4 Ответ при ошибочной ситуации

За исключением широковещательного запроса, когда ведущий посылает ведомым 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 блока), 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 ситуации в поле данных ведомый возвращает *код ошибки*, определяющий, какие условия привели к возникновению ошибки.

Ниже приведен пример запроса и ответа ошибочной ситуации.

Запрос:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	0A
Код функции	04
Старший байт адреса начального регистра	00
Младший байт адреса начального регистра	5C
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	04
Младший байт CRC-кода	30
Старший байт CRC-кода	A0

Ответ ошибочной ситуации:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	0A
Код функции	84
Код ошибки	03
Младший байт CRC-кода	72
Старший байт CRC-кода	C3

Поскольку последним адресом регистра данных является 005CH (см. таблицу 7), в запросе адрес начального регистра равен 5CH, а количество читаемых регистров равно четырем, ведомый фиксирует ошибку и возвращает ответ ошибочной ситуации с кодом ошибки 03 (неверные данные). Если бы количество читаемых регистров в запросе имело единичное значение, запрос был бы корректным.

Коды ошибок, выдаваемые блоком, представлены в таблице 7.

Таблица 7

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

5.5 Регистры блока

5.5.1 Регистры данных блока

5.5.1.1 Блок имеет 130 регистров данных. Распределение и формат регистров приведены в таблице 8.

Таблица 8

Адрес регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0000H	Bin	Регистр статуса каналов измерений	относительные единицы
0001H	Bin	Уровень, измеренный по первому поплавку	относительные единицы
0002H	Bin	Уровень, измеренный по второму поплавку	относительные единицы
0003H	Bin	Уровень, измеренный по третьему поплавку	относительные единицы
0004H	Bin	Уровень, измеренный по четвертому поплавку	относительные единицы
0005H	Bin	Давление, измеренное датчиком	относительные единицы
0006H	Bin	Температура, измеренная датчиком	относительные единицы
0007H	Table	Тип подключенного датчика	Коды поддерживаемых типов датчиков приведены в таблице 9
0008H	Table	Тип подключенного датчика ДТМ2	Коды поддерживаемых типов датчиков ДТМ2 приведены в таблице 10
0009H	Table	Регистр диагностики	Коды диагностики приведены в таблице 11
000AH, 000BH	Float	Значение уровня от первого поплавка	м
000CH, 000DH	Float	Значение уровня от второго поплавка	м
000EH, 000FH	Float	Значение уровня от третьего поплавка	м
0010H, 0011H	Float	Значение уровня от четвертого поплавка	м
0012H, 0013H	Float	Значение давления	МПа (кПа для датчиков ДУУ6, ДУУ6-1)
0014H, 0015H	Float	Значение первого канала измерения температуры	°C
0016H, 0017H	Float	Значение второго канала измерения температуры	°C

Продолжение таблицы 8

Адрес регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0018H, 0019H	Float	Значение третьего канала измерения температуры	°C
001AH, 001BH	Float	Значение четвертого канала измерения температуры	°C
001CH, 001DH	Float	Значение пятого канала измерения температуры	°C
001EH, 001FH	Float	Значение шестого канала измерения температуры	°C
0020H, 0021H	Float	Значение седьмого канала измерения температуры	°C
0022H, 0023H	Float	Значение восьмого канала измерения температуры	°C
0024H, 0025H	Float	Значение девятого канала измерения температуры	°C
0026H, 0027H	Float	Значение десятого канала измерения температуры	°C
0028H, 0029H	Float	Значение одиннадцатого канала измерения температуры	°C
002AH, 002BH	Float	Значение двенадцатого канала измерения температуры	°C
002CH, 002DH	Float	Значение тринадцатого канала измерения температуры	°C
002EH, 002FH	Float	Значение четырнадцатого канала измерения температуры	°C
0030H, 0031H	Float	Значение пятнадцатого канала измерения температуры	°C
0032H, 0033H	Float	Значение шестнадцатого канала измерения температуры	°C
0034H, 0035H	Float	Значение первого токового выхода	Единицы привязанного параметра
0036H, 0037H	Float	Значение второго токового выхода	Единицы привязанного параметра
0038H, 0039H	Float	Значение третьего токового выхода	Единицы привязанного параметра
003AH, 003BH	Float	Значение четвертого токового выхода	Единицы привязанного параметра
003CH	Table	Регистр диагностики первого канала измерения датчика	
003DH	Table	Регистр диагностики второго канала измерения датчика	
003EH	Table	Регистр диагностики третьего канала измерения датчика	

003FH	Table	Регистр диагностики четвертого канала измерения датчика	
-------	-------	---	--

Продолжение таблицы 8

Адрес регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0040H	Table	Регистр диагностики пятого канала измерения датчика	
0041H	Table	Регистр диагностики шестого канала измерения датчика	
0042H	Table	Регистр диагностики седьмого канала измерения датчика	
0043H	Table	Регистр диагностики восьмого канала измерения датчика	
0044H	Table	Регистр диагностики девятого канала измерения датчика	
0045H	Table	Регистр диагностики десятого канала измерения датчика	
0046H	Table	Регистр диагностики одиннадцатого канала измерения датчика	
0047H	Table	Регистр диагностики двенадцатого канала измерения датчика	
0048H	Table	Регистр диагностики тринадцатого канала измерения датчика	
0049H	Table	Регистр диагностики четырнадцатого канала измерения датчика	
004AH	Table	Регистр диагностики пятнадцатого канала измерения датчика	
004BH	Table	Регистр диагностики шестнадцатого канала измерения датчика	
004CH, 004DH	Float	Значение плотности продукта	кг/м ³
004EH, 004FH	Float	Значение объема, измеренного по первому поплавку	м ³
0050H, 0051H	Float	Значение массы брутто продукта	т
0052H, 0053H	Float	Значение массы нетто продукта	т
0054H, 0055H	Float	Значение плотности продукта, приведённой к нормальным условиям (15 °C)	кг/м ³
0056H, 0057H	Float	Значение объема продукта, приведённого к нормальным условиям (15 °C)	м ³
0058H, 0059H	Float	Значение давления в газовой подушке меры вместимости (для датчика ДУУ6)	кПа
005AH	Bin	Номер версии ПО блока (старший байт – номер версии, младший	

		байт – подномер версии), значение регистра равно 0007H	
--	--	--	--

006DH	Table	Регистр диагностики шестого канала измерения температуры	
-------	-------	--	--

Продолжение таблицы 8

Адрес регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
005BH	Bin	Число и месяц создания версии ПО блока (старший байт – число, младший байт – месяц), значение регистра равно 1204H	
005CH	Bin	Год создания ПО блока (старший байт – последние две цифры года, младший байт всегда имеет нулевое значение), значение регистра равно 1200H	
005DH, 005EH	Float	Значение объема, измеренного по второму поплавку	м ³
005FH, 0060H	Float	Значение объема, измеренного по третьему поплавку	м ³
0061H, 0062H	Float	Значение объема, измеренного по четвертому поплавку	м ³
0063H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от первого поплавка	
0064H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от второго поплавка	
0065H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от третьего поплавка	
0066H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от четвертого поплавка	
0067H	Table	Регистр диагностики канала измерения давления (гидростатического давления для ДУУ6, ДУУ6-1)	
0068H	Table	Регистр диагностики первого канала измерения температуры	
0069H	Table	Регистр диагностики второго канала измерения температуры	
006AH	Table	Регистр диагностики третьего канала измерения температуры	
006BH	Table	Регистр диагностики четвертого канала измерения температуры	
006CH	Table	Регистр диагностики пятого канала измерения температуры	

Продолжение таблицы 8

Адрес регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
006EH	Table	Регистр диагностики седьмого канала измерения температуры	
006FH	Table	Регистр диагностики восьмого канала измерения температуры	
0070H	Table	Регистр диагностики девятого канала измерения температуры	
0071H	Table	Регистр диагностики десятого канала измерения температуры	
0072H	Table	Регистр диагностики одиннадцатого канала измерения температуры	
0073H	Table	Регистр диагностики двенадцатого канала измерения температуры	
0074H	Table	Регистр диагностики тринадцатого канала измерения температуры	
0075H	Table	Регистр диагностики четырнадцатого канала измерения температуры	
0076H	Table	Регистр диагностики пятнадцатого канала измерения температуры	
0077H	Table	Регистр диагностики шестнадцатого канала измерения температуры	
0078H	Table	Регистр диагностики канала измерения плотности	
0079H	Table	Регистр диагностики канала измерения объема по первому поплавку	
007AH	Table	Регистр диагностики канала измерения объема по второму поплавку	
007BH	Table	Регистр диагностики канала измерения объема по третьему поплавку	
007CH	Table	Регистр диагностики канала измерения объема по четвертому поплавку	
007DH	Table	Регистр диагностики канала измерения массы брутто	

Продолжение таблицы 8

Адрес регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
007EH	Table	Регистр диагностики канала измерения массы нетто	
007FH	Table	Регистр диагностики канала измерения плотности, приведённой к нормальным условиям (15 °C)	
0080H	Table	Регистр диагностики канала измерения объёма, приведённого к нормальным условиям (15 °C)	
0081H	Table	Регистр диагностики канала измерения давления в газовой подушке меры вместимости (для ДУУ6, ДУУ6-1)	
0082H	Bin	Контрольная сумма метрологически значимого ПО, значение регистра равно 642DH	

Примечания

1 Регистры данных с адресами, лежащими в диапазоне от 0000H до 0006H, являются эквивалентом соответствующих регистров данных уровней поплавковых ДУУ4М (комплект ДУУ4М-RS) и выполняют задачу совместимости с указанными уровнемерами. Подробное описание регистров приведено ниже. Данные регистры содержат действительные значения параметров только в случаях комплектации уровнемеров датчиками ДУУ2М исполнения 1.

2 При комплектации уровнемера датчиками ДУУ6, ДУУ6-1 регистры с адресами 0012H и 0013H содержат значение давления гидростатического столба продукта ($P_{ГС}$), регистры с адресами от 0014H до 001DH содержат значения температур датчиков температуры с первого по пятый, регистры с адресами 001EH, 001FH содержат значение температуры датчика температуры, расположенного в корпусе ДУУ6, ДУУ6-1.

3 Возможные значения регистров с адресами, лежащими в диапазонах от 003CH до 004BH и от 0063H до 0081H приведены в таблице 12.

Данные типа FLOAT имеют инверсный формат плавающей точки стандарта IEEE 854-1987 (одиночная точность). Диапазон возможных значений параметра – от минус $3,39 \cdot 10^{38}$ до $3,39 \cdot 10^{38}$.

Параметр хранится в двух смежных регистрах (четырёх байтах). Первый регистр параметра (с меньшим значением адреса) содержит в старшем байте биты от 7 до 1 бита порядка и бит знака мантиссы параметра, а в младшем байте – бит 0 порядка и биты от 22 до 16 мантиссы параметра (мантисса всегда хранится в нормализованном виде и ее 23-й бит, занятый битом 0 порядка, является скрытым и всегда равен 1). Второй регистр параметра содержит в старшем байте биты от 15 до 8 мантиссы параметра и в младшем байте – биты от 7 до 0 мантиссы параметра.

Поля формата распределены по битам параметра следующим образом:

Номер бита	31	30...23	22...0
Поле формата	Знак	Порядок	Мантисса

Данные типа TABLE имеют формат двоичного шестнадцатирядного целого без знака.

Параметр хранится в одном регистре (два байта). Старший байт регистра содержит старший байт параметра, младший байт регистра содержит младший байт параметра.

5.5.1.2 Формат регистров, эквивалентных регистрам уровнемера ДУУ4М-RS

Формат представления данных статусного регистра с адресом 0000H следующий:

Номер бита	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	STT	STP	STL4	STL3	STL2	STL1	STLr
Номер бита	15	14	13	12	11	10	9	8
	0	SFT	SFP	SFL4	SFL3	SFL2	SFL1	SFLr

бит 0 – принимает значение “1” (“0”), если измерение длины ЧЭ датчика невозможно (имеет место);

бит 1 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения уровня первым поплавком отсутствует (имеется);

бит 2 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения уровня вторым поплавком отсутствует (имеется);

бит 3 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения уровня третьим поплавком отсутствует (имеется);

бит 4 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения уровня четвертым поплавком отсутствует (имеется);

бит 5 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения давления отсутствует (имеется);

бит 6 – принимает значение “1” (“0”), если канал измерения температуры отсутствует (имеется);

бит 8 – принимает значение “1” (“0”), если измерение длины ЧЭ датчика завершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STLr=0);

бит 9 – принимает значение “1” (“0”), если измерение уровня первым поплавком совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STL1=0);

бит 10 – принимает значение “1” (“0”), если измерение уровня вторым поплавком совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STL2=0);

бит 11 – принимает значение “1” (“0”), если измерение уровня третьим поплавком совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STL3=0);

бит 12 – принимает значение “1” (“0”), если измерение уровня четвертым поплавком совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STL4=0);

бит 13 – принимает значение “1” (“0”), если измерение давления совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STLP=0);

бит 14 – принимает значение “1” (“0”), если измерение температуры совершилось с (без) ошибкой (действительно только при состоянии STT=0);

биты 7 и 15 – всегда равны 0.

Формат представления данных регистров с адресами, лежащими в диапазоне от 0001H до 0006H (Bin) имеет относительный характер и привязан к значениям 0 % и 100 % диапазонов изменений контролируемых параметров.

При измерении уровня за 0 % принимается положение нижнего среза ЧЭ датчика, а за 100 % - паспортное значение $L_{ЭФ}$.

При измерении избыточного давления 0 % соответствует 0 МПа, а 100 % - 2,5 Мпа.

Для определения значения температуры принято, что 0 % соответствует минус 50 °С, а 100 % - +150 °С.

Результат измерения в цифровом виде заключен в 16-разрядном слове, где 0 % соответствует код 0, а 100 % - код 65535. В общем виде текущее значение измеряемого параметра может быть вычислено по формуле

$$A = (A_{100} \cdot \text{Data} / 65535) + A_0, \quad (1)$$

где A - соответствует либо текущему значению уровня, давления или температуры;

A_{100} - значение физической величины, соответствующее 100 % измеряемого диапазона, для уровня – равное $L_{ЭФ}$, для температуры – 200 °С, для давления – 2,5 МПа ;

A_0 - значение физической величины, соответствующее 0 % измеряемого диапазона, для уровня – равное 0 м, для температуры – минус 50 °С, для давления – 0 МПа;

Data - код цифрового выхода датчика.

5.5.1.3 Коды поддерживаемых типов датчиков приведены в таблице 9.

Таблица 9

Код датчика	Тип датчика
0004H	ДИД1
0010H	ДУУ2М-01-0, ДУУ2М-01А-0
0011H	ДУУ2М-02-0, ДУУ2М-02А-0, ДУУ2М-02Т-0, ДУУ2М-02ТА-0, ДУУ2М-10-0, ДУУ2М-10А-0, ДУУ2М-10Т-0, ДУУ2М-10ТА-0
0012H	ДУУ2М-03-0, ДУУ2М-03А-0
0013H	ДУУ2М-04-0, ДУУ2М-04А-0, ДУУ2М-12-0, ДУУ2М-12А-0
0014H	ДУУ2М-05-0, ДУУ2М-05А-0
0015H	ДУУ2М-06-0, ДУУ2М-06А-0
0016H	ДУУ2М-07-0, ДУУ2М-07А-0
0017H	ДУУ2М-08-0, ДУУ2М-08А-0
0018H	ДУУ2М-01-1, ДУУ2М-01А-1
0019H	ДУУ2М-02-1, ДУУ2М-02А-1, ДУУ2М-02Т-1, ДУУ2М-02ТА-1, ДУУ2М-10-1, ДУУ2М-10А-1, ДУУ2М-10Т-1, ДУУ2М-10ТА-1
001AH	ДУУ2М-03-1, ДУУ2М-03А-1
001BH	ДУУ2М-04-1, ДУУ2М-04А-1, ДУУ2М-12-1, ДУУ2М-12А-1
001CH	ДУУ2М-05-1, ДУУ2М-05А-1
001DH	ДУУ2М-06-1, ДУУ2М-06А-1
001EH	ДУУ2М-07-1, ДУУ2М-07А-1
001FH	ДУУ2М-08-1, ДУУ2М-08А-1

Продолжение таблицы 9

Код датчика	Тип датчика
0040H	ДУУ2М-13-0
0041H	ДУУ2М-14-0, ДУУ2М-14А-0
0042H	ДУУ2М-15-0
0043H	ДУУ2М-16-0, ДУУ2М-16А-0
0048H	ДУУ2М-13-1
0049H	ДУУ2М-14-1, ДУУ2М-14А-1
004AH	ДУУ2М-15-1
004BH	ДУУ2М-16-1, ДУУ2М-16А-1
0050H	ДУУ6
0051H	ДУУ6-1
0080H	ДТМ1-3
0081H	ДТМ1-4
0082H	ДТМ1-5
0083H	ДТМ1-6
0084H	ДТМ1-7
0085H	ДТМ1-8
009FH	ДТМ2
0030H	ДП1

Если код датчика (содержимое регистра с адресом 0007H) равен 009FH – для определения типа датчика ДТМ2, подключенного к блоку, необходимо прочитать регистр с адресом 0008H.

Коды типов датчиков ДТМ2 приведены в таблице 10.

Таблица 10

Код датчика ДТМ2	Тип датчика
0090H	ДТМ2-1-1 или ДТМ2-1А-1
0091H	ДТМ2-1-2 или ДТМ2-1А-2
0092H	ДТМ2-1-3 или ДТМ2-1А-3
0093H	ДТМ2-1-4 или ДТМ2-1А-4
0094H	ДТМ2-1-5 или ДТМ2-1А-5
0095H	ДТМ2-1-6 или ДТМ2-1А-6
0096H	ДТМ2-1-7 или ДТМ2-1А-7
0097H	ДТМ2-1-8 или ДТМ2-1А-8
0098H	ДТМ2-1-9 или ДТМ2-1А-9
0099H	ДТМ2-1-10 или ДТМ2-1А-10
009AH	ДТМ2-1-11 или ДТМ2-1А-11
009BH	ДТМ2-1-12 или ДТМ2-1А-12
009CH	ДТМ2-1-13 или ДТМ2-1А-13
009DH	ДТМ2-1-14 или ДТМ2-1А-14
009EH	ДТМ2-1-15 или ДТМ2-1А-15
009FH	ДТМ2-1-16 или ДТМ2-1А-16
00B0H	ДТМ2-0-1 или ДТМ2-0А-1
00B1H	ДТМ2-0-2 или ДТМ2-0А-2
00B2H	ДТМ2-0-3 или ДТМ2-0А-3
00B3H	ДТМ2-0-4 или ДТМ2-0А-4
00B4H	ДТМ2-0-5 или ДТМ2-0А-5
00B5H	ДТМ2-0-6 или ДТМ2-0А-6
00B6H	ДТМ2-0-7 или ДТМ2-0А-7

Продолжение таблицы 10

Код датчика ДТМ2	Тип датчика
00В7Н	ДТМ2-0-8 или ДТМ2-0А-8
00В8Н	ДТМ2-0-9 или ДТМ2-0А-9
00В9Н	ДТМ2-0-10 или ДТМ2-0А-10
00ВАН	ДТМ2-0-11 или ДТМ2-0А-11
00ВВН	ДТМ2-0-12 или ДТМ2-0А-12
00ВСН	ДТМ2-0-13 или ДТМ2-0А-13
00ВДН	ДТМ2-0-14 или ДТМ2-0А-14
00ВЕН	ДТМ2-0-15 или ДТМ2-0А-15
00ВFN	ДТМ2-0-16 или ДТМ2-0А-16

5.5.1.4 Коды регистра диагностики уровнемера (адрес регистра 0009Н) приведены в таблице 11.

Таблица 11

Значение регистра	Причина выдачи диагностической информации
0000Н	Нормальное функционирование
0001Н	Датчик не поддерживает принятую команду
0003Н	Неверный тип датчика (тип датчика не поддерживается блоком)
0006Н	При обмене информацией блока с датчиком возникла ошибка контрольной суммы
0007Н	При обмене информацией блока с датчиком произошел тайм-аут
0009Н	Тест датчика завершился со сбоем
000ВН	Отказ датчика
000ДН	Измерение не готово (идет первоначальный набор значений для вычисления параметра)
0013Н	Сбой настроек блока

Коды регистров диагностики каналов измерения уровнемера (адреса регистров с 003СН по 004ВН) приведены в таблице 12.

Таблица 12

Значение регистров	Причина выдачи диагностической информации
0000Н	Нормальное функционирование
0004Н	Отсутствие канала измерения в подключенном датчике (были запрошены данные несуществующего канала)
000АН	Сбой канала измерения

5.5.2 Регистры настройки блока

Блок имеет три группы регистров настроек. Распределение и формат регистров настроек первой группы приведены в таблице 13.

Таблица 13

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
0000Н, 0001Н	Float	База установки датчика, м
0002Н, 0003Н	Float	Эффективная длина датчика, м
0004Н	Table	Число усредняемых опросов датчика: 0 – усреднение выключено; 1 – 8 усреднений; 2 – 16 усреднений; 3 – 32 усреднения; 4 – 64 усреднения
0005Н, 0006Н	Float	Поправка уровня, измеренного по второму поплавку датчика, м
0007Н, 0008Н	Float	Поправка уровня, измеренного по третьему поплавку датчика, м
0009Н, 000АН	Float	Поправка уровня, измеренного по четвертому поплавку датчика, м
000ВН, 000СН	Float	Вес бита АЦП измерения давления датчика, мат/бит
000ДН, 000ЕН	Float	Начальное смещение характеристики датчика давления датчика, ат
000FN	Table	Скорость обмена блока с датчиком: 0 – 2400 бит/с; 1 – 4800 бит/с
0010Н	Table	Диапазон первого токового выхода: 0 – 0...5 мА; 1 – 0...20 мА; 2 – 4...20 мА
0011Н	Table	Диапазон второго токового выхода: 0 – 0...5 мА; 1 – 0...20 мА; 2 – 4...20 мА
0012Н	Table	Диапазон третьего токового выхода: 0 – 0...5 мА; 1 – 0...20 мА; 2 – 4...20 мА
0013Н	Table	Диапазон четвертого токового выхода: 0 – 0...5 мА; 1 – 0...20 мА; 2 – 4...20 мА
0014Н, 0015Н	Float	0 % шкалы параметра, привязанного к первому токовому выходу, единицы параметра

Продолжение таблицы 13

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
0016H, 0017H	Float	0 % шкалы параметра, привязанного ко второму токовому выходу, единицы параметра
0018H, 0019H	Float	0 % шкалы параметра, привязанного к третьему токовому выходу, единицы параметра
001AH, 001BH	Float	0 % шкалы параметра, привязанного к четвертому токовому выходу, единицы параметра
001CH, 001DH	Float	100 % шкалы параметра, привязанного к первому токовому выходу, единицы параметра
001EH, 001FH	Float	100 % шкалы параметра, привязанного ко второму токовому выходу, единицы параметра
0020H, 0021H	Float	100 % шкалы параметра, привязанного к третьему токовому выходу, единицы параметра
0022H, 0023H	Float	100 % шкалы параметра, привязанного к четвертому токовому выходу, единицы параметра
0024H	Table	Указатель на параметр, привязанный к первому токовому выходу (значения указателя – в соответствии с таблицей 14)
0025H	Table	Указатель на параметр, привязанный ко второму токовому выходу (значения указателя – в соответствии с таблицей 14)
0026H	Table	Указатель на параметр, привязанный к третьему токовому выходу (значения указателя – в соответствии с таблицей 14)
0027H	Table	Указатель на параметр, привязанный к четвертому токовому выходу (значения указателя – в соответствии с таблицей 14)
0028H, 0029H	Float	Значение порога срабатывания первого ключа, единицы привязанного параметра
002AH, 002BH	Float	Значение порога срабатывания второго ключа, единицы привязанного параметра
002CH, 002DH	Float	Значение гистерезиса срабатывания первого ключа, единицы привязанного параметра
002EH, 002FH	Float	Значение гистерезиса срабатывания второго ключа, единицы привязанного параметра
0030H	Table	Указатель на параметр, привязанный к

ключу 1 (значения указателя – в соответствии с таблицей 14)

Продолжение таблицы 13

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
0031H	Table	Указатель на параметр, привязанный к ключу 2 (значения указателя – в соответствии с таблицей 14)
0032H	Table	Алгоритм работы ключа 1: 0 – прямой; 00FFH – обратный
0033H	Table	Алгоритм работы ключа 2 0 – прямой; 00FFH – обратный
0035H, 0036H	Float	Скорость звука датчика, м/с
0037H, 0038H	Float	Высота погружаемой части поплавка типа I датчика ДУУ6 (ДУУ6-1), мм
0039H, 003AH	Float	Смещение магнитной системы относительно нижней кромки поплавка типа I датчика ДУУ6 (ДУУ6-1), мм
003BH, 003CH	Float	Смещение ячейки давления относительно конца датчика ДУУ6 (ДУУ6-1), мм
003DH, 003EH	Float	Плотность поплавка типа I датчика ДУУ6 (ДУУ6-1), кг/м ³
003FH, 0040H	Float	Высота установочного фланца датчика ДУУ6 (ДУУ6-1), мм
0041H, 0042H	Float	Температура стенки резервуара (продукта) при измерении базы установки датчика ДУУ6 (ДУУ6-1), °C
0043H, 0044H	Float	Температура продукта, при которой производилась градуировка резервуара, °C
0045H, 0046H	Float	Массовая доля воды в продукте, %
0047H, 0048H	Float	Массовая доля механических примесей в продукте, %
0049H, 004AH	Float	Массовая доля хлористых солей в продукте, %
004BH	Table	Тип резервуара: 0 – вертикальный; 1 – горизонтальный;
004CH	Table	Тип продукта: 0 – нефть; 1 – бензин; 2 – реактивное топливо; 3 – мазут
004DH, 004EH	Float	Значение первого токового выхода
004FH, 0050H	Float	Значение второго токового выхода
0051H, 0052H	Float	Значение третьего токового выхода
0053H, 0054H	Float	Значение четвертого токового выхода

0055H, 0056H	Float	Плотность продукта лабораторная, приведённая к нормальным условиям, кг/м ³
0057H, 0058H	Float	Температура продукта, °C

Возможные значения параметров-указателей приведены в таблице 14.

Таблица 14

Код регистра типа "Указатель"	Описание параметра
0000H	Нет привязанного параметра
0001H	Привязано значение уровня от первого поплавка
0002H	Привязано значение уровня от второго поплавка
0003H	Привязано значение уровня от третьего поплавка
0004H	Привязано значение уровня от четвертого поплавка
0005H	Привязано значение давления
0006H	Привязано значение первого канала измерения температуры
0007H	Привязано значение второго канала измерения температуры
0008H	Привязано значение третьего канала измерения температуры
0009H	Привязано значение четвертого канала измерения температуры
000AH	Привязано значение пятого канала измерения температуры
000BH	Привязано значение шестого канала измерения температуры
000CH	Привязано значение седьмого канала измерения температуры
000DH	Привязано значение восьмого канала измерения температуры
000EH	Привязано значение девятого канала измерения температуры
000FH	Привязано значение десятого канала измерения температуры
0010H	Привязано значение одиннадцатого канала измерения температуры
0011H	Привязано значение двенадцатого канала измерения температуры
0012H	Привязано значение тринадцатого канала измерения температуры
0013H	Привязано значение четырнадцатого канала измерения температуры
0014H	Привязано значение пятнадцатого канала измерения температуры
0015H	Привязано значение шестнадцатого канала измерения температуры
0016H	Привязано значение объёма, измеренного по первому поплавку

0017H	Привязано значение плотности продукта
0018H	Привязано значение массы брутто
0019H	Привязано значение массы нетто
001AH	Привязано значение объёма продукта, приведённого к нормальным условиям

Продолжение таблицы 14

Код регистра типа "Указатель"	Описание параметра
001BH	Привязано значение плотности продукта, приведённой к нормальным условиям
001CH	Привязано значение объёма, измеренного по второму поплавку
001DH	Привязано значение объёма, измеренного по третьему поплавку
001EH	Привязано значение объёма, измеренного по четвёртому поплавку

Регистры с адресами, лежащими в диапазоне от 004DH до 0054H дублируют соответствующие регистры данных с адресами от 0034H до 003BH и служат для обеспечения возможности изменения состояния токовых выходов блока с помощью функции 16 протокола Modbus RTU (описание смотри выше), что, при отсутствии привязки токового выхода к измеряемому параметру, позволяет реализовать режим удаленного управления исполнительным механизмом.

Запись в эти регистры приведет к изменению соответствующих дублирующих регистров данных.

Вторая и третья группы регистров настроек содержат значения точечной функции градуировочной таблицы резервуара. При этом вторая группа содержит регистры таблицы уровней, а третья – регистры таблицы объёма. Формат параметров в таблицах – FLOAT. Размер таблиц – 3000 точек (6000 регистров) каждая.

Распределение и формат регистров настроек второй группы приведены в таблице 15.

Таблица 15

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
1000H, 1001H	Float	Значение уровня нулевой точки градуировочной таблицы, см
1002H, 1003H	Float	Значение уровня первой точки градуировочной таблицы, см
1004H, 1005H	Float	Значение уровня второй точки градуировочной таблицы, см
от 1006H до 276FH	Float	Значения уровней точек от третьей до две тысячи девятьсот девяносто девятой, см

Распределение и формат регистров настроек третьей группы приведены в таблице 16.

Таблица 16

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
3000H, 3001H	Float	Значение объема нулевой точки градуировочной таблицы, м ³
3002H, 3003H	Float	Значение объема первой точки градуировочной таблицы, м ³

Продолжение таблицы 16

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
3004H, 3005H	Float	Значение объема второй точки градуировочной таблицы, м ³
от 3006H до 476FH	Float	Значения объема точек от третьей до две тысячи девятьсот девяносто девятой, м ³

Градуировочная таблица также может быть введена в блок с помощью программы “БСД4 Градуировочная таблица”, входящей в комплект поставки.

6 ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ “БСД4 ГРАДУИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА”

При комплектации уровнемеров датчиками уровня (ДУУ2М, ДУУ6 или ДУУ6-1), комплект поставки включает программу для компьютера “БСД4 Градуировочная таблица”, позволяющую упростить процедуру редактирования и ввода градуировочной таблицы резервуара в блок.

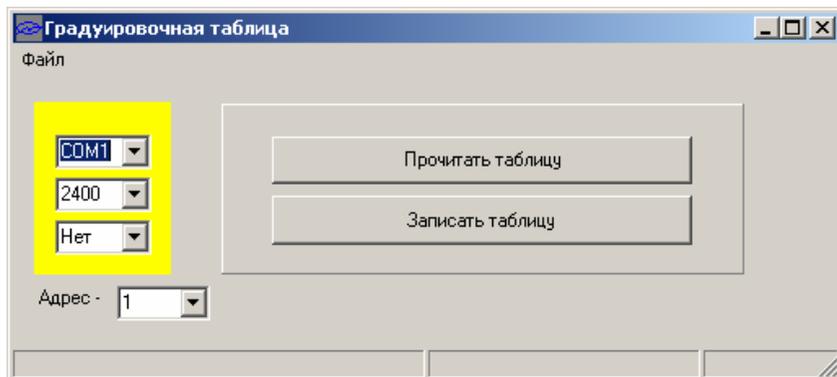
Программа позволяет прочитать из памяти блока действующую градуировочную таблицу и сохранить ее на жёстком диске компьютера в виде текстового файла в формате “Обычный текст” (по терминологии Microsoft Office Word).

Программа позволяет прочитать из текстового файла на жёстком диске компьютера градуировочную таблицу и записать ее в энергонезависимую память блока.

Перед запуском программы необходимо подключить блок к компьютеру посредством конвертера интерфейса RS-485 в один из свободных коммутационных интерфейсов компьютера и произвести настройку соединения блока с компьютером в соответствии с руководством по эксплуатации УНКР.407631.004 РЭ.

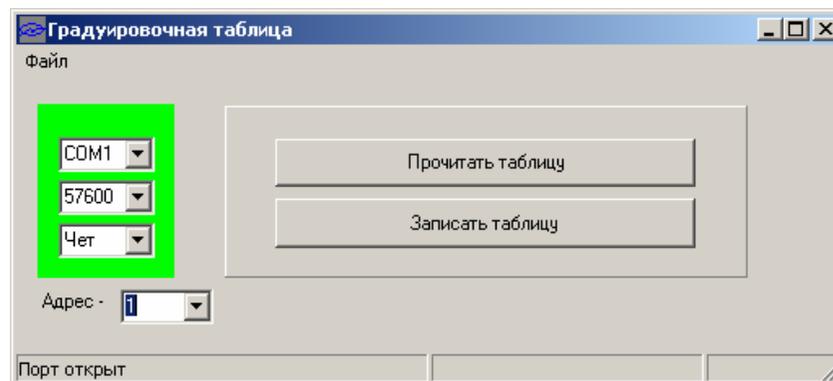
Исполняемый файл для запуска программы – Tabl.exe.

Рабочее окно программы после запуска выглядит следующим образом:



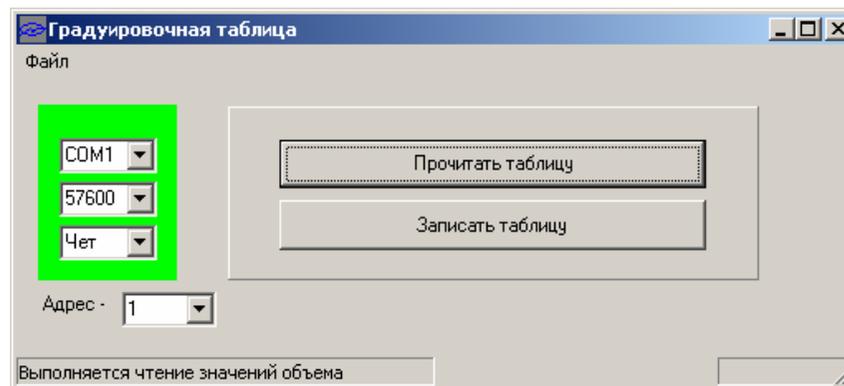
После запуска программы необходимо выбрать коммуникационный порт компьютера, к которому подключен блок и задать параметры связи, которые должны совпадать с соответствующими параметрами настройки блока. Если выбираемый порт существует и не занят другим приложением, цвет обрамления панели настройки порта изменится на зелёный, в противном случае примет красный цвет. Меняя значение на вкладке “Адрес”, необходимо выбрать адрес подключённого блока, соответствующий адресу в параметрах настройки блока.

После завершения настройки порта и выбора адреса рабочее окно программы будет иметь, например, следующий вид:



Нажатие левой кнопки “мыши” на поле “Прочитать таблицу” инициирует старт процесса чтения таблицы из памяти блока в память компьютера.

Процесс чтения отображается в строке состояния внизу рабочего окна:

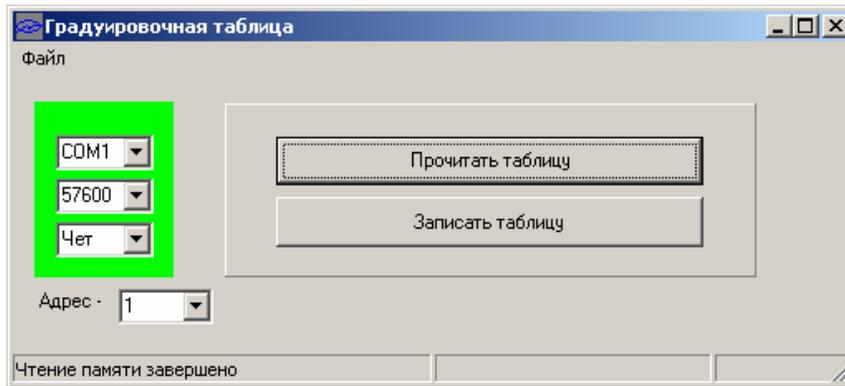


сохранения его в виде файла на диске компьютера по приведенной выше методике. После этого полученный шаблон редактируется в соответствии с требованиями пользователя.

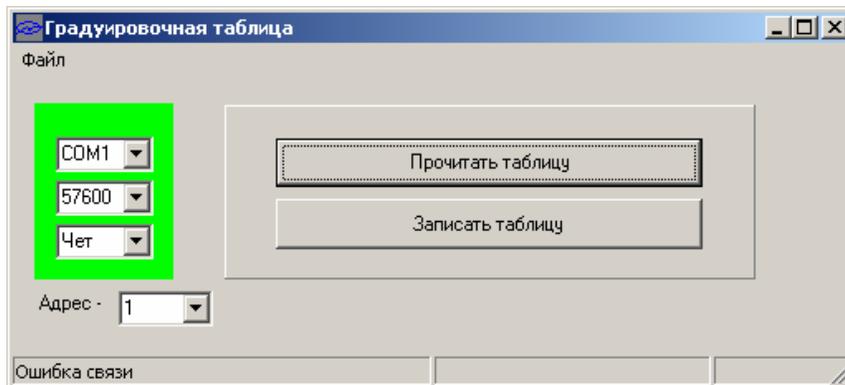
Файл с градуировочной таблицей может быть отредактирован на компьютере в любом доступном текстовом редакторе (например, WordPad, Microsoft Word), позволяющем сохранить его на диск в текстовом формате (*.txt). Файл должен содержать два столбца цифр, разделённых символами пробела или табуляции. Левый столбец должен содержать значения уровня точечной функции градуировочной таблицы в сантиметрах, правый столбец должен содержать соответствующие им значения объёма точечной функции градуировочной таблицы в метрах кубических. Значения уровня и объёма могут иметь дробную часть, в качестве разделителя целой и дробной частей должен использоваться символ разделителя, установленный в настройках региональных параметров операционной системы (Windows) (обычно это точка или запятая). Также необходимо, чтобы считывание таблицы из блока и последующее её редактирование производились при одинаковом значении настройки символа разделителя операционной системы. Общее количество вводимых (редактируемых) точек функции (строк файла) должно быть равно 3000. Если требуемый размер таблицы менее 3000 точек – вводимые точки должны располагаться последовательно, начиная с первой строки. Оставшиеся неотредактированными строки (до трехтысячной), должны содержать произвольные значения в заданном формате.

Нажатие левой кнопки “мыши” на поле “Записать таблицу” инициирует старт процесса записи таблицы из памяти компьютера в энергонезависимую память блока. Перед записью производится чтение таблицы из памяти блока и сравнение ее с таблицей, хранящейся в памяти компьютера. Если таблицы полностью совпадают – процесс записи останавливается и в строке состояния рабочего окна появляется соответствующее сообщение:

В случае успешного завершения чтения рабочее окно примет вид:



В случае возникновения ошибок при чтении рабочее окно примет вид:

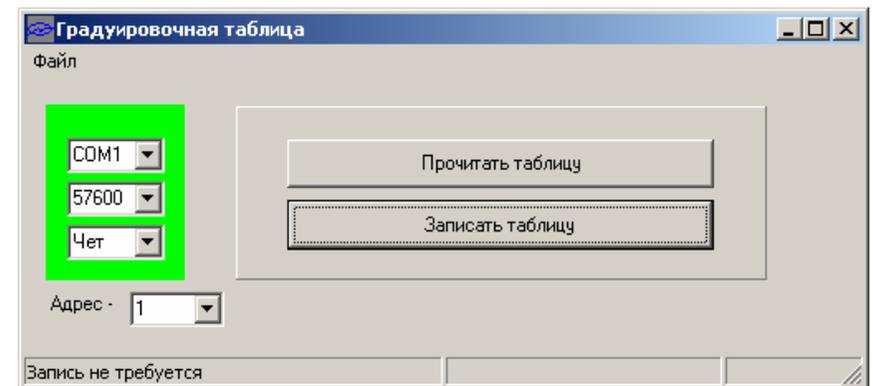


Меню “Файл” рабочего окна содержит стандартные варианты для выбора: “Открыть” и “Сохранить”.

Операция “Сохранить” позволяет записать прочитанную из памяти блока таблицу в виде текстового файла на диск компьютера. Имя и расширение файла могут быть выбраны пользователем произвольными.

Операция “Открыть” позволяет прочитать таблицу из файла в память компьютера для последующей записи в память блока.

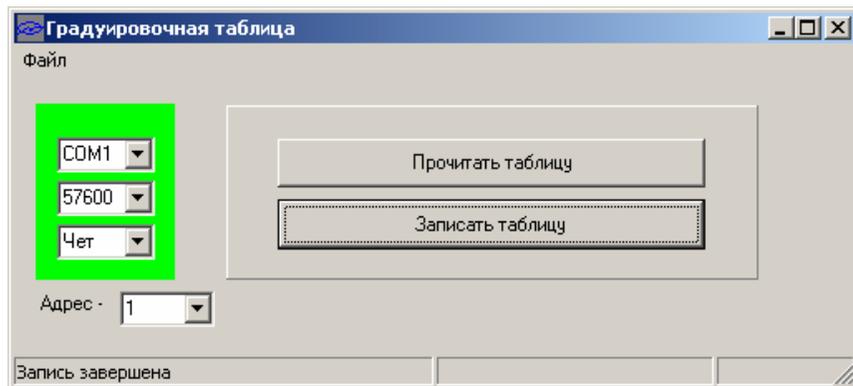
Блок поставляется с предустановленным вариантом градуировочной таблицы. Работу с таблицей рекомендуется начинать с получения её шаблона путем считывания предустановленного варианта из памяти блока и



Если в процессе сравнения найдены отличия, инициируется процесс записи, который отображается в строке состояния внизу рабочего окна.

По окончании записи производится проверка на совпадение таблицы в памяти компьютера и таблицы в памяти блока.

Если проверка завершена успешно, рабочее окно примет вид:



Фирма-изготовитель 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:

- АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
- БСД - блок сопряжения с датчиком;
- ДИД - датчик избыточного давления;
- ДП - датчик плотности;
- ДТМ - датчик температуры многоточечный;
- ДУУ - датчик уровня ультразвуковой;
- ЗАО - закрытое акционерное общество;
- ПО - программное обеспечение;
- ЧЭ - чувствительный элемент;
- ЭВМ - электронная вычислительная машина.