Акционерное общество “Альбатрос”

Утвержден
УНКР.466514.022-102 РО-ЛУ

ОКП 42 1715

Контроллер ГАММА-8МА

Руководство оператора
УНКР.466514.022-102 РО

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ 2
2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ ПРИБОРА 3
3 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ДАННЫХ 4
4 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ НАСТРОЕК ПРИБОРА 12
5 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ АРХИВА 16
6 СВЯЗЬ ПРИБОРА С ЭВМ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ 18
6.1 Общие сведения 18
6.2 Сообщения протокола MODBUS 19
6.2.1 Структура сообщений 19
6.2.2 Описание режима RTU 19
6.2.3 Методы проверки ошибок Modbus RTU 20
6.2.4 Условие тайм-аута Modbus RTU 21
6.2.5 Описание режима TCP 21
6.3 Поддерживаемые прибором функции протокола Modbus 21
6.3.1 Функция 01 – чтение состояния ключей прибора 21
6.3.2 Функция 03 – чтение регистров настройки 22
6.3.3 Функция 04 – чтение регистров данных 23
6.3.4 Функция 05 – управление одиночным ключом 23
6.3.5 Функция 07 – чтение статуса прибора 24
6.3.6 Функция 08 – диагностика линии связи 24
6.3.7 Функция 15 (0FH) – групповое управление ключами 24
6.3.8 Функция 16 (10H) – запись регистров настройки 25
6.4 Ответ при ошибочной ситуации 25
6.5 Регистры прибора 26
6.5.1 Регистры данных прибора 26
6.5.2 Регистры настроек 33
7 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СО СТРАНИЦАМИ HTTP СЕРВЕРА ПРИБОРА 40
8 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИБОРА С ВНЕШНИМ USB FLASH НАКОПИТЕЛЕМ 44
9 ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ “АДМИНИСТРАТОР ГАММА-8МА” 46

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство оператора содержит сведения о версии 01.02 (01.03) программного обеспечения (ПО) контроллера ГАММА-8МА (далее “прибор”) и предназначено для обучения обслуживающего персонала работе с прибором и его программированию.

Документ содержит также сведения о режимах индикации и порядке работы с клавиатурой прибора, о протоколах связи прибора с удаленным компьютером верхнего уровня (далее “ЭВМ”), принципах построения потоков данных между прибором и ЭВМ и информацию для разработки ПО ЭВМ, работающей с прибором.

Кроме настоящего руководства необходимо изучить руководство по эксплуатации на контроллер ГАММА-8МА УНКР.466514.022 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 прибора.

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

– весь текст должен быть скопирован целиком, без каких бы то ни было изменений и сокращений;

– все копии должны содержать ссылку на авторские права АО “Альбатрос”;

– настоящий материал нельзя распространять в коммерческих целях (с целью извлечения прибыли).

ГАММА-8МА является товарным знаком АО “Альбатрос”.

© 2011…2020 АО “Альбатрос”. Все права защищены.

2 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ ПРИБОРА

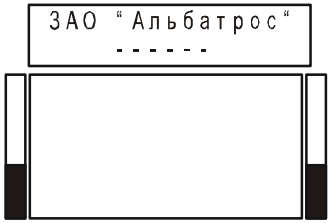
На передней панели прибора расположены две строки по пять семисегментных символьных светодиодных индикаторов, образующие *цифровой* дисплей, две двадцатисегментных светодиодных шкалы (*правая шкал*а и *левая шкала*) для индикации текущего состояния ключей прибора или вывода, в виде шкалы, текущих значений параметров, двухстрочный тридцатидвухсимвольный жидкокристаллический индикатор, являющийся *текстовым дисплеем* и клавиатура из шести клавиш.

При работе используются два варианта нажатия клавиш:

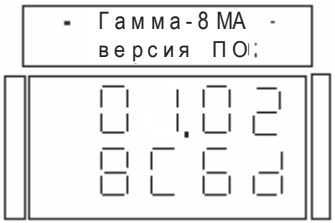
– *короткое нажатие на клавишу* заключается в кратковременном (не более двух секунд) нажатии на клавишу, при этом реакция наступает в момент отпускания клавиши;

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

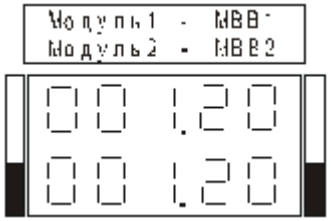
После включения питания производится тестирование прибора, при этом информация на индикаторах передней панели выглядит следующим образом:



По окончании тестирования на цифровой дисплей выводится номер версии и контрольная сумма (CRC, 16 бит) метрологически значимого ПО прибора, при этом передняя панель выглядит следующим образом:



Переход к следующему экрану происходит по нажатию любой клавиши или автоматически, по истечении пяти секунд. Экран отображает наличие и номенклатуру модулей ввода-вывода в составе прибора и номера версий ПО модулей.



Верхняя строка текстового дисплея содержит тип модуля, установленного в первой позиции прибора (номера позиций соответствуют маркировке, нанесённой на верхнюю панель прибора), вторая – тип модуля, установленного во второй позиции. При отсутствии модуля, в соответствующей позиции типа модуля выводится слово "нет".

Верхняя строка цифрового дисплея содержит номер версии ПО модуля, установленного в первой позиции, вторая – номер версии ПО модуля, установленного во второй позиции.

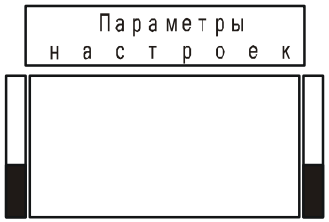
Нажатие кнопки "▼" приведёт к переходу к экранам выбора режима индикации.

Прибор имеет три режима индикации:

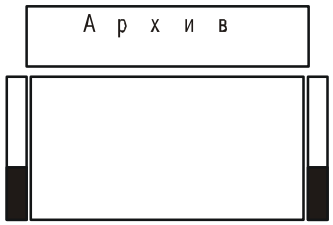
– режим индикации текущих значений данных;
– режим просмотра и изменения настроек;
– режим просмотра архива.

В режиме индикации данных прибор производит индикацию параметров, измеряемых подключёнными к нему датчиками, а также позволяет просматривать и изменять значения параметров настроек модулей прибора и подключённых к ним датчиков. Экран выбора режима выглядит следующим образом:

В режиме просмотра и изменения настроек прибор продолжает выполнять функции измерения и управления и, параллельно, обеспечивает возможность просмотра и изменения параметров настроек, являющихся общими для прибора. Экран выбора режима выглядит следующим образом:



В режиме просмотра архива прибор продолжает выполнять функции измерения и управления и, параллельно, производит индикацию параметров данных архивных записей, а также позволяет просматривать и изменять значения параметров настроек архива. Экран выбора режима выглядит следующим образом:



Переключение между экранами выбора режима производится кнопками “◄” и “►”. Переход к выбранному режиму индикации производится кнопкой “▼”.

3 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ ДАННЫХ

Первый экран режима содержит информацию о датчиках, подключённых к прибору.

Поддерживаемые прибором 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 чувстви-тельного элемента
ДИД1	Давление	–	–
ДИД2	Давление	–	–
ДУУ2М-01-0, ДУУ2М-01А-0, ДУУ2М-01-1, ДУУ2М-01А-1	уровень (уровень раздела сред), объём, масса	1	жёсткий
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)	жёсткий
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	жёсткий
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)	жёсткий
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	жёсткий

Продолжение таблицы 1

Тип датчика, номер разработки	Измеряемые и вычисляемые параметры	Количество поплавков (датчиков температуры)	Тип чувстви-тельного элемента
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)	жёсткий
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	жёсткий
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)	жёсткий
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	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, уровень раздела сред, температура, объём и масса верхней фазы, объёмы нижних фаз	4 (1)	гибкий
ДУУ6	уровень, температура, гидростатическое давление, давление в газовой подушке, объём, плотность, объём, приведенный к 15 °С, плотность, приведённая к 15 °С, масса	1 (6)	жёсткий

Продолжение таблицы 1

Тип датчика, номер разработки	Измеряемые и вычисляемые параметры	Количество поплавков (датчиков температуры)	Тип чувствительного элемента
ДУУ6-1	уровень, уровень раздела сред, температура, гидростатическое давление, давление в газовой подушке, объём, плотность, объём, приведенный к 15 °С, плотность, приведенная к 15 °С, масса	2 (6)	жёсткий
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, плотность, приведённая к 15 °С	(1)	гибкий
РДУ1, РДУ3, УТР1	уровень, объём, масса	–	–

Экран может иметь, например, следующий вид :

В левой части текстового дисплея выводятся индексы модуля и каналов, для которых показаны типы подключённых датчиков.

Индексы модулей соответствуют их позициям установки в приборе. Индексы каналов соответствуют схеме соединений, приведённой в приложении С руководства по эксплуатации УНКР.466514.022 РЭ.

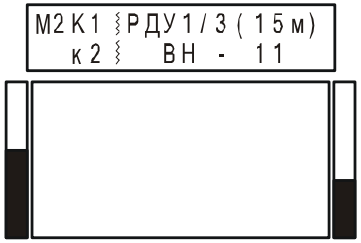
Для данного экрана верхняя строка текстового дисплея содержит тип датчика, подключённого к первому каналу первого модуля, вторая строка содержит тип датчика, подключённого ко второму каналу первого модуля.

Канал, который обозначается заглавной буквой “К” (для показанного экрана это первый канал) является активным, т.е. для него будут выводиться последующие экраны данных. Переключение активного канала производится клавишей “►”.

Переключение между модулями прибора производится клавишей “◄”.

При переключении на отсутствующий модуль вместо типов датчиков будет выведено диагностическое сообщение “ВН-15”, означающее отсутствие модуля.

При отсутствии в канале подключённого датчика вместо его типа будет выведено диагностическое сообщение “ВН-11”, означающее отсутствие датчика. Для этого случая экран может иметь, например, следующий вид :



В данном случае, модуль МВВ2 имеет всего один измерительный канал.

Тип датчика, подключенного к модулю МВВ2, выводится в виде “РДУ1/3 (15 м)” (для РДУ1 или РДУ3 с диапазоном измерений 15 м, а также УТР1) или “РДУ1/3 (25 м)” (для РДУ1 или РДУ3 с диапазоном измерений 25 м).

При подключении к модулю датчика ДУУ2М или ДТМ2 с индексом “А” (например ДУУ2М-16А-1 или ДТМ2-0А) при выводе на экран типа датчика индекс “А” не отображается.

Коды диагностики, поддерживаемые прибором, 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 прибором	Проверить тип датчика в канале измерений
06 ошибка контрольной суммы	При обмене информацией прибора с датчиком возникла ошибка контрольной суммы	См. примечание
07 тайм-аут приема	При обмене информацией прибора с датчиком произошел тайм-аут	См. примечание
09 тест датчика завершился со сбоем	Неисправность датчика	Проверить исправность датчика в канале измерений

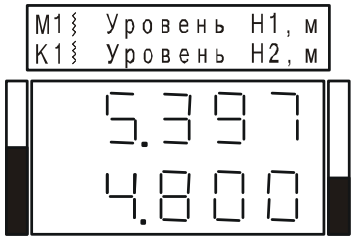
Продолжение таблицы 2

Номер диагностического сообщения и его расшифровка	Причина вывода сообщения	Действия пользователя
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
14 вне диапазона	Измеренное значение находится вне диапазона возможных значений	Проверить исправность датчика в канале измерений и правильность программирования прибора
15 отсутствие связи с модулем прибора	Модуль ввода-вывода отсутствует или не отвечает на запросы ячейки индикации	Проверить исправность и наличие модуля в данной позиции
16 отрицательное значение	При расчете уровня или объема получено отрицательное значение	Проверить значения базы установки датчика или градуировочной таблицы
Примечание – Диагностические сообщения с номерами 06 и 07 появляются при несовпадении скоростей обмена, установленных в приборе и датчике. Кроме того, данные сообщения могут возникать из-за нарушения целостности кабеля связи прибора с датчиком и несоответствия характеристик кабеля требуемым.		

Длинное нажатие на клавишу “*” приведёт к переходу к экранам просмотра и изменения настроек активного канала и модуля (подробно рассматривается ниже).

Короткое нажатие на клавишу “▼” приведёт к выводу экранов данных датчика, подключённого к активному каналу.

Экран может иметь, например, следующий вид:



В левой части текстового дисплея выводятся индексы модуля и активного канала. Одновременно на экран выводятся до двух параметров, при этом верхняя и нижняя строки текстового дисплея содержат названия и единицы измерения выводимых параметров, а соответствующие им верхняя и нижняя строки цифрового дисплея содержат их текущие значения.

Переход между экранами данных канала измерения производится клавишами “▼” и “▲”.

Количество экранов и состав выводимых параметров зависит от типа датчика, подключённого к активному каналу.

Общий перечень параметров данных датчиков приведён в таблице 3.

Таблица 3

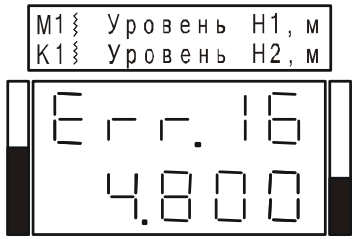
Обозначение	Описание параметра
Уровень H1, м	Уровень, измеренный по первому поплавку датчика (для поплавковых датчиков уровня), уровень (для РДУ1, РДУ3 и УТР1)
Уровень h1, м	Уровень, измеренный по первому поплавку датчика ДУУ6 или ДУУ6-1 без учета гидростатического давления (рассчитанный по формуле (32) Руководства по эксплуатации УНКР.466514.022 РЭ)
Уровень H2, м	Уровень, измеренный по второму поплавку датчика
Уровень h2, м	Уровень, измеренный по второму поплавку датчика ДУУ6-1 без учета гидростатического давления (рассчитанный по формуле (46) Руководства по эксплуатации УНКР.466514.022 РЭ)
Уровень H3, м	Уровень, измеренный по третьему поплавку датчика
Уровень H4, м	Уровень, измеренный по четвёртому поплавку датчика
Объём V1, м^3	Объём, измеренный между первым и вторым поплавками датчика (и дном резервуара для однопоплавковых датчиков, ДУУ6-1, РДУ1, РДУ3 и УТР1)
Объём V2, м^3	Объём, измеренный между вторым и третьим поплавками датчика (и дном резервуара для двухпоплавковых датчиков ДУУ2М, ДУУ6-1)
Объём V3, м^3	Объём, измеренный между третьим и четвёртым поплавками датчика (и дном резервуара для трёхпоплавковых датчиков)
Объём V4, м^3	Объём, измеренный между четвёртым поплавком и дном резервуара
Тем-ра t0, ^{O}C	Температура внутри корпуса датчика в месте установки пьезоэлемента (для ДУУ6, ДУУ6-1)
Тем-ра t1, ^{O}C	Температура, измеренная первым термометром датчика (аналогично обозначаются значения температуры, измеренные остальными термометрами)
ρ, кг/м^3	Измеренное значение плотности продукта для рабочих условий (для датчиков, не имеющих каналов измерения параметров, необходимых для расчета плотности, – текущее привязанное значение)
ρ15, кг/м^3	Плотность продукта, приведённая к 15 °C
V при 15^{O}C, м^3	Объём продукта, приведённый к 15 °C
$M_{БРУТТО}$ Мб, т	Масса брутто продукта
$M_{НЕТТО}$ Мн, т	Масса нетто продукта

Продолжение таблицы 3

Обозначение	Описание параметра
$H_{ПОГРУЖЕНИЯ}$, м	Глубина погружения первого поплавка (для поплавковых датчиков уровня)
Давление, кПа	Давление, измеренное каналом измерения давления датчиков ДУУ2М, каналом измерения давления в газовой подушке резервуара датчиков ДУУ6, ДУУ6-1
Давл. ГС, кПа	Давление, измеренное каналом измерения давления гидростатического столба продукта датчиков ДУУ6, ДУУ6-1
$t_{ПРОДУКТА}$, °С	Температура продукта
$t_{СТЕНКИ}$, °С	Температура стенки резервуара
$H_{МИН}$, м	Минимальный уровень продукта, при котором выполняется требование ГОСТ Р 8.595-2004 для погрешности измерения массы продукта (для ДУУ6, ДУУ6-1)

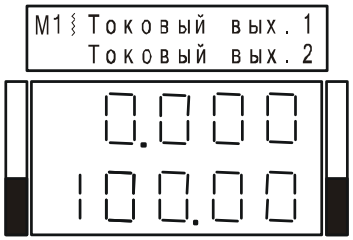
Экраны данных датчика выводятся последовательно, друг за другом, по нажатию клавиши “▼”.

При невозможности расчета отображаемого параметра (вследствие неисправности измерительного канала датчика или вводе некорректных значений настроек) вместо его значения на цифровой дисплей будет выведено сообщение “Err.” с кодом диагностики из таблицы 2. Например, при получении отрицательного значения уровня первого поплавка, экран примет следующий вид:



По завершении вывода экранов данных датчиков начнётся вывод экранов данных текущего модуля.

Экран может иметь, например, следующий вид:



В левой части текстового дисплея выводится индекс модуля. Одновременно на экран выводятся до двух параметров, порядок вывода параметров аналогичен изложенному для экранов данных датчиков.

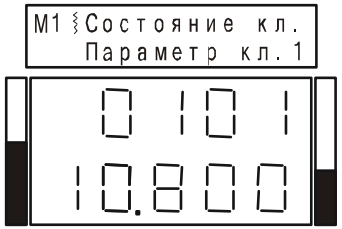
Количество экранов и состав выводимых параметров зависят от типа модуля.

Общий перечень параметров данных модулей приведён в таблице 4.

Таблица 4

Обозначение	Описание параметра
Токовый вых.1	Значение параметра, привязанного к первому токовому выходу модуля, единицы измерения привязанного параметра
Токовый вых.2	Значение параметра, привязанного ко второму токовому выходу модуля, единицы измерения привязанного параметра
Состояние кл.	Состояние ключей модуля
Параметр кл.1	Значение параметра, привязанного к первому ключу модуля, единицы измерения привязанного параметра
Параметр кл.2	Значение параметра, привязанного ко второму ключу модуля, единицы измерения привязанного параметра
Параметр кл.3	Значение параметра, привязанного к третьему ключу модуля, единицы измерения привязанного параметра
Параметр кл.4	Значение параметра, привязанного к четвёртому ключу модуля, единицы измерения привязанного параметра
Регулятор1	Значение управляющего воздействия (выход) первого регулятора, единицы параметра управления (аналогично обозначаются значения управляющего воздействия для остальных регуляторов модуля)

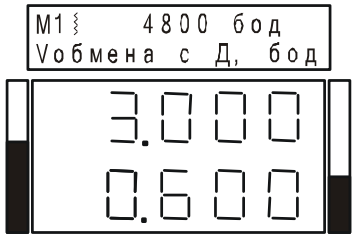
Экран, содержащий текущее состояние ключей модуля, может иметь, например, следующий вид:



В верхней строке цифрового дисплея отображается текущее состояние четырёх ключей первого модуля. Каждый ключ может иметь два возможных состояния: активное (отображается символом единицы) и пассивное (отображается символом ноля). Ключи в строке выводятся по порядку справа налево. Для данного экрана первый и третий ключи имеют активное состояние, второй и четвёртый – пассивное. Соответствие состояния ключей их физическому состоянию (“замкнут” или “разомкнут”) задаётся, для каждого ключа отдельно, значением настройки “алгоритм работы ключа”.

Длинное нажатие на клавишу “*” из экранов данных датчиков приведёт к переходу к экранам просмотра и изменения настроек датчика.

Один из экранов может иметь, например, следующий вид:



С левой стороны верхней строки текстового дисплея выводятся индексы модуля и измерительного канала, которому принадлежит показываемый параметр настройки. Индексы выводятся попеременно, в одной позиции, с интервалом, примерно, одна секунда.

Нижняя строка текстового дисплея содержит обозначение показываемого параметра. Верхняя строка – его значения.

На всех экранах настроек датчика на цифровой дисплей продолжают выводиться текущие значения параметров данных, принадлежащие экрану данных датчика, с которого был произведён переход к экранам настроек.

Также экраны настроек содержат символ разделителя в виде “змейки” и мигающий курсор.

Количество и состав экранов настроек датчика зависят от его типа.

Общий перечень параметров настроек датчиков и их типы приведены в таблице 5.

Таблица 5

Обозначение	Тип	Описание параметра
$V_{ОБМЕНА}$ с Д, бод	Табличный	Скорость обмена прибора с датчиком, может принимать значения 2400 бод и 4800 бод
Кол. усреднений	Табличный	Количество усреднений параметров, измеряемых датчиком, может быть полезно в условиях повышенного уровня помех, выбирается из ряда возможных значений: 0, 8, 16, 32, 64
$T_{ОБМЕНА}$ с Д, мс	Цифровой	Период обмена с датчиком
База установки, м	Цифровой	База установки датчика, определяется экспериментально, см. УНКР.466514.022 РЭ
$V_{ЗВУКА}$, м/с	Цифровой	Скорость звука в звуководе поплавкового датчика, паспортное значение датчика
$L_{ЭФФЕКТИВНАЯ}$, м	Цифровой	Эффективная длина датчика, паспортное значение датчика
ΔН 2 попл., мм	Цифровой	Поправка уровня раздела сред, измеряемого вторым поплавком, определяется экспериментально, см. УНКР.466514.022 РЭ
ΔН 3 попл., мм	Цифровой	Поправка уровня раздела сред, измеряемого третьим поплавком, определяется экспериментально, см. УНКР.466514.022 РЭ
ΔН 4 попл., мм	Цифровой	Поправка уровня раздела сред, измеряемого четвёртым поплавком, определяется экспериментально, см. УНКР.466514.022 РЭ
Привязка ρ	Указатель	Указатель на канал измерения плотности

Продолжение таблицы 5

Обозначение	Тип	Описание параметра
ρ15, кг/м^3	Цифровой	Плотность продукта, приведённая к 15 °С
ρ Нмин, кг/м^3	Цифровой	Для ДУУ6, ДУУ6-1 – плотность продукта при уровне менее Нмин, приведённая к 15 °С
$Н_{МИН.ИЗМЕР.}$ ρ, м	Цифровой	Минимальный уровень продукта, при котором выполняется требование ГОСТ Р 8.595-2004 для погрешности измерения массы продукта
Выс. терм-ра 1, м	Цифровой	Высота установки первого термометра датчика ДТМ2 (аналогично обозначаются высоты остальных термометров)
% воды $W_В$, %	Цифровой	Массовая доля содержания воды в продукте, лабораторное значение
% хл.солей $W_{ХС}$, %	Цифровой	Массовая доля содержания хлористых солей в продукте, лабораторное значение
% мех.прим. $W_{МП}$, %	Цифровой	Массовая доля содержания механических примесей в продукте, лабораторное значение
Тип резервуара	Табличный	Может принимать два значения: вертикальный и горизонтальный
Тип продукта	Табличный	Может принимать значения: нефть, бензин, реактивное топливо, мазут
Привязка t ^{O}C	Указатель	Привязка температуры. Указатель на канал измерения температуры
$t_{ПРОДУКТА}$, ^{O}C	Цифровой	Температура продукта
$t_{СТЕНКИ}$, ^{O}C	Цифровой	Температура стенки резервуара
$t_{БАЗЫ\ УСТ.}$, ^{O}C	Цифровой	Температура стенки резервуара при измерении базы установки датчика
$t_{ГРАДУИРОВКИ}$, ^{O}C	Цифровой	Температура стенки резервуара при градуировке, вводится по свидетельству о поверке меры вместимости
$t_{КАЛИБРОВКИ}$, ^{O}C	Цифровой	Температура калибровки датчика ДУУ2М исполнения 0
Тип поплавка	Табличный	Может принимать два значения: I или II
$D_{ПОПЛ.}$ типа II, мм	Цифровой	Внешний диаметр поплавка типа II, паспортное значение датчика
$Н_{ПОПЛ.}$ типа I, мм	Цифровой	Высота погружаемой части поплавка типа I, паспортное значение датчика
ρ $_{поплавка}$, кг/м^3	Цифровой	Плотность поплавка, паспортное значение датчика
Смещ. магнита, мм	Цифровой	Смещение магнитной системы поплавка относительно его нижней кромки, паспортное значение датчика
W давления 1	Цифровой	Вес бита АЦП канала измерения давления W (для ДУУ6 и ДУУ6-1 - канала измерения давления в газовой подушке резервуара W_1). Задаваемое значение вводится в килопаскалях на бит, паспортное значение датчика

Продолжение таблицы 5

Обозначение	Тип	Описание параметра
$P_{СМ}$ давления 1	Цифровой	Начальное смещение характеристики датчика давления $P_{СМ}$ (для ДУУ6, ДУУ6-1 - датчика давления в газовой подушке резервуара). Значение вводится в килопаскалях, паспортное значение датчика
W давления 2	Цифровой	Для ДУУ6, ДУУ6-1 - вес бита АЦП канала измерения гидростатического давления W_2. Задаваемое значение вводится в килопаскалях на бит, паспортное значение датчика
$P_{СМ}$ давления 2	Цифровой	Для ДУУ6, ДУУ6-1 - начальное смещение характеристики датчика гидростатического давления. Значение вводится в килопаскалях, паспортное значение датчика
W плотности	Цифровой	Вес бита АЦП канала измерения плотности датчика ДП1, кг/м^3 на бит, паспортное значение датчика
$\rho_{СМ}$ плотности	Цифровой	Начальное смещение характеристики канала измерения плотности датчика ДП1, паспортное значение датчика, кг/м^3
Высота уст.фл. мм	Цифровой	Высота установочного фланца датчика (для датчиков ДУУ6, ДУУ6-1), паспортное значение датчика
Смещ.ячейки давл., мм	Цифровой	Смещение ячейки давления относительно конца датчика (для датчиков ДУУ6, ДУУ6-1), паспортное значение датчика
$K_{РДУ}$	Цифровой	Коэффициент коррекции РДУ1, РДУ3 или УТР1, паспортное значение датчика
Тип датчика тока	Табличный	Тип шкалы датчика с токовым выходом, подключённого к измерительному входу модуля МВВ3, может принимать значения: 0-5 мА, 4-20 мА или 0-20 мА
0% диапазона	Цифровой	Значение параметра, измеряемое на измерительном входе модуля МВВ3, соответствующее 0 % шкалы подключённого датчика, единицы измеряемого параметра
100% диапазона	Цифровой	Значение параметра, измеряемое на измерительном входе модуля МВВ3, соответствующее 100 % шкалы подключённого датчика, единицы измеряемого параметра
Гр Т Н хххх, см	Цифровой	Значение уровня точки градуировочной таблицы резервуара (хххх – индекс точки)
Гр Т V хххх, м^3	Цифровой	Значение объёма точки градуировочной таблицы резервуара (хххх – индекс точки)
$H_{поплавка\ 1}$, мм	Цифровой	Высота погружаемой части верхнего поплавка (для ДУУ6-1)
$\rho_{поплавка\ 1}$, кг/м^3	Цифровой	Плотность верхнего поплавка (для ДУУ6-1), паспортное значение датчика

Продолжение таблицы 5

Обозначение	Тип	Описание параметра
Смещ. магнита1, мм	Цифровой	Смещение магнитной системы верхнего поплавка относительно его нижней кромки (для ДУУ6-1)
$H_{поплавка\ 2}$, мм	Цифровой	Высота погружаемой части нижнего поплавка (для ДУУ6-1)
$\rho_{поплавка\ 2}$, кг/м^3	Цифровой	Плотность нижнего поплавка (для ДУУ6-1), паспортное значение датчика
Смещ. магнита2, мм	Цифровой	Смещение магнитной системы нижнего поплавка относительно его нижней кромки (для ДУУ6-1)
$\alpha_р$, 1e-6/ºС	Цифровой	Коэффициент линейного расширения материала меры вместимости (резервуара)
$\alpha_{ЧЭ}$, 1e-6/ºС	Цифровой	Коэффициент линейного расширения материала чувствительного элемента датчика (для ДУУ6, ДУУ6-1)
γ, 1e-6/ºС	Цифровой	Коэффициент скорости звука (для ДУУ2М исполнения 0, ДУУ6, ДУУ6-1, паспортное значение датчика

Действия, производимые прибором по нажатию клавиш, зависят от позиции, в которой при этом находится курсор и от типа параметра.

Если курсор находится на символе разделителя, нажатие клавиш “▼” и “▲” приведёт к переходу, соответственно, на следующий и предыдущий экраны настроек датчика. Нажатие клавиш “◄” и “►” приведёт к переводу курсора в позицию редактирования текущего параметра настройки.

Цифровой тип представляет число, содержащее точку, разделяющую его целую и дробную части (далее “число с плавающей точкой”). Позиция разделительной точки на дисплее может меняться в зависимости от количества разрядов целой и дробной частей выводимого значения.

Редактирование параметра цифрового типа заключается в выборе редактируемой десятичной цифры (знака) числа клавишами “◄” и “►” и последующем её изменении клавишами “▼” и “▲”. Кроме десятичных цифр, в одной из допустимых позиций редактируемого числа, возможен выбор точки, разделяющей целую и дробную части. Для параметров, допускающих отрицательные значения, возможен ввод в крайней левой позиции знака минус “-”.

Параметр “$T_{ОБМЕНА}$ с Д” дробную часть не имеет, т.е. является цифровым целым. Минимально возможные значения параметра приведены в таблице 6.

Таблица 6

Тип датчика	Минимально возможное значение периода опроса датчика, мс
ДИД1, ДУУ2М-01-0, ДУУ2М-01А-0	60
ДУУ2М-02-0, ДУУ2М-02А-0, ДУУ2М-02Т-0, ДУУ2М-02ТА-0, ДУУ2М-10-0, ДУУ2М-10А-0, ДУУ2М-10Т-0, ДУУ2М-10ТА-0, ДУУ2М-03-0, ДУУ2М-03А-0, ДУУ2М-05-0, ДУУ2М-05А-0, ДУУ2М-01-1, ДУУ2М-01А-1, РДУ1, РДУ3, УТР1	80
ДУУ2М-04-0, ДУУ2М-04А-0, ДУУ2М-12-0, ДУУ2М-12А-0, ДУУ2М-06-0, ДУУ2М-06А-0, ДУУ2М-07-0, ДУУ2М-07А-0, ДУУ2М-02-1, ДУУ2М-02А-1, ДУУ2М-02Т-1, ДУУ2М-02ТА-1, ДУУ2М-10-1, ДУУ2М-10А-1, ДУУ2М-10Т-1, ДУУ2М-10ТА-1, ДУУ2М-03-1, ДУУ2М-03А-1, ДУУ2М-05-1, ДУУ2М-05А-1, ДУУ2М-13-0, ДТМ1-3	100
ДУУ2М-08-0, ДУУ2М-08А-0, ДУУ2М-04-1, ДУУ2М-04А-1, ДУУ2М-12-1, ДУУ2М-12А-1, ДУУ2М-06-1, ДУУ2М-06А-1, ДУУ2М-07-1, ДУУ2М-07А-1, ДУУ2М-14-0, ДУУ2М-14А-0, ДУУ2М-15-0, ДУУ2М-13-1, ДТМ1-4, ДП1	120
ДУУ2М-08-1, ДУУ2М-08А-1, ДУУ2М-16-0, ДУУ2М-16А-0, ДУУ2М-14-1, ДУУ2М-14А-1, ДУУ2М-15-1, ДТМ1-5	140
ДУУ2М-16-1, ДУУ2М-16А-1, ДТМ1-6	160
ДТМ1-7	180
ДТМ1-8	200
ДУУ6	320
ДУУ6-1, ДТМ2	360

Если значение периода опроса, заданное для датчика меньше минимально допустимого – в качестве периода опроса принимается минимально допустимое значение.

Параметры табличного типа могут принимать значения из предопределённого фиксированного набора. Редактирование таких параметров сводится к выбору клавишами “▼” и “▲” желаемого значения.

Параметры типа “Указатель” содержат наименование измеряемого или вычисляемого параметра, а также индексы модуля и канала, к которому производится привязка. Редактирование параметров типа “Указатель” также производится выбором клавишами “▼” и “▲” желаемого значения, при условии нахождения курсора в позиции редактирования. Прибор предлагает в качестве объекта привязки только измерительные каналы, физически существующие в текущей конфигурации (так, например, если датчик не подключён к прибору – его параметры для привязки недоступны).

Параметр “Привязка ρ“ может указывать только на подключенные к прибору датчики ДУУ6, ДУУ6-1 или ДП1.

Параметр “Привязка t ^{O}C“ может указывать только на подключенные к прибору датчики ДТМ1, ДТМ2.

В случае отказа датчика, на который указывает параметр “Привязка ρ“ или “Привязка температуры“, в качестве рабочего принимается значение параметра, введённое для данного канала в виде соответствующей настройки.

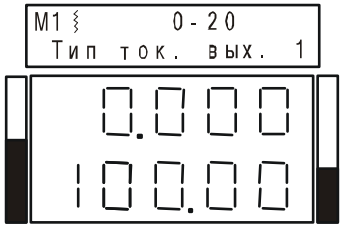
Датчики ДУУ6, ДУУ6-1 не имеют параметров типа “Указатель”.

Для всех типов параметров принятие показываемого значения параметра в качестве нового значения настройки и сохранение его в энергонезависимой памяти прибора производится нажатием клавиши “↵”, независимо от текущей позиции курсора.

Возврат из экранов настроек датчика в режим просмотра экранов данных осуществляется длинным нажатием клавиши “*”.

Длинное нажатие на клавишу “*” из экранов данных модуля приведёт к переходу к экранам просмотра и изменения настроек модуля.

Один из экранов может иметь, например, следующий вид:



С левой стороны верхней строки текстового дисплея выводится индекс модуля, которому принадлежит показываемый параметр настройки.

Вид отображения информации и порядок работы с клавиатурой на экранах настроек модулей аналогичны экранам настроек датчиков.

Количество и состав экранов настроек модуля зависят от его типа.

Общий перечень параметров настроек модулей и их типы приведены в таблице 7.

Таблица 7

Обозначение	Тип	Описание параметра
Тип ток. вых. 1	Табличн.	Тип первого токового выхода, может принимать значения 0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА
0% шкалы $I_{Вых}1$	Цифровой	Значение параметра, выводимого на первый токовый выход, соответствующее 0 % его шкалы, единицы выводимого параметра
100% шкалы $I_{Вых}1$	Цифровой	Значение параметра, выводимого на первый токовый выход, соответствующее 100 % его шкалы, единицы выводимого параметра
Токовый выход 1	Цифровой	Значение параметра, выводимого на первый токовый выход, единицы выводимого параметра (задаётся при отсутствии привязки токового выхода)
Привязка $I_{Вых}1$	Указатель	Указатель на параметр, привязанный к первому токовому выходу
1 порог ключа 1	Цифровой	Значение первого порога срабатывания первого ключа, единицы привязанного параметра
1 гист. Ключа 1	Цифровой	Значение гистерезиса первого порога срабатывания первого ключа, единицы привязанного параметра

Продолжение таблицы 7

Обозначение	Тип	Описание параметра
2 порог ключа 1	Цифровой	Значение второго порога срабатывания первого ключа, единицы привязанного параметра
2 гист. ключа 1	Цифровой	Значение гистерезиса второго порога срабатывания первого ключа, единицы привязанного параметра
Параметр ключа 1	Цифровой	Значение параметра, привязанного к первому ключу, единицы привязанного параметра (задаётся при отсутствии привязки ключа)
Режим ключа 1	Табличн.	Режим управления первого ключа, может принимать два значения: “ручной” или “автоматический”
Привязка ключа 1	Указатель	Указатель на параметр, привязанный к первому ключу
Вид упр. ключа 1	Табличн.	Вид управления первого ключа, может принимать два значения: “позиционный” или “непрерывный”
Алгоритм ключа 1	Табличн.	Алгоритм работы первого ключа, может принимать два значения: “прямой” или “обратный”
0 % шкалы кл. 1	Цифровой	0 % шкалы параметра, привязанного к первому ключу (для непрерывного вида управления), единицы измерения параметра
100 % шкалы кл. 1	Цифровой	100 % шкалы параметра, привязанного к первому ключу (для непрерывного вида управления), единицы измерения параметра
$T_{ШИМ}$ ключа 1, мс	Цифровой	Период ШИМ управления первым ключом, (для непрерывного вида управления), мс
Управление кл.	Функция	Ручное управление ключами
$K_{ПРОПОРЦ}$. Рег. 1	Цифровой	Коэффициент передачи первого регулятора
$T_{ДИФ}$. Рег. 1	Цифровой	Постоянная времени дифференцирования первого регулятора, мс
$T_{ИНТЕГР}$. Рег. 1	Цифровой	Постоянная времени интегрирования первого регулятора, мс
Зона неч. Рег. 1	Цифровой	Зона нечувствительности первого регулятора, единицы регулируемого параметра
Смещение Рег. 1	Цифровой	Смещение выхода первого регулятора, единицы параметра управления
Задание Рег. 1	Цифровой	Заданное значение параметра, регулируемого первым регулятором, единицы регулируемого параметра
Привязка Рег. 1	Указатель	Указатель на параметр, привязанный ко входу первого регулятора

Продолжение таблицы 7

Обозначение	Тип	Описание параметра
Н.граница Рег. 1	Цифровой	Нижняя граница выхода первого регулятора, единицы параметра управления
В.граница Рег. 1	Цифровой	Верхняя граница выхода первого регулятора, единицы параметра управления

Примечания

1 Перечень параметров настроек второго токового выхода аналогичен перечню параметров настроек первого токового выхода.

2 Перечень параметров настроек ключей со второго по четвёртый аналогичен перечню параметров настроек первого ключа.

3 Перечень параметров настроек регуляторов со второго по шестой аналогичен перечню параметров настроек первого ключа.

Значения параметров “Привязка $I_{ВЫХ}X$” и “Привязка ключа X” (где X – индексы, соответственно, токового выхода и ключа) могут быть выбраны из набора, который зависит от текущей конфигурации прибора. В общем случае, к токовому выходу или ключу могут быть привязаны параметры, имеющие следующие обозначения:

- Уровень 1 … Уровень 4;
- Давление;
- Плотность;
- Объём 1 … Объём 4;
- Плотность НУ;
- Объём НУ;
- Масса бр.;
- Масса нет.;
- Темп-ра 1 … Темп-ра 16;
- Ток. вход;
- $t_{ПРОДУКТА}$;
- Вых. рег. 1 … Вых. рег. 6;
- Нет привязки.

Общий перечень привязываемых параметров с их обозначениями и описаниями приведён в таблице 8.

Таблица 8

Обозначение	Описание параметра
Уровень 1	Уровень, измеренный по первому поплавку датчика (для поплавковых датчиков уровня), уровень (для РДУ1, РДУ3 и УТР1)
Уровень 2	Уровень, измеренный по второму поплавку датчика
Уровень 3	Уровень, измеренный по третьему поплавку датчика
Уровень 4	Уровень, измеренный по четвёртому поплавку датчика
Темп-ра XX	Температура, измеренная каналом измерения температуры датчика (XX – индекс канала температуры)
$t_{ПРОДУКТА}$	Температура продукта, рассчитанная по измеренным значениям температуры

Продолжение таблицы 8

Обозначение	Описание параметра
Объём 1	Объём, измеренный между первым и вторым поплавками датчика (и дном резервуара для однопоплавковых датчиков, ДУУ6-1, РДУ1, РДУ3 и УТР1)
Объём 2	Объём, измеренный между вторым и третьим поплавками датчика (и дном резервуара для двухпоплавковых датчиков ДУУ2М)
Объём 3	Объём, измеренный между третьим и четвёртым поплавками датчика (и дном резервуара для трёхпоплавковых датчиков)
Объём 4	Объём, измеренный между четвёртым поплавком и дном резервуара
Плотность	Измеренное значение плотности продукта для рабочих условий
Плотн. НУ	Значение плотности продукта, приведённое к 15 °С
Объём НУ	Объём продукта, приведённый к 15 °С
Масса бр.	Масса брутто продукта
Масса нет.	Масса нетто продукта
Давление	Давление, измеренное каналом измерения давления датчиков ДУУ2М или датчиков ДП1 или каналом измерения давления гидростатического столба продукта датчиков ДУУ6, ДУУ6-1
Ток. вход	Значение параметра, измеренное на токовом входе модуля МВВ3
Вых. рег. 1	Значение управляющего воздействия (выход) первого регулятора (аналогично обозначаются привязываемые значения управляющего воздействия для остальных регуляторов модуля)
Ток.вых. 1	Значение параметра, привязанного к первому токовому выходу модуля
Ток.вых. 2	Значение параметра, привязанного ко второму токовому выходу модуля
Пар. кл. 1	Значение параметра, привязанного к первому ключу модуля (аналогично обозначаются привязываемые параметры для остальных ключей модуля)

Параметр, имеющий обозначение “Управление кл.”, позволяет в ручном режиме управлять состояниями ключей данного модуля (при этом параметр настройки “Режим ключа” для управляемого ключа должен иметь значение “Ручной”). Формат отображения состояний ключей аналогичен изложенному для экранов данных модуля. Изменение состояния производится клавишами “▼” и “▲” при нахождении курсора в позиции управляемого ключа. Изменение состояний ключей в соответствии с заданными значениями производится нажатием клавиши “↵”, при этом временная задержка между нажатием клавиши “↵” и изменением состояния ключей может быть до двух секунд.

Значение параметра “Привязка Рег. X” (где X – индекс регулятора) может быть выбрано из набора, который зависит от текущей конфигурации прибора. В общем случае ко входу регулятора могут быть привязаны параметры, имеющие следующие обозначения:

- Уровень 1 … Уровень 4;
- Давление;
- Плотность;
- Объём 1 … Объём 4;
- Плотность НУ;
- Объём НУ;
- Масса бр.;
- Масса нет.;
- Темп-ра 1 … Темп-ра 16;
- Ток. вход;
- $t_{ПРОДУКТА}$;
- Нет привязки.

При выборе параметров, привязываемых к исполнительным цепям (токовому выходу, ключу или входу регулятора) следует учитывать тот факт, что при привязке параметра, измеренного одним модулем к исполнительной цепи другого модуля имеет место временная задержка на межмодульный обмен информацией, значение которой нестабильно и, в общем случае, может доходить до двух секунд. Это накладывает ограничения на быстродействие системы управления (точность регулирования).

Таким образом, при построении контура регулирования, более предпочтительным является вариант, когда измерение регулируемого параметра и управление исполнительной цепью осуществляется в пределах одного модуля. Для такого варианта суммарная задержка не будет превышать периода опроса датчика, с которого считывается значение регулируемого параметра (период опроса датчика является параметром настройки).

Для всех экранов данных датчиков и модулей длинное нажатие клавиши “*” приводит к возврату к экранам выбора режима индикации.

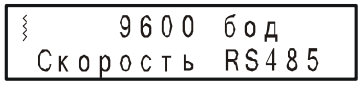
4 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ НАСТРОЕК ПРИБОРА

Данный режим предоставляет возможность просмотра и изменения значений настроек, относящихся к прибору в целом.

Построение всех экранов настроек прибора одинаково. Нижняя строка текстового дисплея содержит обозначение параметра настройки. С левой стороны верхней строки находится символ разделителя, при нахождении курсора в данной позиции нажатие клавиши “▼” или “▲” приводит к последовательному переходу между экранами. Остальная часть верхней строки текстового дисплея служит для отображения и редактирования значения параметра. Типы и порядок редактирования параметров аналогичны соответствующим типам и порядку, изложенным для экранов настроек датчиков и модулей. На цифровой дисплей, в режиме индикации настроек прибора, информация не выводится. Возврат с любого из экранов режима к экранам выбора режима индикации производится длинным нажатием клавиши “*”.

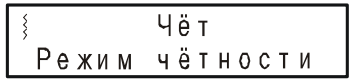
Количество экранов и состав выводимых параметров зависит от типа блока питания в составе прибора. Ниже приводится общее описание экранов.

Первый экран режима служит для задания скорости обмена в сети Modbus RTU (для варианта комплектации прибора модулями БП8 или БП8-1) и может иметь, например, следующий вид (для упрощения цифровой экран не показан):



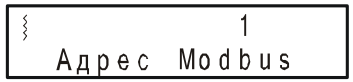
Параметр, задаваемый данным экраном, имеет табличный тип и выбирается из ряда возможных значений: 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200 бод. В приведенном примере выбрана скорость 9600 бод.

Следующий экран задаёт режим чётности при обмене в сети Modbus RTU (для варианта комплектации прибора модулями БП8 или БП8-1) и может иметь, например, следующий вид:



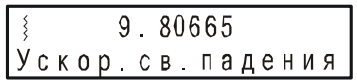
Параметр имеет табличный тип и выбирается из ряда возможных значений: чёт, нечёт, нет чётности.

Следующий экран задаёт адрес прибора в сети Modbus RTU (при комплектации прибора модулями БП8 или БП8-1) и в сети Modbus TCP (при комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1). Также последние две цифры адреса задают индекс прибора, который является составной частью имени каталога, создаваемого прибором на внешнем USB FLASH носителе (описание см. ниже). Экран может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет цифровой целый тип. Адрес должен задаваться в диапазоне от 1 до 237.

Следующий экран задаёт значение ускорения свободного падения для данной местности, которое используется, в частности, при определении плотности гидростатическим методом. Экран выводится в любой комплектации и может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет цифровой тип.

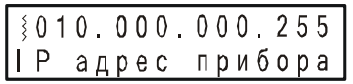
Следующий экран задаёт режим настройки TCP/IP соединения (для варианта комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1). Параметр используется при установке HTTP и/или Modbus TCP соединения прибора с ЭВМ верхнего уровня и может иметь, например, следующий вид:

Параметр имеет табличный тип и выбирается из двух возможных значений: автоматический и ручной.

При подключении прибора к локальной сети, выбор значения параметра требует консультации системного администратора сети. Автоматический режим может быть выбран в том случае, если локальная сеть содержит сервер динамического распределения IP адресов (сервер DHCP). В противном случае задание IP адресов производится в ручном режиме с помощью экранов настроек, приведённых ниже. Ручной режим также может быть выбран исходя из особенностей организации сети.

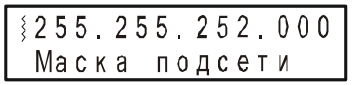
При подключении прибора к компьютеру по схеме “точка-точка”, параметр может иметь произвольное значение. Аналогичный параметр операционной системы компьютера также может иметь произвольное значение. При этом, если выбраны ручные режимы задания IP адресов прибора и компьютера – задаваемые значения IP адресов прибора (см. ниже) и компьютера должны различаться. Остальные настройки TCP/IP соединения могут иметь заводские значения.

Следующий экран задаёт IP адрес прибора (для варианта комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1 при ручном режиме настройки TCP/IP соединения) и может иметь, например, следующий вид:



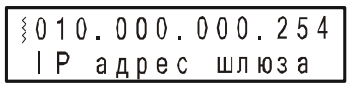
Параметр представлен в виде комбинации четырёх целых положительных чисел (от 0 до 255), разделённых точками. Редактирование чисел производится по правилам редактирования параметров цифрового типа с блокировкой набора числа, значение которого превышает 255.

Следующий экран задаёт маску подсети (для варианта комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1 при ручном режиме настройки TCP/IP соединения) и может иметь, например, следующий вид:



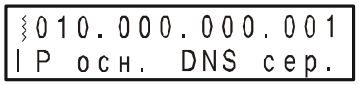
Правила отображения и редактирования аналогичны изложенным для предыдущего параметра.

Следующий экран задаёт IP адрес шлюза (для варианта комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1 при ручном режиме настройки TCP/IP соединения) и может иметь, например, следующий вид:



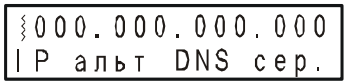
Правила отображения и редактирования аналогичны изложенным для предыдущего параметра.

Следующий экран задаёт IP адрес основного DNS сервера в сети (для варианта комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1 при ручном режиме настройки TCP/IP соединения) и может иметь, например, следующий вид:



Правила отображения и редактирования аналогичны изложенным для предыдущего параметра.

Следующий экран задаёт IP адрес альтернативного DNS сервера в сети (для варианта комплектации прибора модулями БП9 или БП9-1 при ручном режиме настройки TCP/IP соединения) и может иметь, например, следующий вид:



Правила отображения и редактирования аналогичны изложенным для предыдущего параметра.

Следующий экран задаёт привязку левой светодиодной шкалы к измеряемому параметру. Экран выводится в любой комплектации и может иметь, например, следующий вид:

Параметр имеет тип “Указатель”, значение параметра может быть выбрано из набора, который зависит от текущей конфигурации прибора. В общем случае к левой шкале могут быть привязаны параметры, имеющие следующие обозначения:

- Уровень 1 … Уровень 4;
- Давление;
- Плотность;
- Объём 1 … Объём 4;
- Плотность НУ;
- Объём НУ;
- Масса бр.;
- Масса нет.;
- Темп-ра 1 … Темп-ра 16;
- Ток. вход;
- $t_{ПРОДУКТА}$;
- Вых. рег. 1 … Вых. рег. 6;
- Ток.вых. 1;
- Ток.вых. 2;
- Пар. кл. 1 … Пар. кл. 4;
- Нет привязки.

Для привязанного параметра должны быть заданы значения 0 % и 100 % диапазона (см. ниже). Индикация текущего значения привязанного параметра производится зажиганием, снизу вверх, сектора шкалы, длина которого пропорциональна текущему значению параметра.

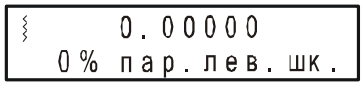
Если значение параметра равно “Нет привязки” – шкала может быть использована для отображения ключей.

Индикация на шкалах, в соответствии с произведёнными установками, включается при выходе из режима настроек прибора.

Следующий экран задаёт привязку правой светодиодной шкалы к измеряемому параметру. Экран выводится в любой комплектации и может иметь, например, следующий вид:

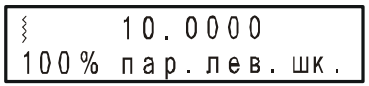
Свойства экрана аналогичны изложенным для левой шкалы.

Следующий экран задаёт значение ноля процентов диапазона параметра, привязанного к левой шкале. Экран выводится в любой комплектации и может иметь, например, следующий вид:



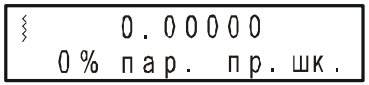
Параметр имеет цифровой тип. Если текущее значение параметра равно нулю процентов диапазона - сегменты шкалы не светятся.

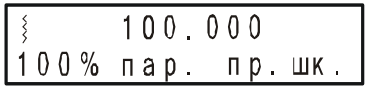
Следующий экран задаёт значение ста процентов диапазона параметра, привязанного к левой шкале. Экран выводится в любой комплектации и может иметь, например, следующий вид:



Параметр имеет цифровой тип. Если текущее значение параметра равно сто процентов диапазона - шкала светится полностью.

Следующие два экрана задают значения ноля и ста процентов диапазона параметра, привязанного к правой шкале. Экраны выводятся в любой комплектации и могут иметь, например, следующий вид:



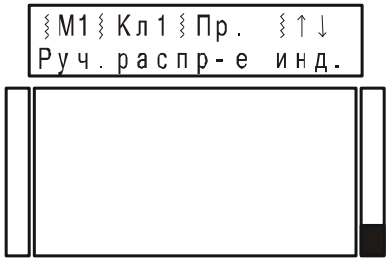


Свойства экранов аналогичны изложенным для левой шкалы.

Следующий экран позволяет выполнить автоматическое распределение сегментов шкал экрана по ключам прибора. Экран имеет следующий вид:

Если к шкале привязан какой-либо параметр - она не участвует в распределении (если к обеим шкалам привязаны параметры – индикация состояния ключей невозможна). При распределении прибор определяет общее количество сегментов свободных шкал (не занятых привязанными параметрами), общее количество ключей (зависит от конфигурации прибора), затем производит пропорциональное распределение свободных сегментов по ключам. Распределение производится последовательно, начиная с нижнего сегмента левой шкалы и первого ключа первого модуля прибора и заканчивая верхним сегментом правой шкалы и последним ключом второго модуля. Индикация состояния ключей на шкалах, в соответствии с произведёнными установками, включается при выходе из режима настроек прибора.

Следующий экран позволяет выполнить ручное распределение сегментов шкал экрана по ключам прибора. Экран имеет следующий вид:



Для распределения доступны только шкалы, к которым отсутствует привязка параметра. Клавишами “◄” и “►” выбирается редактируемая секция верхней строки. Клавишами “▼” и “▲” производится редактирование выбранной секции.

Редактирование секции “МХ” (где Х – индекс модуля) позволяет выбрать модуль, для ключа которого будет производиться распределение.

Редактирование секции “КлХ” (где Х – индекс ключа выбранного модуля) позволяет выбрать ключ, для которого будет производиться распределение.

Редактирование секции “Пр.” позволяет выбрать шкалу (из доступных для распределения), сегменты которой будут распределяться. Возможен выбор из двух значений: “Лев.” (левая шкала) и “Пр.” (правая шкала).

Редактирование секции “↑” клавишами “▼” и “▲” позволяет задать верхнюю границу группы сегментов, которая будет отображать состояние выбранного ключа.

Редактирование секции “↓” клавишами “▼” и “▲” позволяет задать нижнюю границу группы сегментов, которая будет отображать состояние выбранного ключа.

Для сохранения произведённой настройки в энергонезависимой памяти требуется нажатие клавиши “↵”.

Не существует никаких ограничений на распределение сегментов шкал по ключам (т.е. допускается распределение одних и тех же сегментов на несколько ключей).

Индикация состояния ключей на шкалах, в соответствии с произведёнными установками, включается при выходе из режима настроек прибора.

Следующий экран позволяет выполнить запись массива настроек по умолчанию в энергонезависимую память прибора и может иметь, например, следующий вид:

Перечень значений настроек датчиков по умолчанию приведён в таблице 9.

Таблица 9

Обозначение параметра	Значение параметра по умолчанию
$V_{ОБМЕНА}$ с Д, бод	4800
Кол. усреднений	16
$T_{ОБМЕНА}$ с Д, мс	500
База установки, м	6
$V_{ЗВУКА}$, м/с	5170

Продолжение таблицы 9

Обозначение параметра	Значение параметра по умолчанию
$L_{ЭФФЕКТИВНАЯ}$, м	6
ΔН 2 попл., мм	0
ΔН 3 попл., мм	0
ΔН 4 попл., мм	0
Привязка ρ	Нет привязки
$\rho_{НУ}$, кг/м^3	800
$H_{МИН.ИЗМЕР.}$ ρ, м	0
% воды $W_В$, %	10
% хл.солей $W_{ХС}$, %	10
% мех.прим. $W_{МП}$, %	10
Тип резервуара	Вертикальный
Тип продукта	Нефть
Привязка t ^OC	Нет привязки
$t_{ПРОДУКТА}$, ^OC	25
$t_{СТЕНКИ}$, ^OC	25
$t_{БАЗЫ\ УСТ.}$, ^OC	25
$t_{ГРАДУИРОВКИ}$, ^OC	25
$t_{КАЛИБРОВКИ}$, ^OC	25
Тип поплавка	I
$D_{ПОПЛ.}$ типа II, мм	122,6
$H_{ПОПЛ.}$ типа I, мм	35
$\rho_{поплавка}$, кг/м^3	450
Смещ.магнита, мм	23
W давления 1	2,452
$P_{СМ}$ давления 1	0
W давления 2	0,0056
$P_{СМ}$ давления 2	-2,8
Высота уст.фл. мм	75
Смещ.яч.давл., мм	4,5
$K_{РДУ}$	1
Тип датчика тока	0…20
0 % диапазона	0
100 % диапазона	20
$H_{поплавка\ 1}$, мм	60
$\rho_{поплавка\ 1}$, кг/м^3	450
Смещ.магнита1, мм	387
$H_{поплавка\ 2}$, мм	80
$\rho_{поплавка\ 2}$,кг/м^3	950
Смещ.магнита2, мм	190
α_ρ ,1e-6/ºC	12
$\alpha_{ЧЭ.}$, 1e-6/ºC	12,5
γ , 1e-6/ºC	165

Перечень значений настроек модулей по умолчанию приведён в таблице 10.

Таблица 10

Обозначение параметра	Значение параметра по умолчанию
Тип ток. вых.	0…20
0 % шкалы $I_{ВЫХ}$	0
100 % шкалы $I_{ВЫХ}$	20
Токовый выход	0
Привязка $I_{ВЫХ}$	Нет привязки
1 порог ключа	0
1 гист. ключа	0
2 порог ключа	0
2 гист. ключа	0
Параметр ключа	0
Режим ключа	Ручной
Привязка ключа	Нет привязки
Вид упр. ключа	Позиционный
Алгоритм ключа	Прямой
0 % шкалы кл.	0
100 % шкалы кл.	0
$T_{ШИМ}$ ключа, мс	100
$К_{ПРОПОРЦ}$. Рег.	1
$T_{ДИФ}$. Рег.	0
$T_{ИНТЕГР}$. Рег.	0
Зона неч. Рег.	0
Смещение Рег.	0
Задание Рег.	0
Привязка Рег.	Нет привязки
Н.граница Рег.	0
В.граница Рег.	20

Перечень значений настроек прибора по умолчанию приведён в таблице 11.

Таблица 11

Обозначение параметра	Значение параметра по умолчанию
Скорость RS485	9600
Режим чётности	чёт
Адрес Modbus	1
Ускор. св. падения	9,8156
Настройка TCP/IP	Автомат
IP адрес прибора	010.000.000.255
Маска подсети	255.255.252.000
IP адрес шлюза	010.000.000.254
IP осн. DNS сер.	010.000.000.001
IP альт. DNS сер.	000.000.000.000
Привязка лев. шкалы	Нет привязки
Привязка пр. шкалы	Нет привязки
0 % пар. лев. шк.	0
100 % пар. лев. шк.	100
0 % пар. пр. шк.	0
100 % пар. пр. шк.	100
Тип датчика м1к1	ДУУ2М-01-0

Продолжение таблицы 11

Обозначение параметра	Значение параметра по умолчанию
Тип датчика м1к2	ДУУ2М-01-0
Тип датчика м2к1	ДУУ2М-01-0
Тип датчика м2к2	ДУУ2М-01-0

Следующие четыре экрана позволяют выполнить запись массива градуировочных таблиц по умолчанию в энергонезависимую память прибора и могут иметь, например, следующий вид:

Справа на нижней строке показаны индексы модуля и канала, для которого сохраняется градуировочная таблица.

Следующий экран позволяет заполнить архив нулевыми записями и может иметь, например, следующий вид:

Следующие четыре экрана позволяют задать для каждого измерительного канала прибора тип датчика и могут иметь, например, следующий вид:

Это может быть полезно для введения параметров настроек датчика, неподключённого к прибору.

При просмотре и вводе настроек датчика прибор предлагает для корректировки набор параметров, соответствующий типу подключённого датчика. Если датчик не подключён - прибор, для данного канала, предлагает для корректировки набор параметров, соответствующий типу датчика, заданному данной настройкой.

Для всех экранов настроек прибора длинное нажатие клавиши “▲” приводит к возврату к экранам выбора режима индикации.

5 РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ АРХИВА

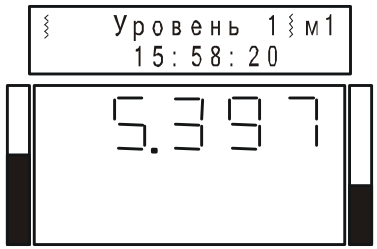
При архивировании производится периодическое, с интервалом равным периоду архива (параметр настройки), сохранение в энергонезависимой памяти прибора текущих значений параметров, количество и перечень которых являются настройками архива. Таким образом, каждая архивная запись содержит метку времени (момент записи) и последовательность сохранённых значений, а также необходимую служебную информацию. Под архив зарезервирована фиксированная область энергонезависимой памяти. Запись ведётся циклически, т.е. по достижении предела зарезервированной области запись начинается с её начала. Длительность цикла архивирования $T_{АРХИВА}$, с, зависит от периода архивирования и количества архивируемых параметров и может быть определена по формуле

$$T_{АРХИВА} = (1500000/(12 + (6 \cdot N_{АРХ}))) \cdot T_П \,, \qquad (1)$$

где $N_{АРХ}$ - количество архивируемых параметров;
$T_П$ - период архивирования, с.

Изменение настроек архива (периода, времени привязки, количества и перечня архивируемых параметров) возможно в любое время без нарушения целостности хранимых архивных записей.

Первый экран режима индикации архива всегда содержит параметр последней по времени архивной записи и может иметь, например, следующий вид:



Верхняя строка текстового дисплея содержит обозначение архивного параметра. Правая часть верхней строки содержит индексы модуля и канала параметра. Если параметр является параметром данных модуля – производится статическая индикация индекса модуля. Если параметр является параметром данных датчика – производится попеременный (с периодом примерно равным одной секунде) вывод в правой позиции индексов модуля (например, “м1”) и канала (например, “к1”).

Нижняя строка текстового дисплея содержит значение метки времени архивной записи. При этом, попеременно, с периодом, примерно равным одной секунде, показываются значения даты в формате: “ЧЧ.ММ.ГГ” (где ЧЧ – число, ММ – месяц, ГГ – год, например, “05.07.10” – означает пятое июля две тысячи десятого года) и времени в формате: “ЧЧ:ММ:СС” (где ЧЧ – часы, ММ – минуты, СС – секунды, например, “15:59:10” – означает пятнадцать часов пятьдесят девять минут и десять секунд).

Верхняя строка цифрового дисплея содержит архивное значение параметра, обозначение которого показано на текстовом дисплее.

Нижняя строка цифрового дисплея в режиме индикации архива всегда пустая.

Индикация светодиодных шкал аналогична режиму индикации параметров данных.

Последовательный вывод на экран параметров текущей архивной записи (для данной метки времени) производится нажатием клавиш “◄” и “►”.

Последовательный вывод на экран архивных записей производится нажатием клавиш “▼” и “▲”, при этом нажатие клавиши “▼” приводит к выводу следующей (по времени) архивной записи. Нажатие клавиши “▲” приводит к выводу предыдущей архивной записи.

Длинное нажатие клавиши “▲” приводит к возврату к экранам выбора режима индикации.

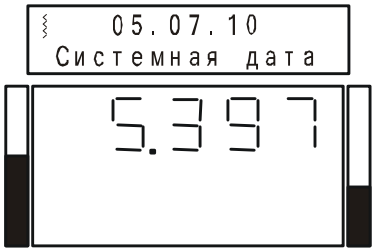
Длинное нажатие клавиши “*” приводит к переходу к экранам настроек архива.

Набор экранов настроек архива фиксированный. Порядок работы аналогичен порядку, изложенному для экранов настроек прибора, датчиков и модулей.

Первый экран позволяет изменить значение системного времени прибора и может иметь, например, следующий вид:

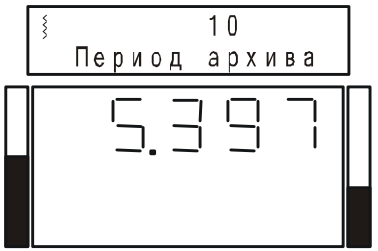
Формат вывода времени аналогичен формату, изложенному для экранов данных архива. Выбор позиции редактирования осуществляется клавишами “◄” и “►” установкой курсора в нужную позицию. Редактирование производится отдельно для часов, минут и секунд клавишами “▼” и “▲”. Загрузка часов реального времени прибора новым значением системного времени осуществляется клавишей “↵”.

Следующий экран позволяет изменить значение системной даты прибора и может иметь, например, следующий вид:



Порядок работы с экраном аналогичен порядку, изложенному для предыдущего экрана.

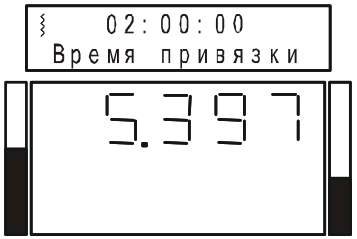
Следующий экран позволяет задать период архивирования и может иметь, например, следующий вид:



Тип настройки цифровой положительный целый. Период задаётся в секундах, максимально допустимое значение равно 86400 секунд (24 часа). При

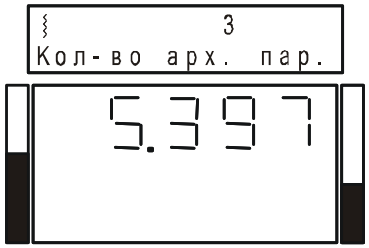
выборе малых значений периода необходимо учитывать тот факт, что предел ошибки отсчёта периода прибором составляет три секунды.

Следующий экран позволяет задать время привязки архива и может иметь, например, следующий вид:



Время привязки является моментом времени, от которого прибор отсчитывает архивные интервалы. Порядок работы с экраном аналогичен порядку, изложенному для экрана системного времени.

Следующий экран позволяет изменить количество архивируемых параметров и может иметь, например, следующий вид:

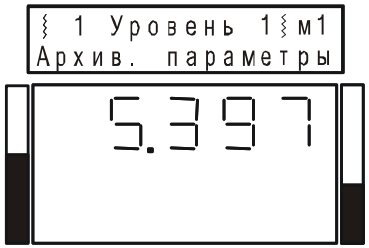


Тип настройки цифровой положительный целый. Максимально допустимое значение архивируемых параметров равно 200.

Изменение количества архивируемых параметров вызывает изменение длительности цикла архивирования $T_{АРХИВА}$, оценка которой может быть произведена по формуле (1).

При увеличении количества архивируемых параметров необходимо произвести выбор вновь вводимых параметров (см. ниже).

Следующий экран позволяет произвести выбор параметров для архивирования и может иметь, например, следующий вид:



Тип настройки – “Указатель”. Цифра, предшествующая обозначению параметра (в данном случае единица), задаёт индекс архивируемого параметра, значение которого предполагается изменить. Переход к следующему (предыдущему) параметру производится клавишами “▼” и “▲” при нахождении курсора в позиции индекса. Общее количество выбираемых параметров соответствует значению количества архивируемых параметров, заданному предыдущим экраном.

Прибор предлагает для выбора только реально существующие в данной конфигурации параметры (так, нельзя выбрать для архивирования параметры датчика, неподключённого к прибору). В общем случае, перечень параметров, доступных для архивирования аналогичен перечню, приведённому для привязки к шкалам прибора.

Длинное нажатие клавиши “*” из любого из экранов настроек архива приводит к возврату к экранам данных архива.

6 СВЯЗЬ ПРИБОРА С ЭВМ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ

6.1 Общие сведения

Интерфейс связи с ЭВМ верхнего уровня зависит от типа блока питания, которым укомплектован прибор. При комплектации блоками питания БП8 или БП8-1 обмен прибора с ЭВМ осуществляется посредством интерфейса RS-485. При комплектации блоками питания БП9 или БП9-1 обмен осуществляется посредством интерфейса Ethernet.

Связь прибора с ЭВМ разрешена во всех режимах его работы.

Для связи прибора с ЭВМ в качестве протокола прикладного уровня использовано семейство протоколов Modbus. Обмен по интерфейсу RS-485 производится в формате протокола Modbus RTU. Обмен по интерфейсу Ethernet производится в формате протокола Modbus TCP.

Протоколы определяют структуру сообщений, с помощью которых обмениваются различные приборы, объединённые в сеть, описывают процедуры запроса информации, получения ответа, а также обработки возникающих ошибок.

На уровне протоколов Modbus связь прибора с ЭВМ осуществляется по технологии “ведущий-ведомый”, при этом ЭВМ является *ведущим устройством*, а прибор – *ведомым*.

Ведущий всегда начинает процедуру передачи (*запрос*). Прибор, получив запрос, анализирует его и формирует *ответ* или выполняет действия, указанные в запросе. Для Modbus TCP запрос ведущего предваряется установлением TCP соединения с ведомым.

Особенности протокола Modbus RTU:

– одновременно с одним ведущим могут быть связаны несколько приборов, каждый из которых имеет свой собственный адрес ведомого. При этом связь с ЭВМ осуществляется по общей линии связи. Адрес ведомого устанавливается в режиме индикации настроек прибора;

– ведущий может адресовать индивидуальный прибор, 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 приборов (без наличия повторителей в сети, образованной приборами и ЭВМ), что обусловлено нагрузочной способностью выходных интерфейсных схем прибора.

Особенности реализации протокола Modbus TCP:

– все запросы посылаются ведомому через стек протоколов TCP на зарегистрированный порт 502. Запросы посылаются в полудуплексном режиме

в данном соединении. Поле сообщения протокола Modbus “адрес ведомого” не анализируется прибором. Адресация производится на этапе установления соединения по доменному имени прибора или его IP адресу;

– доменное имя прибора формируется из фиксированной части “gamma8ma” с добавлением индекса, представляющего собой последовательность символов десятичных цифр, являющихся цифрами заводского номера блока питания БП9 (БП9-1). Заводской номер располагается на панели блока питания. Ведущие нули из левой части заводского номера в индекс не включаются. Так, например, для блока питания, имеющего значение заводского номера “015” – доменное имя прибора - “gamma8ma15”, аналогично: для заводского номера “1120” – доменное имя - “gamma8ma1120” и.т.д. Регистр написания букв доменного имени значения не имеет. Для обеспечения адресации прибора по его доменному имени в составе сети должен присутствовать сервер службы доменных имён (DNS сервер);

– IP адрес присваивается прибору автоматически или в ручном режиме (см. раздел 4). Автоматический режим обеспечивается поддержкой прибором динамического распределения IP адресов в сети (протокол DHCP). Для функционирования клиентской части реализации протокола DHCP прибора необходимо наличие DHCP сервера в сети. При его отсутствии автоматически активизируется серверная часть реализации протокола DHCP прибора, что обеспечивает адресацию прибора по его доменному имени при подключении к ЭВМ по схеме “точка-точка”;

– количество одновременно запрашиваемых Modbus ведомых ограничивается программными и аппаратными ресурсами ведущего;

– количество одновременно поддерживаемых TCP соединений ведомым (количество одновременно поддерживаемых ведущих) – не более трёх.

6.2 Сообщения протокола MODBUS

6.2.1 Структура сообщений

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

Все запросы и ответы Modbus реализованы таким образом, что приёмник может определить завершение сообщения. Для кодов функции, передающих переменное количество данных в запросе или ответе, поле данных сопровождается информацией об его размере. Для Modbus TCP, дополнительная информация о длине передаётся в префиксе, что позволяет приёмнику распознать границы сообщения, даже если сообщение должно быть разделено на несколько пакетов для передачи.

Для Modbus RTU структура запроса ведущего состоит из следующих полей:

– *адрес ведомого* (один байт, для прибора возможные адреса лежат в диапазоне от 0 до 237, причём нулевое значение адреса назначено для широковещательного запроса и не может быть использовано в качестве индивидуального адреса ведомого);

– *код функции* (один байт) – задаёт 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.

Для Modbus TCP структура запроса ведущего состоит из следующих полей:

– идентификатор (*ID*) транзакции (два байта);

– ID протокола (два байта, обычно нули);

– поле длины (два байта, старший байт равен нулю), равное общему количеству следующих байт;

– ID устройства (один байт, игнорируется прибором);

– код функции (один байт);

– поле данных (размер зависит от кода функции, но не более 253 байт).

Структура ответа ведомого состоит из следующих полей:

– ID транзакции (два байта), ретрансляция соответствующего поля запроса;

– ID протокола (два байта, обычно нули), ретрансляция соответствующего поля запроса;

– поле длины (два байта, старший байт равен нулю), равное общему количеству следующих байт;

– ID устройства (один байт), ретрансляция соответствующего поля запроса;

– код функции (один байт), ретрансляция соответствующего поля запроса;

– поле данных (размер зависит от кода функции, но не более 253 байт).

Формат Modbus TCP сообщения не предусматривает поля кода проверки ошибок. Проведение такой проверки обеспечивается средствами стека протоколов TCP.

6.2.2 Описание режима RTU

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 RTU, помещается в *кадр*, который имеет определённые 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 4T, где T – время передачи одного символа. Первый принимаемый после паузы символ является адресом ведомого.

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

После передачи последнего символа в сообщении опять следует интервал паузы с временем не менее 4T. 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 2T, принимающий прибор считает, что сообщение окончено и начинает его обработку. Это приведёт к возникновению ошибки контрольной суммы, так как поле кода проверки ошибок, рассчитанное прибором, будет не совпадать с принятым в сообщении.

Поле данных в сообщении содержит шестнадцатеричные числа в диапазоне от 0 до 0FFH. Поле данных, посылаемое в запросе ведущего, содержит дополнительную информацию, которая используется ведомым для того, чтобы выполнить действия, заданные кодом функции. Например, это могут быть адреса регистров 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 прибора), никакой дополнительной информации ведомому не требуется (поле кода функции однозначно задаёт 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).

6.2.3 Методы проверки ошибок Modbus RTU

При работе с протоколом Modbus RTU используются два метода проверки ошибок. Для каждого передаваемого символа может быть установлен контроль паритета (по чётности или по нечётности). Для всего сообщения применяется контроль с помощью CRC-кода. Оба вида контроля генерируются ведущим и помещаются в сообщение до начала его передачи. Во время приёма ведомый проверяет каждый принятый символ и всё сообщение целиком.

Рассмотрим вначале контроль паритета.

Пользователь может настроить прибор на выполнение проверки чётности, проверки нечётности или отсутствие контроля паритета.

При задании наличия контроля паритета (по чётности или нечётности) в каждом байте передаваемых данных будет подсчитываться количество единиц. Бит паритета будет устанавливаться в 0 или 1 в зависимости от того, чётное или нечётное 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 чётности, бит паритета будет иметь нулевое значение, оставляя общее число единичных бит в байте чётным (четыре). Если используется контроль по нечетности, бит паритета будет установлен в единицу, делая общее число единичных бит нечётным (пять).

При передаче сообщения бит паритета рассчитывается для каждого байта сообщения. Принимающий прибор 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, объединённые в сети, были настроены на использование одного и того же метода контроля паритета.

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

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

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

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

Расчет CRC-кода производится по следующему алгоритму:

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

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

3) 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 полиноминальным значением 0A001H (1010000000000001B).

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 передаётся младший байт CRC-кода, затем старший.

6.2.4 Условие тайм-аута Modbus RTU

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

Если ведомый обнаруживает паузу между символами более 2T, 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 2T (время на обнаружение ведомым конца сообщения и начало его обработки). Кроме того, ведомый должен начать выдачу ответа через интервал времени длительностью не более 4T. 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 4T.

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 2T после приёма последнего байта сообщения.

6.2.5 Описание режима TCP

Описания протоколов, входящих в состав стека TCP, приведены в соответствующей литературе и здесь не рассматриваются.

На прикладном уровне, структуры полей адреса ведомого (ID устройства), кода функции и данных сообщения Modbus TCP аналогичны структурам соответствующих полей сообщения Modbus RTU. Отличия структуры сообщения Modbus TCP от структуры сообщения Modbus RTU следующие:

– тело сообщения, начинающееся с адреса ведомого, предваряется последовательностью из шести байт, содержащей ID транзакции и протокола и полем длины оставшейся части сообщения;

– поле адреса ведомого при разборе запроса прибором игнорируется и без изменения помещается в соответствующее поле ответа;

– сообщение Modbus TCP не содержит поля проверки ошибок.

6.3 Поддерживаемые прибором функции протокола Modbus

Список поддерживаемых прибором функций протокола Modbus одинаков для вариантов RTU и TCP и представлен в таблице 12 (коды функций представлены в виде десятичных чисел). Далее в разделе подробно рассматриваются структуры запросов, ответов и действия, выполняемые прибором для каждой функции.

Таблица 12

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

Далее приведены описания функций Modbus для варианта RTU. Соответствующее описание для варианта TCP приведено, для примера, только для функции 01. Для остальных функций логика построения структуры сообщений Modbus TCP аналогична примеру, приведённому для функции 01.

6.3.1 Функция 01 – чтение состояния ключей прибора

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

Структура запроса

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

Пример запроса Modbus RTU 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	08
Младший байт CRC-кода	3F
Старший байт CRC-кода	5C

Так как максимальное количество ключей в составе равно восьми, адрес начального ключа и старший байт количества читаемых ключей всегда должны иметь нулевые значения. Младший байт количества читаемых ключей должен иметь значение “8”). При несовпадении полей адреса начального ключа и количества читаемых ключей с указанными значениями прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Соответствующий запрос Modbus TCP будет выглядеть следующим образом:

Имя поля	Пример (HEX)
Старший байт ID транзакции	00
Младший байт ID транзакции	8D
Старший байт ID протокола	00
Младший байт ID протокола	00
Старший байт длины сообщения	00
Младший байт длины сообщения	06
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	08

Структура ответа

Состояние ключей прибора возвращается в одном байте данных, в котором каждый бит индицирует текущее состояние ключа. При этом нулевой бит соответствует ключу номер один первого модуля, первый бит соответствует ключу номер два первого модуля, четвёртый бит соответствует ключу номер один второго модуля и т.д. Такая последовательность является фиксированной, т.е. не зависящей от конфигурации прибора. Например, если первым модулем является модуль МВВ2 (в составе которого имеется два ключа), а вторым – модуль МВВ1 (четыре ключа) распределение битов по ключам следующее:

Номер бита	Индекс ключа/индекс модуля
0	1/1
1	2/1
2	произвольное состояние
3	произвольное состояние
4	1/2
5	2/2
6	3/2
7	4/2

Единичное состояние бита соответствует активному состоянию ключа, соответствие состояния ключей их физическому состоянию (“замкнут” или “разомкнут”) задаётся, для каждого ключа отдельно, значением настройки “алгоритм работы ключа”.

Пример ответа Modbus RTU 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 первого модуля находится в активном состоянии, остальные ключи – в пассивном.

Пример ответа ведомого Modbus TCP будет выглядеть следующим образом:

Имя поля	Пример (HEX)
Старший байт ID транзакции	00
Младший байт ID транзакции	8D
Старший байт ID протокола	00
Младший байт ID протокола	00
Старший байт длины сообщения	00
Младший байт длины сообщения	04
Адрес ведомого	11
Код функции	01
Счетчик байт данных	01
Текущее состояние ключей	02

6.3.2 Функция 03 – чтение регистров настройки

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

Структура запроса

Запрос определяет начальный адрес регистра настройки и число регистров, содержимое которых будет считано, которое может принимать в общем случае 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 таблицами 24…28, иначе прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса Modbus RTU для ведомого с адресом 18:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	12
Код функции	03
Старший байт адреса начального регистра	04
Младший байт адреса начального регистра	04
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	02
Младший байт CRC-кода	86
Старший байт CRC-кода	59

В приведенном примере запрашивается выдача содержимого двух регистров настройки, начиная с адреса 0404H.

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 0404H	40
Младший байт регистра настроек с адресом 0404H	80
Старший байт регистра настроек с адресом 0405H	00
Младший байт регистра настроек с адресом 0405H	00
Младший байт CRC-кода	CC
Старший байт CRC-кода	DA

В данном примере содержимое регистра 0404H равно 4080H, регистр 0405H содержит значение 0000H.

6.3.3 Функция 04 – чтение регистров данных

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 125. Регистры данных адресуются с нулевого адреса. Значения адреса начального регистра и количества читаемых регистров должны находиться в диапазоне допустимых значений в соответствии с таблицами 15…23, иначе прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса Modbus RTU для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	04
Старший байт адреса начального регистра	01
Младший байт адреса начального регистра	13
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	02
Младший байт CRC-кода	83
Старший байт CRC-кода	62

В приведенном примере запрашивается выдача содержимого двух регистров данных, начиная с адреса 0113H.

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	04
Старший байт данных регистра с адресом 0113H	40
Младший байт данных регистра с адресом 0113H	40
Старший байт данных регистра с адресом 0114H	00
Младший байт данных регистра с адресом 0114H	00
Младший байт CRC-кода	FE
Старший байт CRC-кода	51

В данном примере содержимое регистра данных с адресом 0113H равно 4040H, регистр 0114H содержит значение 0000H.

6.3.4 Функция 05 – управление одиночным ключом

Данная функция позволяет установить один из изолированных ключей, имеющихся в составе прибора, в заданное состояние. При широковещательном запросе функция управляет соответствующим ключом во всех подключённых к ведущему приборах.

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 перевода ключа в активное состояние поле данных должно быть передано значение FF00H, а для перевода в пассивное состояние – 0000H. Все другие значения поля данных являются неправильными и будут приводить к генерации ведомым ответа ошибочной ситуации.

Пример запроса Modbus RTU 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 первого модуля в активное состояние.

Так как максимально возможное количество ключей в составе прибора равно восьми, номер ключа может принимать значения от ноля до семи. При несовпадении поля номера ключа с указанными значениями прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Ключ будет установлен в заданное состояние только в том случае, если параметр настройки “Режим ключа” имеет значение “Ручной”.

Структура ответа

Нормальный ответ представляет собой эхо запроса.

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

6.3.5 Функция 07 – чтение статуса прибора

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

Структура запроса

В запросе отсутствует поле данных. Пример запроса Modbus RTU 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 прибора, значение которого равно 1FH.

Пример ответа для ведомого с адресом 17:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	11
Код функции	07
Статус прибора	1F
Младший байт CRC-кода	62
Старший байт CRC-кода	3D

6.3.6 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 возвратить ведущему данные, переданные в запросе. Широковещательный запрос не поддерживается

Структура запроса

Запрос кроме поля кода функции содержит поле кода подфункции.
Пример запроса Modbus RTU 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 прибор возвратит ответ ошибочной ситуации.

6.3.7 Функция 15 (0FH) – групповое управление ключами

Данная функция позволяет установить ключи, имеющиеся в составе прибора, в активное или пассивное состояние. При широковещательном запросе функция управляет ключами во всех подключенных к ведущему приборах.

Структура запроса

Запрос определяет начальный номер управляемых ключей (должен быть всегда равен нулю), число ключей (должно быть всегда равно восьми) и состояния, в которые должны перейти ключи. Новые состояния ключей задаются содержимым поля данных. При этом бит 0 соответствует ключу номер 1 первого модуля, бит 4 соответствует ключу номер 1 первого модуля и т.д.

Единичное состояние бита устанавливает ключ в активное состояние, нулевое - в пассивное. Если номер начального номера ключа не равен нулю и/или количество ключей в запросе не равно восьми прибор будет генерировать ответ ошибочной ситуации.

Пример запроса Modbus RTU 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	08
Счетчик байт	01
Данные управления ключами	91
Младший байт CRC-кода	3E
Старший байт CRC-кода	35

В данном примере запрос устанавливает в активное состояние первый ключ первого модуля, первый ключ второго модуля, четвёртый ключ второго модуля и в пассивное состояние остальные ключи прибора.

Ключ изменит своё состояние только в том случае, если соответствующий ему параметр настройки “Режим ключа” имеет значение “Ручной”.

Структура ответа

Нормальный ответ представляет собой эхо запроса.

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	91
Младший байт CRC-кода	1E
Старший байт CRC-кода	37

6.3.8 Функция 16 (10H) – запись регистров настройки

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

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 Modbus RTU для ведомого с адресом 18:

Имя поля	Пример (HEX)
Адрес ведомого	12
Код функции	10
Старший байт адреса начального регистра	04
Младший байт адреса начального регистра	04
Старший байт количества записываемых регистров	00
Младший байт количества записываемых регистров	02
Счетчик байт данных	04
Старший байт данных регистра 0007H	40
Младший байт данных регистра 0007H	C0
Старший байт данных регистра 0008H	00
Младший байт данных регистра 0008H	00
Младший байт CRC-кода	8E
Старший байт CRC-кода	E4

В приведенном примере записываются два регистра настройки, начиная с адреса 0404H. Для регистра с адресом 0404H записывается значение 40C0H, для регистра с адресом 0405H записывается значение 0000H. Интерпретация содержимого регистров настройки подробно рассматривается в следующем разделе.

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

Структура ответа

Поскольку для межмодульных пересылок и записи регистров в энергонезависимую память требуется продолжительный интервал времени (до двух секунд) – с целью предотвращения возникновения условия тайм-аута прибор формирует 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 выдачи запроса быть уверенным в правильности его исполнения и знать состояние прибора. Проверкой может служить чтение записанного массива с помощью функции Modbus с номером три.

6.4 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 четырёх 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 прибора), 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 распознаёт 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	0F
Старший байт количества читаемых регистров	00
Младший байт количества читаемых регистров	04
Младший байт CRC-кода	C0
Старший байт CRC-кода	B1

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 первой группы регистров данных является 000FH (см. таблицу 15), в запросе адрес начального регистра равен 0FH, 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 прибором, представлены в таблице 13.

Таблица 13

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

6.5 Регистры прибора

6.5.1 Регистры данных прибора

6.5.1.1 Адресное пространство регистров данных разбито на страницы. Размер каждой страницы позволяет адресовать до 65536 регистров. Функция 4 Modbus (“Чтение регистров данных”) позволяет считывать регистры текущей страницы, индекс которой задан значением настройки прибора “Индекс текущей страницы регистров данных” (см. ниже). Нулевая страница содержит регистры данных датчиков, модулей и прибора, остальные страницы содержат регистры архива.

6.5.1.2 Регистры данных нулевой страницы разбиты на несколько групп (по принципу принадлежности), каждой из которых выделена отдельная область адресов. Базовые адреса групп регистров данных нулевой страницы приведены в таблице 14.

Таблица 14

Базовый адрес группы	Наименование группы регистров данных
0000H	Регистры данных прибора
0100H	Регистры данных датчика, подключённого к первому каналу первого модуля
0200H	Регистры данных датчика, подключённого ко второму каналу первого модуля
0300H	Регистры данных датчика, подключённого к первому каналу второго модуля
0400H	Регистры данных датчика, подключённого ко второму каналу второго модуля
0500H	Регистры данных первого модуля
0600H	Регистры данных второго модуля

6.5.1.3 Распределение и формат группы регистров данных прибора приведены в таблице 15.

Таблица 15

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование
0000H	Table	Код прибора
от 0001H до 0003H		Зарезервировано
00004H		Контрольная сумма (CRC) метрологически значимого ПО, значение равно 8C6DH
0005H	Table	Номер версии ПО прибора
0006H	Table	Число и месяц создания версии ПО прибора
0007H	Table	Год создания версии ПО прибора
0008H, 0009H, 000AH	Время/дата	Значения системных времени и даты
000BH, 000CH, 000DH	Время/дата	Время и дата окончания текущего архивного интервала
000EH, 000FH	INT32	Индекс текущего архивного интервала

Данные типа TABLE имеют формат двоичного шестнадцатиразрядного целого без знака и могут принимать значения из фиксированного набора.

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

Регистр со смещением адреса 0000H всегда содержит значение равное 0005H.

Регистр со смещением адреса 0005H содержит номер версии ПО прибора в двоично-десятичной форме (BCD-формате). Старший байт содержит номер версии, младший байт содержит номер подверсии. Например, содержимое регистра равное 1234H соответствует версии ПО: “12.34”.

Регистр со смещением адреса 0006H содержит число и месяц создания текущей версии ПО в BCD-формате. Старший байт содержит число, младший байт содержит месяц. Например, содержимое регистра равное 2010H соответствует дате “20 октября”.

Регистр со смещением адреса 0007H содержит год создания текущей версии ПО в BCD-формате. Старший байт содержит год, младший байт всегда равен нулю. Например, год создания 2011 соответствует содержимому регистра равному 1100H.

Данные типа время/дата представляют собой последовательность из шести цифр, записанных в BCD-формате.

Значение времени занимает три байта, в которых записаны в BCD-формате, соответственно, значения часов, минут и секунд. Например, если первый байт содержит шестнадцатиричную цифру 10H, второй – 45H, а третий – 58H, это соответствует значению времени – 10 часов, 45 минут, 58 секунд.

Значение даты также занимает три байта, в которых записаны в BCD-формате, соответственно, значения числа, месяца и года. Например, если первый байт содержит шестнадцатиричную цифру 10H, второй – 05H, а третий – 11H, это соответствует значению даты – 10 мая 2011 года.

Время и дата окончания текущего архивного интервала (регистры со смещениями адресов от 000BH до 000DH) определяют момент времени сохранения очередной архивной записи в энергонезависимой памяти и рассчитываются из текущих значений системного времени прибора, а также времени привязки архива и периода архивирования (задаются настройками).

Данные типа INT32 имеют формат двоичного тридцатидвухразрядного целого без знака.

Индекс текущего архивного интервала (регистры со смещениями адресов от 000EH, 000FH) является числом, произведение которого на два определяет смещение адреса (в байтах) начала текущей архивной записи в буфере архива. Под архив зарезервирована область энергонезависимой памяти прибора фиксированного размера, равного 1500000 байтам (байты архива адресуются, начиная с нуля до 1499999). Таким образом, индекс, равный нулю адресует байт архива с адресом ноль, а индекс, равный 749999 адресует байт архива с адресом 1499998.

Структура архивной записи приведена на примере в таблице 16.

Таблица 16

Смещение (байт) относительно начала записи	Содержимое поля	Наименование поля	
0	FFH	Идентификатор начала архивной записи (содержимое фиксировано)	
1	FFH		
2	FFH		
3	FFH		
4	12H	Часы	Метка времени (начала) архивного интервала (рассчитывается прибором)
5	30H	Минуты	
6	00H	Секунды	
7	04H	День	
8	08H	Месяц	
9	10H	Год	
10	00H	Зарезервировано (содержимое фиксировано)	
11	02H	Количество архивируемых параметров в записи (задаётся настройками)	
12	10H	Индексы модуля/канала первого архивируемого параметра в записи (задаётся настройками)	
13	03H	Индекс первого архивируемого параметра в записи (в соответствии с таблицей 17), задаётся настройками	
14	40H	Значение первого архивируемого параметра	
15	40H		
16	00H		
17	00H		
18	11H	Индексы модуля/канала второго архивируемого параметра в записи (задаётся настройками)	

Продолжение таблицы 16

Смещение (байт) относительно начала записи	Содержимое поля	Наименование поля
19	06H	Индекс второго архивируемого параметра в записи (в соответствии с таблицей 17), задаётся настройками
20	40H	Значение второго архивируемого параметра
21	C0H	
22	00H	
23	00H	

Формат метки времени архивной записи аналогичен формату, изложенному для данных типа “время/дата”. Приведённый пример записи содержит метку времени равную: 12 часов, 30 минут, 0 секунд, 4 августа 2010 года.

Поля со смещениями адресов байт от нулевого до одиннадцатого представляют “шапку” записи и имеют фиксированный размер для всех записей архива.

Часть записи, начинающаяся с двенадцатого байта, имеет размер, зависящий от параметра настройки “Количество архивируемых параметров”.

Записи архива могут иметь разное количество архивируемых параметров, и, следовательно, разный размер.

Индекс модуля и канала архивируемого параметра упакован в одном байте, старшая тетрада (старшие четыре двоичных разряда) которого содержат индекс модуля, а младшая – индекс канала. Индексы задаются настройками. Модули и каналы адресуются с нуля. В приведённом примере первый архивируемый параметр получен с датчика, подключённого к первому каналу второго модуля прибора, второй архивируемый параметр получен с датчика, подключённого ко второму каналу второго модуля прибора. Если параметр является общим для модуля (относится к параметрам данных модуля) – он сопровождается нулевым значением индекса канала для поля индекса канала.

Поля со смещениями адресов от 14 до 17 и от 20 до 23 содержат значения параметров. Параметры хранятся в инверсном FLOAT формате. Так, байты со смещениями адресов от 14 до 17 содержат десятичное значение 3.0 (40400000H), байты со смещениями адресов от 20 до 23 содержат десятичное значение 6.0 (40C00000H).

Поля со смещениями адресов 13 и 19 содержат индексы, идентифицирующие архивируемые параметры. Таблица 17 содержит перечень параметров, возможных для архивирования, с их индексами.

Таблица 17

Индекс параметра	Наименование параметра
1	Уровень, измеренный по первому поплавку датчика (для поплавковых датчиков уровня), уровень (для РДУ1, РДУ3 и УТР1)
2	Уровень, измеренный по второму поплавку датчика
3	Уровень, измеренный по третьему поплавку датчика
4	Уровень, измеренный по четвёртому поплавку датчика

Продолжение таблицы 17

Индекс параметра	Наименование параметра
5	Давление, измеренное каналом измерения давления датчиков ДУУ2М или каналом измерения давления гидростатического столба продукта датчиков ДУУ6, ДУУ6-1
от 6 до 21	Температура, измеренная от первого до шестнадцатого каналами измерения температуры датчика
22	Температура продукта, рассчитанная по измеренным значениям температуры
23	Объём, измеренный между первым и вторым поплавками датчика (и дном резервуара для однопоплавковых датчиков, ДУУ6-1, РДУ1, РДУ3 и УТР1)
24	Объём, измеренный между вторым и третьим поплавками датчика (и дном резервуара для двухпоплавковых датчиков ДУУ2М)
25	Объём, измеренный между третьим и четвёртым поплавками датчика (и дном резервуара для трёхпоплавковых датчиков)
26	Объём, измеренный между четвёртым поплавком и дном резервуара
27	Измеренное значение плотности продукта для рабочих условий
28	Масса брутто продукта
29	Масса нетто продукта
30	Объём продукта, приведённый к нормальным условиям
31	Значение плотности продукта, приведённое к нормальным условиям
32	Значение параметра, измеренное на токовом входе модуля МВВ3
65	Значение параметра, привязанного к первому токовому выходу модуля
66	Значение параметра, привязанного ко второму токовому выходу модуля
от 67 до 70	Значение параметров, привязанных к ключам модуля (от первого до четвёртого)
от 71 до 76	Значения управляющих воздействий (выходы) от первого до шестого регуляторов модуля

Параметры с индексами от 1 до 32 являются параметрами данных датчиков.

Параметры с индексами от 65 до 76 являются параметрами данных модулей.

Таким образом, для приведённого примера архивной записи, первый архивируемый параметр является уровнем, измеренным по третьему поплавку датчика, подключённого к первому каналу второго модуля, второй архивируемый параметр является температурой, измеренной первым термометром датчика, подключённого ко второму каналу второго модуля.

6.5.1.4 Распределение и формат группы регистров данных датчика приведены в таблице 18.

Таблица 18

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0000H	Table	Тип подключённого датчика	Коды поддерживаемых типов датчиков приведены в таблице 19
0001H	Table	Тип подключенного датчика ДТМ2	Коды поддерживаемых типов датчиков ДТМ2 приведены в таблице 20
0002H	Table	Регистр диагностики	Коды диагностики приведены в таблице 21
от 0003H до 0012H	Table	Регистры диагностики каналов измерения датчика с первого по шестнадцатый	Коды диагностики приведены в таблице 22
0013H, 0014H	Float	Уровень, измеренный по первому поплавку датчика (уровень, измеренный РДУ1, РДУ3 или УТР1)	м
0015H, 0016H	Float	Уровень раздела сред, измеренный по второму поплавку датчика	м
0017H, 0018H	Float	Уровень раздела сред, измеренный по третьему поплавку датчика	м
0019H, 001AH	Float	Уровень раздела сред, измеренный по четвёртому поплавку датчика	м
001BH, 001CH	Float	Давление, измеренное датчиками ДУУ2М, ДИД1, давление гидростатического столба, измеренное датчиками ДУУ6, ДУУ6-1	кПа
001DH, 001EH	Float	Значение первого канала измерения температуры	°С
001FH, 0020H	Float	Значение второго канала измерения температуры	°С
0021H, 0022H	Float	Значение третьего канала измерения температуры	°С
0023H, 0024H	Float	Значение четвертого канала измерения температуры	°С
0025H, 0026H	Float	Значение пятого канала измерения температуры	°С
0027H, 0028H	Float	Значение шестого канала измерения температуры	°С

Продолжение таблицы 18

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0029H, 002AH	Float	Значение седьмого канала измерения температуры	°С
002BH, 002CH	Float	Значение восьмого канала измерения температуры	°С
002DH, 002EH	Float	Значение девятого канала измерения температуры	°С
002FH, 0030H	Float	Значение десятого канала измерения температуры	°С
0031H, 0032H	Float	Значение одиннадцатого канала измерения температуры	°С
0033H, 0034H	Float	Значение двенадцатого канала измерения температуры	°С
0035H, 0036H	Float	Значение тринадцатого канала измерения температуры	°С
0037H, 0038H	Float	Значение четырнадцатого канала измерения температуры	°С
0039H, 003AH	Float	Значение пятнадцатого канала измерения температуры	°С
003BH, 003CH	Float	Значение шестнадцатого канала измерения температуры	°С
003DH, 003EH	Float	Объём, измеренный между первым и вторым поплавками (и дном резервуара для однопоплавковых датчиков, а также ДУУ6-1, РДУ1, РДУ3 и УТР1)	$м^3$
003FH, 0040H	Float	Объём, измеренный между вторым и третьим поплавками (и дном резервуара для двухпоплавковых датчиков ДУУ2М)	$м^3$
0041H, 0042H	Float	Объём, измеренный между третьим и четвёртым поплавками (и дном резервуара для трёхпоплавковых датчиков)	$м^3$
0043H, 0044H	Float	Объём, измеренный между четвёртым поплавком и дном резервуара (для четырёхпоплавковых датчиков)	$м^3$
0045H, 0046H	Float	Объём, измеренный между первым и вторым поплавками (и дном резервуара для однопоплавковых датчиков, ДУУ6-1, РДУ1, РДУ3 и УТР1), приведённый к 15 ^oC	$м^3$
0047H, 0048H	Float	Плотность продукта для рабочих условий	$кг/м^3$
0049H, 004AH	Float	Плотность продукта, приведённая к 15 оС	$кг/м^3$

Продолжение таблицы 18

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
004BH, 004CH	Float	Масса брутто продукта	т
004DH, 004EH	Float	Масса нетто продукта	т
004FH, 0050H	Float	Глубина погружения первого поплавка (для поплавковых датчиков)	м
0051H, 0052H	Float	Температура стенки резервуара	°С
0053H, 0054H	Float	Давление в газовой подушке резервуара, измеренное датчиками ДУУ6, ДУУ6-1	кПа
0055H, 0056H	Float	Значение, измеренное на токовом входе модуля МВВ3	единицы измеряемого параметра
0057H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от первого поплавка	
0058H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от второго поплавка	
0059H	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от третьего поплавка	
005AH	Table	Регистр диагностики канала измерения уровня от четвёртого поплавка	
005BH	Table	Регистр диагностики канала измерения давления (гидростатического давления для ДУУ6, ДУУ6-1)	
005CH	Table	Регистр диагностики первого канала измерения температуры	
005DH	Table	Регистр диагностики второго канала измерения температуры	
005EH	Table	Регистр диагностики третьего канала измерения температуры	
005FH	Table	Регистр диагностики четвёртого канала измерения температуры	
0060H	Table	Регистр диагностики пятого канала измерения температуры	
0061H	Table	Регистр диагностики шестого канала измерения температуры	
0062H	Table	Регистр диагностики седьмого канала измерения температуры	
0063H	Table	Регистр диагностики восьмого канала измерения температуры	

Продолжение таблицы 18

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0064H	Table	Регистр диагностики девятого канала измерения температуры	
0065H	Table	Регистр диагностики десятого канала измерения температуры	
0066H	Table	Регистр диагностики одиннадцатого канала измерения температуры	
0067H	Table	Регистр диагностики двенадцатого канала измерения температуры	
0068H	Table	Регистр диагностики тринадцатого канала измерения температуры	
0069H	Table	Регистр диагностики четырнадцатого канала измерения температуры	
006AH	Table	Регистр диагностики пятнадцатого канала измерения температуры	
006BH	Table	Регистр диагностики шестнадцатого канала измерения температуры	
006CH	Table	Регистр диагностики канала измерения объёма по первому поплавку	
006DH	Table	Регистр диагностики канала измерения объёма по второму поплавку	
006EH	Table	Регистр диагностики канала измерения объёма по третьему поплавку	
006FH	Table	Регистр диагностики канала измерения объёма по четвёртому поплавку	
0070H	Table	Регистр диагностики канала измерения объёма, приведённого к 15 ^{o}C	
0071H	Table	Регистр диагностики канала измерения плотности	
0072H	Table	Регистр диагностики канала измерения плотности, приведённой к 15 ^{o}C	
0073H	Table	Регистр диагностики канала измерения массы брутто	
0074H	Table	Регистр диагностики канала измерения массы нетто	

Продолжение таблицы 18

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0075H	Table	Регистр диагностики канала измерения глубины погружения первого поплавка	
0076H	Table	Регистр диагностики канала измерения температуры продукта	
0077H	Table	Регистр диагностики канала измерения давления в газовой подушке меры вместимости (для ДУУ6, ДУУ6-1)	
0078H	Table	Регистр диагностики канала измерения параметра на токовом входе модуля МВВ3	
0079H, 007AH	Float	Минимальный уровень, при котором выполняется требование ГОСТ Р 8.595-2004 для погрешности измерения массы продукта (для ДУУ6, ДУУ6-1)	м
007BH, 007CH	Float	Температура внутри корпуса датчика в месте установки пьезоэлемента (для ДУУ6, ДУУ6-1)	°С
007DH, 007EH	Float	Температура продукта	°С

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 (четырех байтах). Первый регистр параметра (с меньшим значением адреса) содержит в старшем байте биты от 7 до 1 байта 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

Коды датчиков, подключаемых к прибору, приведены в таблице 19.

Таблица 19

Код датчика	Тип датчика
0000H	датчик отсутствует
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
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
0020H	РДУ1 (15 м), или РДУ3 (15 м), или УТР1
0021H	РДУ1 (25 м) или РДУ3 (25 м)
0030H	ДП1
00FEH	неподдерживаемый тип датчика
00FFH	датчик с токовым выходом

Если код датчика (содержимое регистра со смещением адреса 0000H) равен 009FH – определение типа датчика ДТМ2, подключенного к прибору, производится чтением регистра со смещением адреса 0001H.

Коды типов датчиков ДТМ2 приведены в таблице 20.

Таблица 20

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
00B7H	ДТМ2-0-8 или ДТМ2-0А-8
00B8H	ДТМ2-0-9 или ДТМ2-0А-9
00B9H	ДТМ2-0-10 или ДТМ2-0А-10
00BAH	ДТМ2-0-11 или ДТМ2-0А-11
00BBH	ДТМ2-0-12 или ДТМ2-0А-12
00BCH	ДТМ2-0-13 или ДТМ2-0А-13
00BDH	ДТМ2-0-14 или ДТМ2-0А-14
00BEH	ДТМ2-0-15 или ДТМ2-0А-15
00BFH	ДТМ2-0-16 или ДТМ2-0А-16

Коды регистра диагностики (смещение адреса 0002H) приведены в таблице 21.

Таблица 21

Значение регистра	Причина выдачи диагностической информации
0000H	Нормальная работа датчика
0001H	Датчик не поддерживает принятую команду
0003H	Неверный тип датчика (тип датчика не поддерживается прибором)
0006H	При обмене информацией прибора с датчиком возникла ошибка контрольной суммы
0007H	При обмене информацией прибора с датчиком произошел тайм-аут
0009H	Тест датчика завершился со сбоем

Продолжение таблицы 21

000BH	Отказ датчика
000DH	Измерение не готово (идет первоначальный набор значений для вычисления параметра)
0013H	Питание датчика отключено из-за перегрева барьера искробезопасности

Коды регистров диагностики каналов измерения датчика (регистры со смещениями адресов с 0003H по 0012H и с 0057H по 0078H) приведены в таблице 22.

Таблица 22

Значение регистров	Причина выдачи диагностической информации
0000H	Нормальная работа канала измерения
0004H	Отсутствие канала измерения в подключенном датчике (были запрошены данные несуществующего канала)
000AH	Сбой канала измерения

6.5.1.5 Распределение и формат группы регистров данных модуля приведены в таблице 23.

Таблица 23

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
от 0000H до 0003H	String	Номер версии ПО модуля	
0004H	Table	Тип модуля	0000H – МВВ1; 0001H – МВВ2; 0002H – МВВ3; 00FEH – модуль отсутствует
0005H, 0006H	Float	Значение первого токового выхода	единицы привязанного параметра
0007H, 0008H	Float	Значение второго токового выхода	единицы привязанного параметра
0009H	Bin	Состояние ключей модуля	
000AH, 000BH	Float	Значение параметра, привязанного к первому ключу модуля	единицы привязанного параметра
000CH, 000DH	Float	Значение параметра, привязанного ко второму ключу модуля	единицы привязанного параметра
000EH, 000FH	Float	Значение параметра, привязанного к третьему ключу модуля	единицы привязанного параметра
0010H, 0011H	Float	Значение параметра, привязанного к четвёртому ключу модуля	единицы привязанного параметра
0012H, 0013H	Float	Значение управляющего воздействия (выход) первого регулятора модуля	единицы параметра управления

Продолжение таблицы 23

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0014H, 0015H	Float	Значение управляющего воздействия (выход) второго регулятора модуля	единицы параметра управления
0016H, 0017H	Float	Значение управляющего воздействия (выход) третьего регулятора модуля	единицы параметра управления
0018H, 0019H	Float	Значение управляющего воздействия (выход) четвёртого регулятора модуля	единицы параметра управления
001AH, 001BH	Float	Значение управляющего воздействия (выход) пятого регулятора модуля	единицы параметра управления
001CH, 001DH	Float	Значение управляющего воздействия (выход) шестого регулятора модуля	единицы параметра управления

Данные типа STRING представляют собой последовательность ASCII кодов символов, заканчивающуюся байтом, имеющим нулевое значение. Например, для случая, когда регистры со смещениями адресов от 0000H до 0003H (номер версии ПО модуля) содержат строку “123.45” – содержимое байт регистров следующее:

Смещение адреса регистра		Значение байта регистра
0000H	старший байт регистра	31H
	младший байт регистра	32H
0001H	старший байт регистра	33H
	младший байт регистра	2EH
0002H	старший байт регистра	34H
	младший байт регистра	35H
0003H	старший байт регистра	00H
	младший байт регистра	не определено

Данные типа BIN содержат информацию о состоянии дискретных параметров модуля. Так, например, четыре младших бита младшего байта регистра со смещением адреса 0009H соответствуют физическому состоянию ключей модуля. Единичному значению бита соответствует замкнутое состояние ключа, нулевому – разомкнутое. Нулевой бит соответствует первому ключу, первый бит соответствует второму ключу и т.д. Для модуля МВВ2, имеющего только два ключа, действительными являются только первые два бита. Состояния незадействованных битов регистра не определены.

Если какой-либо токовый выход модуля не имеет привязки к параметру – соответствующие ему регистры из области от 0005H до 0008H содержат значения, заданные одноимённым параметром настройки модуля. При этом размерность значения также соответствует размерности параметра настройки.

Если какой-либо ключ модуля настроен на ручной режим работы или в автоматическом режиме отсутствует привязка ключа – соответствующие ему регистры из области от 000AH до 0011H содержат значения, заданные одноимённым параметром настройки модуля. При этом размерность значения также соответствует размерности параметра настройки.

6.5.2 Регистры настроек

6.5.2.1 Регистры настроек разбиты на несколько групп (по принадлежности), каждой из которых выделена отдельная область адресов. Базовые адреса групп регистров настроек приведены в таблице 24.

Таблица 24

Базовый адрес группы	Наименование группы регистров настроек
0000H	Регистры настроек прибора
0400H	Регистры настроек датчика, подключённого к первому каналу первого модуля
0500H	Регистры настроек датчика, подключённого ко второму каналу первого модуля
0600H	Регистры настроек датчика, подключённого к первому каналу второго модуля
0700H	Регистры настроек датчика, подключённого ко второму каналу второго модуля
0800H	Регистры настроек первого модуля
0900H	Регистры настроек второго модуля
2000H	Регистры шкалы уровня градуировочной таблицы для датчика, подключённого к первому каналу первого модуля
3800H	Регистры шкалы объёма градуировочной таблицы для датчика, подключённого к первому каналу первого модуля
5000H	Регистры шкалы уровня градуировочной таблицы для датчика, подключённого ко второму каналу первого модуля
6800H	Регистры шкалы объёма градуировочной таблицы для датчика, подключённого ко второму каналу первого модуля
8000H	Регистры шкалы уровня градуировочной таблицы для датчика, подключённого к первому каналу второго модуля
9800H	Регистры шкалы объёма градуировочной таблицы для датчика, подключённого к первому каналу второго модуля
B000H	Регистры шкалы уровня градуировочной таблицы для датчика, подключённого ко второму каналу второго модуля
C800H	Регистры шкалы объёма градуировочной таблицы для датчика, подключённого ко второму каналу второго модуля

6.5.2.2 Распределение и формат группы регистров настроек прибора приведены в таблице 25.

Таблица 25

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0000H, 0001H	Float	Ускорение свободного падения	$м/с^2$
0002H	INT16	Индекс текущей страницы регистров данных	
0003H	INT16	Период архивирования	с

Продолжение таблицы 25

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0004H, 0005H, 0006H	Время/дата	Значения системных времени и даты	
0007H, 0008H, 0009H	Время/дата	Значение времени привязки архива	
000AH	INT16	Количество архивируемых параметров	
000BH		Зарезервировано	
от 000CH до 019BH	Ptr	Указатели на архивируемые параметры от первого до двухсотого	

Период архивирования не может быть более одних суток (86400 с).

Данные типа INT16 имеют формат двоичного шестнадцатиразрядного целого без знака.

Значение количества архивируемых параметров не может быть более двухсот.

Количество действующих указателей в массиве регистров со смещениями адресов от 000AH до 0199H равно количеству архивируемых параметров.

6.5.2.3 Распределение и формат групп регистров настроек датчиков приведены в таблице 26.

Таблица 26

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0000H	Table	Скорость обмена прибора с датчиком: 0 – 2400 бит/с; 1 – 4800 бит/с	бит/с
0001H	Table	Число усредняемых опросов датчика: 0 – усреднение выключено; 1 – 8 усреднений; 2 – 16 усреднений; 3 – 32 усреднения; 4 – 64 усреднения	
0002H, 0003H	INT32	Период обмена прибора с датчиком	мс
0004H, 0005H	Float	База установки датчика	м
0006H, 0007H	Float	Эффективная длина датчика	м
0008H, 0009H	Float	Скорость звука датчика	м/с

Продолжение таблицы 26

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
000AH, 000BH	Float	Поправка уровня, измеренного по второму поплавку датчика	м
000CH, 000DH	Float	Поправка уровня, измеренного по третьему поплавку датчика	м
000EH, 000FH	Float	Поправка уровня, измеренного по четвёртому поплавку датчика	м
0010H, 0011H	Float	Вес бита АЦП канала измерения давления (для ДУУ6 и ДУУ6-1 - канала измерения давления в газовой подушке резервуара)	кПа/бит
0012H, 0013H	Float	Начальное смещение характеристики датчика давления (для ДУУ6, ДУУ6-1 - датчика давления в газовой подушке резервуара)	кПа
0014H	Table	Тип поплавка датчика (для поплавковых датчиков): 0 – I типа; 1 – II типа	
0015H, 0016H	Float	Высота погружаемой части поплавка типа I	мм
		Высота установки двенадцатого термометра датчика ДТМ2	м
0017H, 0018H	Float	Смещение магнитной системы поплавка относительно его нижней кромки	мм
		Высота установки тринадцатого термометра датчика ДТМ2	м
0019H, 001AH	Float	Плотность поплавка	кг/м^3
		Высота установки четырнадцатого термометра датчика ДТМ2	м
001BH, 001CH	Float	Внешний диаметр поплавка типа II	мм
		Высота установки пятнадцатого термометра датчика ДТМ2	м
001DH, 001EH	Float	Температура стенки резервуара при градуировке	^{o}C
		Высота установки шестнадцатого термометра датчика ДТМ2	м
001FH, 0020H	Float	Температура продукта	^{o}C
0021H, 0022H	Float	Массовая доля содержания воды в продукте	%
0023H, 0024H	Float	Массовая доля содержания хлористых солей в продукте	%

Продолжение таблицы 26

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0025H, 0026H	Float	Массовая доля содержания механических примесей в продукте	%
0027H	Table	Тип резервуара: 0 – вертикальный; 1 – горизонтальный	
0028H, 0029H	Float	Зарезервировано	
002AH	Table	Тип продукта: 0 – нефть; 1 – бензин; 2 – реактивное топливо; 3 – мазут	
002BH, 002CH	Float	Плотность продукта, приведённая к 15 ºС. Для ДУУ6, ДУУ6-1 – плотность продукта при уровне менее $H_{мин}$, приведённая к 15 ºС.	кг/м^3
002DH, 002EH	Float	Зарезервировано	
002FH, 0030H	Ptr	Указатель на канал измерения температуры	
0031H, 0032H	Ptr	Указатель на канал измерения плотности продукта	
0033H, 0034H	Float	Высота установочного фланца датчиков ДУУ6, ДУУ6-1	мм
0035H, 0036H	Float	Смещение ячейки давления относительно конца датчиков ДУУ6, ДУУ6-1	мм
0037H, 0038H	Float	Для ДУУ6, ДУУ6-1 - вес бита АЦП канала измерения гидростатического давления,	кПа/бит
0039H, 003AH	Float	Для ДУУ6, ДУУ6-1 - начальное смещение характеристики датчика гидростатического давления	кПа
003BH, 003CH	Float	Температура стенки резервуара при измерении базы установки датчика	°С
003DH, 003EH	Float	Минимальный уровень продукта, при котором выполняется требование ГОСТ Р 8.595 для погрешности измерения массы продукта	м
003FH, 0040H	Float	Коэффициент коррекции РДУ1, РДУ3 или УТР1, паспортное значение датчика	

Продолжение таблицы 26

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0041H, 0042H	Float	Вес бита АЦП канала измерения плотности датчика ДП1	кг/м^3 на бит
0043H, 0044H	Float	Начальное смещение характеристики канала измерения плотности датчика ДП1	кг/м^3
0045H	Table	Тип шкалы токового входа модуля МВВ3: 0 – 0…5 мА; 1 – 0…20 мА; 2 – 4…20 мА	
0046H, 0047H	Float	0 % шкалы параметра, измеряемого на токовом входе	единицы измеряемого параметра
0048H, 0049H	Float	100 % шкалы параметра, измеряемого на токовом входе	единицы измеряемого параметра
004AH – 004CH	Float	Зарезервировано	
004DH, 004EH	Float	Высота погружаемой части верхнего поплавка (ДУУ6-1)	мм
		Высота установки первого термометра датчика ДТМ2	м
004FH, 0050H	Float	Плотность верхнего поплавка, паспортное значение датчика (ДУУ6-1)	кг/м^3
		Высота установки второго термометра датчика ДТМ2	м
0051H, 0052H	Float	Смещение магнитной системы верхнего поплавка относительно его нижней кромки	мм
		Высота установки третьего термометра датчика ДТМ2	м
0053H, 0054H	Float	Высота погружаемой части нижнего поплавка	мм
		Высота установки четвертого термометра датчика ДТМ2	м
0055H, 0056H	Float	Плотность нижнего поплавка, паспортное значение датчика	кг/м^3
		Высота установки пятого термометра датчика ДТМ2	м

Продолжение таблицы 26

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0057H, 0058H	Float	Смещение магнитной системы нижнего поплавка относительно его нижней кромки	мм
		Высота установки шестого термометра датчика ДТМ2	м
0059H, 005AH	Float	Коэффициент линейного расширения материала меры вместимости	10^{-6}/°C
		Высота установки седьмого термометра датчика ДТМ2	м
005BH, 005CH	Float	Коэффициент линейного расширения материала чувствительного элемента датчика	10^{-6}/°C
		Высота установки восьмого термометра датчика ДТМ2	м
005DH, 005EH	Float	Коэффициент скорости звука, паспортное значение датчика	10^{-6}/°C
		Высота установки девятого термометра датчика ДТМ2	м
005FH, 0060H	Float	Температура калибровки датчика (для ДУУ2М исполнения 0)	°C
		Высота установки десятого термометра датчика ДТМ2	м
0061H, 0062H	Float	Температура стенки резервуара	°C
		Высота установки одиннадцатого термометра датчика ДТМ2	м

Назначение параметров типа Ptr аналогично назначению параметров типа “Указатель”. Распределение полей параметра по байтам указателя следующее:

Регистр	Первый		Второй	
Байт	Старший	Младший	Старший	Младший
Содержимое	Равно нулю	Индекс модуля параметра	Индекс канала параметра	Индекс параметра

Счёт индексов модуля и канала в указателе ведётся от нуля. Индекс параметра задаётся в соответствии с таблицей 29.

Указатель на канал измерения плотности продукта может осуществлять привязку только к датчикам ДУУ6, ДУУ6-1 или ДП1.

Указатель на канал измерения температуры может осуществлять привязку только к датчикам ДТМ1, ДТМ2.

Если привязка не производится – поле индекса параметра содержит нулевое значение. В этом случае в качестве рабочего принимается значение параметра, введённое для данного канала в виде соответствующей настройки.

6.5.2.4 Перечень параметров настроек, вводимых для каждого датчика, зависит от его типа. Параметры настроек, вводимые для различных типов датчиков, приведены в таблице 27.

Таблица 27

Наименование параметра настройки	Датчики, для которых вводится настройка
Скорость обмена прибора с датчиком	все датчики, кроме датчиков с токовым выходом
Число усредняемых опросов датчика	все датчики
Период обмена прибора с датчиком	все датчики
База установки датчика	все датчики уровня
Эффективная длина датчика	все ДУУ2М исполнения 1, ДУУ6, ДУУ6-1
Скорость звука датчика	все ДУУ2М исполнения 0
Поправка уровня, измеренного по поплавкам от второго до четвёртого	ДУУ2М, измеряющие уровни раздела сред
Вес бита АЦП канала измерения давления (для ДУУ6 и ДУУ6-1 - канала измерения давления в газовой подушке резервуара).	ДУУ2М, имеющие канал измерения давления, ДУУ6, ДУУ6-1
Начальное смещение характеристики датчика давления (для ДУУ6, ДУУ6-1 - датчика давления в газовой подушке резервуара).	ДУУ2М, имеющие канал измерения давления, ДУУ6, ДУУ6-1
Тип поплавка датчика (для поплавковых датчиков)	все ДУУ2М
Высота погружаемой части поплавка типа I	все поплавковые датчики уровня (если датчик укомплектован поплавком типа I)
Смещение магнитной системы поплавка относительно его нижней кромки	все поплавковые датчики уровня
Плотность поплавка	все поплавковые датчики уровня
Внешний диаметр поплавка типа II	все ДУУ2М (если датчик укомплектован поплавком типа II)
Температура стенки резервуара при градуировке	все датчики уровня
Температура продукта	все датчики уровня, кроме ДУУ6, ДУУ6-1
Температура стенки резервуара	все датчики уровня, кроме ДУУ6, ДУУ6-1
Температура калибровки датчика	ДУУ2М исполнения 0
Температура стенки резервуара при измерении базы установки датчика	все датчики уровня
Высоты установки термометров датчика	ДТМ2
Массовая доля содержания воды в продукте	все датчики уровня
Массовая доля содержания хлористых солей в продукте	все датчики уровня

Продолжение таблицы 27

Наименование параметра настройки	Датчики, для которых вводится настройка
Массовая доля содержания механических примесей в продукте	все датчики уровня
Тип резервуара	все датчики уровня
Тип продукта	все датчики уровня
Плотность продукта, приведённая к 15 °С	все датчики уровня, кроме ДУУ6, ДУУ6-1
Плотность продукта при уровне менее Нмин, приведённая к 15 °С	ДУУ6, ДУУ6-1
Указатель на канал измерения температуры	все датчики уровня, кроме ДУУ6, ДУУ6-1
Указатель на канал измерения плотности продукта	все датчики уровня, кроме ДУУ6, ДУУ6-1
Высота установочного фланца датчика	ДУУ6, ДУУ6-1
Смещение ячейки давления относительно конца датчика	ДУУ6, ДУУ6-1
Вес бита АЦП канала измерения гидростатического давления	ДУУ6, ДУУ6-1
Начальное смещение характеристики датчика гидростатического давления	ДУУ6, ДУУ6-1
Высота погружаемой части верхнего поплавка	ДУУ6-1
Плотность верхнего поплавка	ДУУ6-1
Смещение магнитной системы верхнего поплавка относительно его нижней кромки	ДУУ6-1
Высота погружаемой части нижнего поплавка	ДУУ6-1
Плотность нижнего поплавка	ДУУ6-1
Смещение магнитной системы нижнего поплавка относительно его нижней кромки	ДУУ6-1
Коэффициент линейного расширения материала меры вместимости (резервуара)	ДУУ6, ДУУ6-1, ДУУ2М исполнения 0
Коэффициент линейного расширения материала чувствительного элемента датчика (для ДУУ6, ДУУ6-1)	ДУУ6, ДУУ6-1
Коэффициент скорости звука, паспортное значение датчика	ДУУ2М исполнения 0, ДУУ6, ДУУ6-1
Минимальный уровень продукта, при котором выполняется требование ГОСТ Р 8.595-2004 для погрешности измерения массы продукта	все датчики уровня (если плотность привязана к каналу измерения плотности), кроме ДУУ6, ДУУ6-1
Коэффициент коррекции РДУ1, РДУ3 или УТР1, паспортное значение датчика	РДУ1, РДУ3, УТР1
Вес бита АЦП канала измерения плотности	ДП1
Начальное смещение характеристики канала измерения плотности	ДП1
Тип шкалы токового входа модуля МВВ3	датчики с токовым выходом
0 % шкалы параметра, измеряемого на токовом входе	датчики с токовым выходом
100 % шкалы параметра, измеряемого на токовом входе	датчики с токовым выходом

Продолжение таблицы 27

Наименование параметра настройки	Датчики, для которых вводится настройка
100 % шкалы параметра, измеряемого на токовом входе	датчики с токовым выходом

6.5.2.5 Распределение и формат групп регистров настроек модулей приведены в таблице 28.

Таблица 28

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0000H	Table	Диапазон первого токового выхода: 0 – 0…5 мА; 1 – 0…20 мА; 2 – 4…20 мА	
0001H, 0002H	Float	0 % шкалы параметра, привязанного к первому токовому выходу	единицы привязанного параметра
0003H, 0004H	Float	100 % шкалы параметра, привязанного к первому токовому выходу	единицы привязанного параметра
0005H, 0006H	Float	Заданное значение параметра на первом токовом выходе	единицы задаваемого параметра
0007H, 0008H	Ptr	Указатель на параметр, привязанный к первому токовому выходу	
0009H	Table	Диапазон второго токового выхода: 0 – 0…5 мА; 1 – 0…20 мА; 2 – 4…20 мА	
000AH, 000BH	Float	0 % шкалы параметра, привязанного ко второму токовому выходу	единицы привязанного параметра
000CH, 000DH	Float	100 % шкалы параметра, привязанного ко второму токовому выходу	единицы привязанного параметра
000EH, 000FH	Float	Заданное значение параметра на втором токовом выходе	единицы задаваемого параметра
0010H, 0011H	Ptr	Указатель на параметр, привязанный ко второму токовому выходу	

Продолжение таблицы 28

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
Регистры параметров настроек ключей			
0012H, 0013H	Float	Значение первого порога срабатывания первого ключа (для позиционного вида управления)	единицы привязанного параметра
0014H, 0015H	Float	Значение гистерезиса первого порога срабатывания первого ключа (для позиционного вида управления)	единицы привязанного параметра
0016H, 0017H	Float	Значение второго порога срабатывания первого ключа (для позиционного вида управления)	единицы привязанного параметра
0018H, 0019H	Float	Значение гистерезиса второго порога срабатывания первого ключа (для позиционного вида управления)	единицы привязанного параметра
001AH, 001BH	Float	Значение параметра, привязанного к первому ключу	единицы привязанного параметра
001CH, 001DH	Ptr	Указатель на параметр, привязанный к первому ключу	
001EH	Table	Вид управления первым ключом: 0 – позиционный; 1 – непрерывный	
001FH	Table	Алгоритм управления первым ключом: 0 – прямой; 1 – обратный	
0020H, 0021H	Float	0 % шкалы параметра, привязанного к первому ключу (для непрерывного вида управления)	единицы привязанного параметра
0022H, 0023H	Float	100 % шкалы параметра, привязанного к первому ключу (для непрерывного вида управления)	единицы привязанного параметра
0024H, 0025H	Float	Период ШИМ управления первым ключом, (для непрерывного вида управления)	мс
от 0026H до 0039H		Регистры параметров настроек второго ключа (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого ключа, регистры от 0012H до 0025H)	

Продолжение таблицы 28

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
от 003AH до 004DH		Регистры параметров настроек третьего ключа (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого ключа, регистры от 0012H до 0025H)	
от 004EH до 0061H		Регистры параметров настроек четвёртого ключа (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого ключа, регистры от 0012H до 0025H)	
Регистры параметров настроек регуляторов			
0062H, 0063H	Float	Коэффициент передачи первого регулятора	
0064H, 0065H	Float	Значение постоянной дифференцирования первого регулятора	мс
0066H, 0067H	Float	Значение постоянной интегрирования первого регулятора	мс
0068H, 0069H	Float	Зона нечувствительности первого регулятора	единицы регулируемого параметра
006AH, 006BH	Float	Смещение выхода первого регулятора	единицы параметра управления
006CH, 006DH	Float	Заданное значение параметра, регулируемого первым регулятором	единицы регулируемого параметра
006EH, 006FH	Ptr	Указатель на параметр, привязанный ко входу первого регулятора	
0070H, 0071H	Float	Нижняя граница выхода первого регулятора	единицы параметра управления
0072H, 0073H	Float	Верхняя граница выхода первого регулятора	единицы параметра управления
0074H, 0075H		Зарезервировано	
от 0076H до 0087H		Регистры параметров настроек второго регулятора (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого регулятора, регистры от 0062H до 0073H)	

Продолжение таблицы 28

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
0088H, 0089H		Зарезервировано	
от 008AH до 009BH		Регистры параметров настроек третьего регулятора (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого регулятора, регистры от 0062H до 0073H)	
009CH, 009DH		Зарезервировано	
от 009EH до 00AFH		Регистры параметров настроек четвёртого регулятора (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого регулятора, регистры от 0062H до 0073H)	
00B0H, 00B1H		Зарезервировано	
от 00B2H до 00C3H		Регистры параметров настроек пятого регулятора (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого регулятора, регистры от 0062H до 0073H)	
00C4H, 00C5H		Зарезервировано	
от 00C6H до 00D7H		Регистры параметров настроек шестого регулятора (структура блока регистров аналогична структуре, изложенной для первого регулятора, регистры от 0062H до 0073H)	
00D8H, 00D9H		Зарезервировано	
Регистры параметров настроек ключей			
00DAH	Table	Режим управления первым ключом: 0 – ручной; 1 – автоматический	
00DBH	Table	Режим управления вторым ключом: 0 – ручной; 1 – автоматический	
00DCH	Table	Режим управления третьим ключом: 0 – ручной; 1 – автоматический	

Продолжение таблицы 28

Смещение адреса регистра	Тип	Наименование	Размерность параметра
00DDH	Table	Режим управления четвёртым ключом: 0 – ручной; 1 – автоматический	

Регистры со смещениями адресов 0005H, 0006H и 000EH, 000FH служат для установки на токовых выходах требуемых значений. Для того, чтобы на токовом выходе сохранялось установленное значение, необходимо, чтобы поле индекса параметра настройки “Указатель на параметр, привязанный к токовому выходу” имело нулевое значение (т.е. отсутствовала бы привязка токового выхода). В противном случае, установленное на токовом выходе значение изменится в соответствии с текущим значением привязанного параметра.

К токовому выходу или ключу могут быть привязаны параметры, имеющие индексы и наименования, приведённые в таблице 29.

Таблица 29

Индекс параметра	Наименование параметра
0	Нет привязки
1	Уровень, измеренный по первому поплавку датчика (для поплавковых датчиков уровня), уровень (для РДУ1, РДУ3 и УТР1)
2	Уровень, измеренный по второму поплавку датчика
3	Уровень, измеренный по третьему поплавку датчика
4	Уровень, измеренный по четвёртому поплавку датчика
5	Давление, измеренное каналом измерения давления датчиков ДУУ2М, или датчиков ДП1, или каналом измерения давления гидростатического столба продукта датчиков ДУУ6, ДУУ6-1
от 6 до 21	Температура, измеренная от первого до шестнадцатого каналами измерения температуры датчика
22	Температура продукта, рассчитанная по измеренным значениям температуры
23	Объём, измеренный между первым и вторым поплавками датчика (и дном резервуара для однопоплавковых датчиков, ДУУ6-1, РДУ1, РДУ3 и УТР1)
24	Объём, измеренный между вторым и третьим поплавками датчика (и дном резервуара для двухпоплавковых датчиков ДУУ2М)
25	Объём, измеренный между третьим и четвёртым поплавками датчика (и дном резервуара для трёхпоплавковых датчиков)
26	Объём, измеренный между четвёртым поплавком и дном резервуара
27	Измеренное значение плотности продукта для рабочих условий
28	Масса брутто продукта
29	Масса нетто продукта
30	Объём продукта, приведённый к нормальным условиям

Продолжение таблицы 29

Индекс параметра	Наименование параметра
31	Значение плотности продукта, приведённое к нормальным условиям
32	Значение параметра, измеренное на токовом входе модуля МВВ3
от 71 до 76	Значения управляющих воздействий (выходы) регуляторов модуля от первого до шестого

Значение регистра из диапазона со смещениями адресов от 00DAH до 00DDH равное “Ручной” позволяет удалённо управлять соответствующим ключом посредством функций 5 и 15 Modbus. Если значение регистра равно “Автоматический”, удалённое управление соответствующим ключом посредством функций 5 и 15 невозможно.

Описание автоматического режима управления ключами подробно изложено в УНКР.466514.022 РЭ.

Ко входу регулятора могут быть привязаны параметры, имеющие индексы и наименования в соответствии с таблицей 29, за исключением параметров, имеющих индексы от 71 до 76.

При удалённом изменении параметра привязки токового выхода, ключа или регулятора прибор не производит проверку на существование соответствующего канала измерения в данной конфигурации. Контроль за корректностью задания параметра привязки возлагается на ПО верхнего уровня.

6.5.2.6 Группы регистров шкал градуировочных таблиц резервуаров содержат значения точечных функций зависимостей объёма от уровня. Градуировочная таблица каждого резервуара задаётся в виде двух связанных шкал: шкалы уровня и шкалы объёма. Шкала представляет собой последовательность значений параметра, каждое из которых имеет уникальный индекс. Значения шкал уровня и объёма с одинаковыми индексами являются точками градуировочных таблиц резервуаров. Значения уровней и объёмов, лежащие между точками шкал, определяются прибором путём интерполирования линейной функцией.

Значения шкал задаются в формате FLOAT, т.е. каждое значение задаётся двумя регистрами. Максимальное количество точек каждой шкалы не превышает 3000 (6000 регистров), что соответствует диапазону индексов от 0 до 2999. Шкалы уровней задаются в сантиметрах. Шкалы объёмов задаются в метрах кубических.

Распределение и формат регистров шкал уровня на примере шкалы для датчика, подключённого к первому каналу первого модуля, приведены в таблице 30.

Таблица 30

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
2000H, 2001H	Float	Значение уровня нулевой точки градуировочной таблицы, см
2002H, 2003H	Float	Значение уровня первой точки градуировочной таблицы, см
2004H, 2005H	Float	Значение уровня второй точки градуировочной таблицы, см

Продолжение таблицы 30

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
от 2006H до 376FH	Float	Значения уровней точек от третьей до две тысячи девятьсот девяносто девятой, см

Распределение и формат регистров шкал объёма на примере шкалы для датчика, подключённого к первому каналу первого модуля, приведены в таблице 31.

Таблица 31

Адрес регистра	Тип параметра	Описание параметра
3800H, 3801H	Float	Значение объёма нулевой точки градуировочной таблицы, $м^3$
3802H, 3803H	Float	Значение объёма первой точки градуировочной таблицы, $м^3$
3804H, 3805H	Float	Значение объёма второй точки градуировочной таблицы, $м^3$
от 3806H до 4F6FH	Float	Значения объёма точек от третьей до две тысячи девятьсот девяносто девятой, $м^3$

Таблицы должны заполняться в виде непрерывного массива, начиная с нулевой точки. Если размер таблицы менее 3000 точек, оставшиеся точки (до две тысячи девятьсот девяносто девятой) должны иметь произвольные значения во FLOAT формате.

Никаких ограничений на характер функции таблицы не накладывается. В общем случае, возможен вариант, когда таблица содержит всего две действующие точки (если эти точки являются границами диапазона возможных значений уровня).

7 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СО СТРАНИЦАМИ HTTP СЕРВЕРА ПРИБОРА

При комплектации прибора блоками питания БП9 (БП9-1) пользователю предоставляется возможность удалённого просмотра параметров данных и изменения параметров настроек с помощью программы обозревателя Internet Explorer, имеющей номер версии не ниже пятой. Для работы с прибором необходимо, предварительно, установить параметр настройки Internet Explorer “Сервис→Свойства обозревателя→Безопасность→Местная интрасеть” в состояние “Низкий”.

Для загрузки главной HTTP страницы прибора необходимо в адресной строке обозревателя набрать его доменное имя или IP адрес. Доменное имя формируется из фиксированной части “gamma8ma” с добавлением индекса, представляющего собой последовательность символов десятичных цифр, являющихся цифрами заводского номера блока питания БП9 (БП9-1). Заводской номер располагается на панели блока питания. Ведущие нули из левой части заводского номера в индекс не включаются. Так, например, для блока питания, имеющего значение заводского номера “015” – доменное имя прибора - “gamma8ma15”, аналогично: для заводского номера “1120” – доменное имя - “gamma8ma1120” и.т.д. Регистр написания букв доменного имени значения не имеет. Для обеспечения адресации прибора по его доменному имени в составе сети должен присутствовать сервер службы доменных имён (DNS сервер).

После успешного выполнения загрузки главной страницы HTTP сервера окно обозревателя будет выглядеть, например, как показано на рисунке 1.

Распределение информации по HTTP страницам производится по принципу принадлежности. Главная страница содержит параметры, относящиеся к прибору в целом, а также, в левой части, вертикальное меню, которое позволяет осуществить переход к нужной группе параметров или к процедуре авторизации.

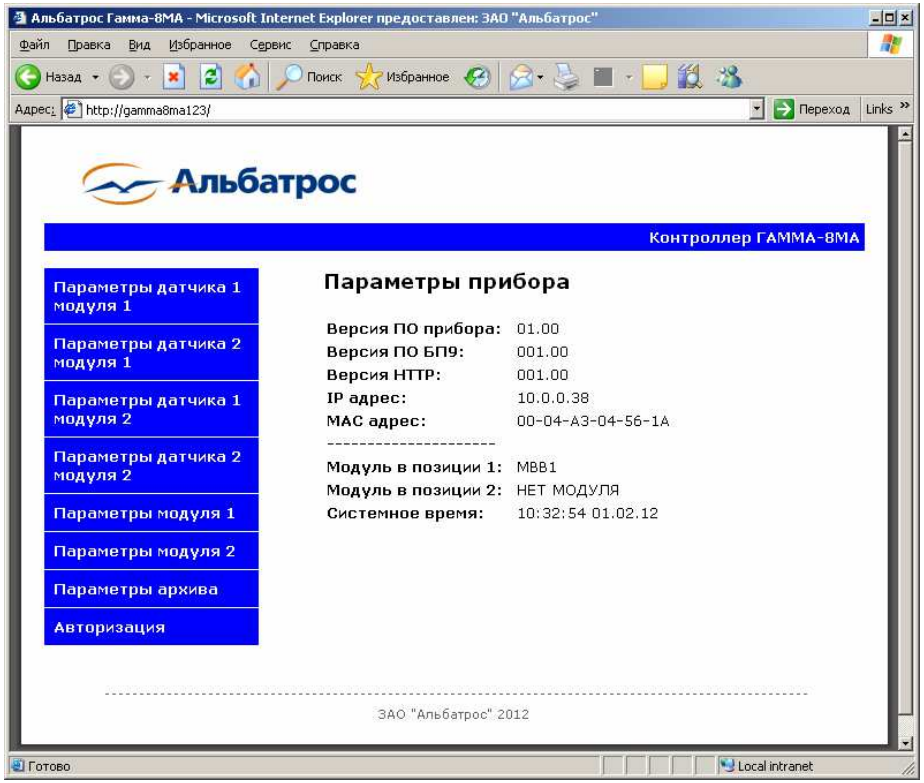


Рисунок 1 – Страница параметров данных прибора

Без проведения процедуры авторизации на HTTP страницы прибора производится вывод для просмотра только текущих значений измеряемых и рассчитываемых параметров данных. Просмотр параметров настроек при этом не доступен.

Процедура авторизации заключается в наборе в соответствующих полях имени и пароля. Совпадение набранных значений со значениями, хранящимися в энергонезависимой памяти прибора, приводит к выводу в нижней части HTTP страницы параметров настроек. HTTP страница при этом может выглядеть, например, как показано на рисунке 2. Значения параметров настроек выводятся в полях для редактирования. Запись нового значения настройки в энергонезависимую память прибора осуществляется путём нажатия на кнопку ввода, расположенную напротив наименования редактируемого параметра.

Изменение текущих значений имени и пароля может быть произведено только в среде программы “Администратор ГАММА-8МА” (описание см. ниже). Заводская установка имени имеет значение “albatros”, пароля – “gamma8ma”.

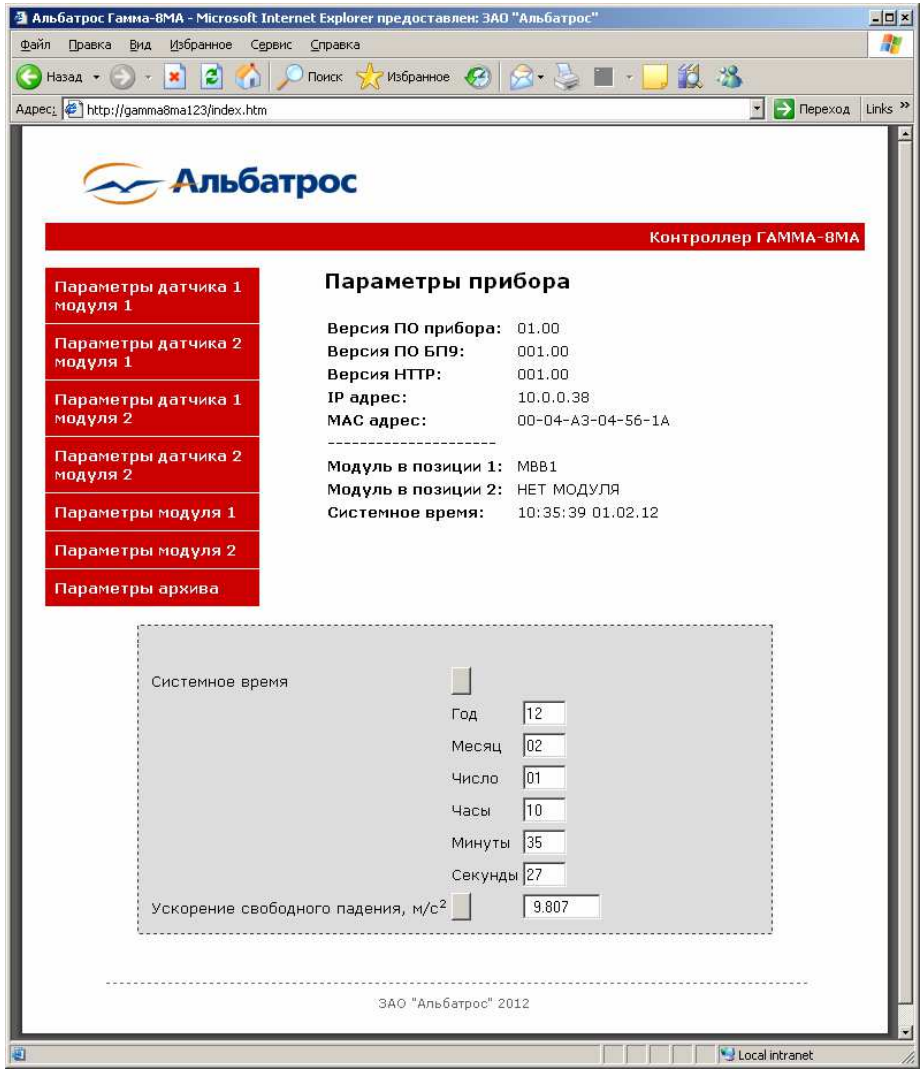


Рисунок 2 – Страница параметров данных и настроек прибора

Страница параметров датчика может выглядеть, например, как показано на рисунке 3. Страница имеет фиксированный набор параметров для данной группы датчиков. Реализованы страницы для следующих групп датчиков:

- все датчики ДУУ2М;
- датчики ДУУ6, ДУУ6-1;
- датчики ДТМ1, ДТМ2;
- датчики РДУ1, РДУ3, УТР1;

– датчики ДП1;
– датчики ДИД1;
– датчики с токовым выходом.

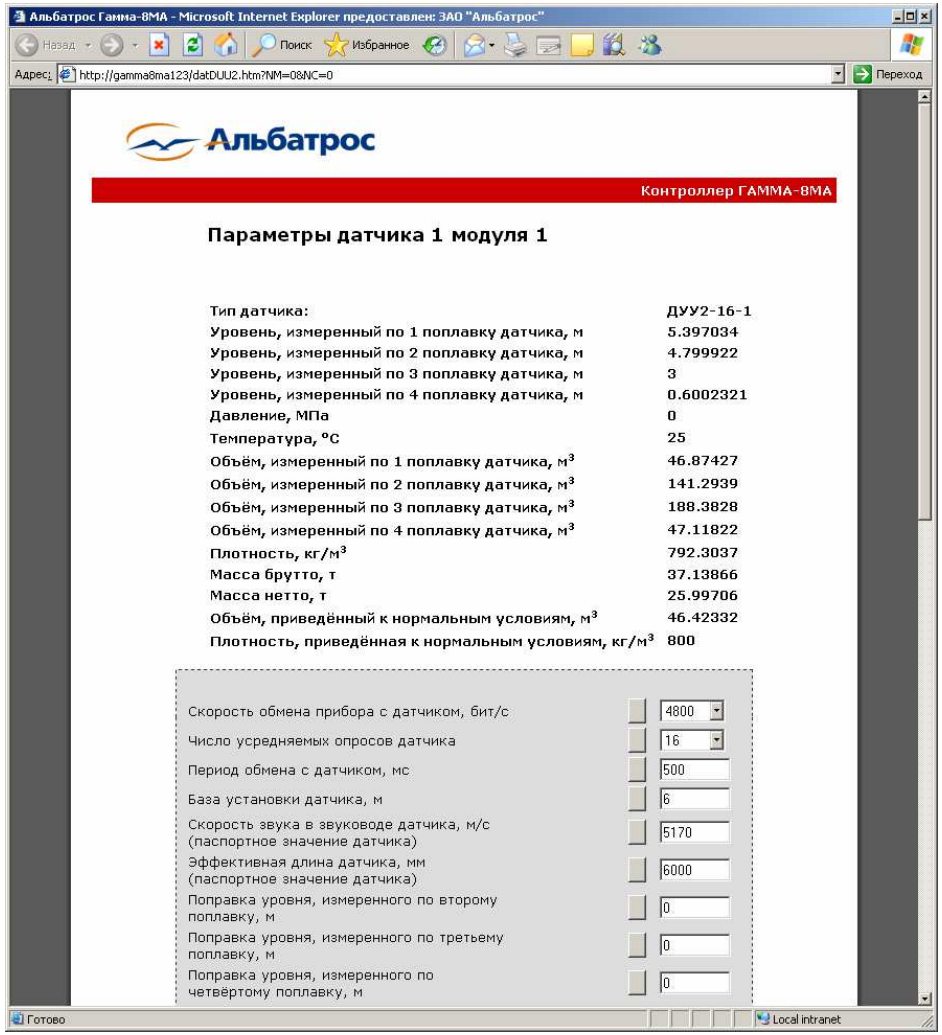


Рисунок 3.1 – Страница параметров датчика (начало)

Перечень параметров данных для каждого датчика из группы зависит от набора измерительных каналов датчика и определяется пользователем самостоятельно. Перечень параметров настроек для каждого датчика из группы соответствует таблице 27.

Типы параметров настроек датчиков соответствуют таблице 26. Для задания нового значения типа Ptr необходимо произвести выбор привязываемого параметра из предлагаемого списка, а также номера модуля и канала, в котором он измеряется, после чего произвести ввод кнопкой ввода, расположенной напротив наименования параметра.

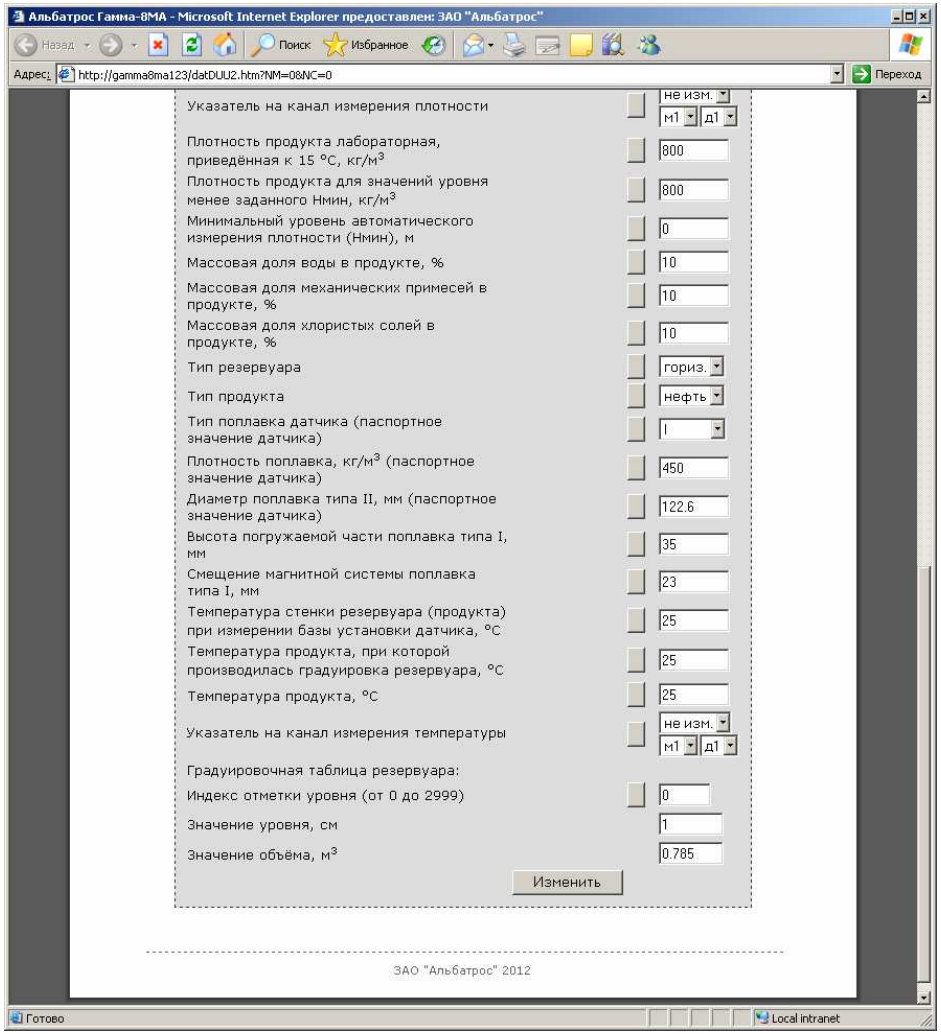


Рисунок 3.2 – Страница параметров датчика (окончание)

Для задания точки градуировочной таблицы резервуара для данного канала необходимо:

– вывести на страницу значения уровня и объёма для данной точки путём набора в поле для редактирования “Индекс отметки уровня” индекса редактируемой точки и последующего нажатия на кнопку ввода;

– задать новые значения уровня и объёма для данной точки путём редактирования соответствующих полей (уровень и объём могут иметь дробную часть);

– ввести вновь заданные значения в энергонезависимую память прибора путём нажатия кнопки “Изменить”.

Страница параметров модуля может выглядеть, например, как показано на рисунке 4. Всего существует два типа страниц: первый - для модулей МВВ1 и МВВ3 и второй - для модуля МВВ2. Каждый тип имеет фиксированный набор параметров.

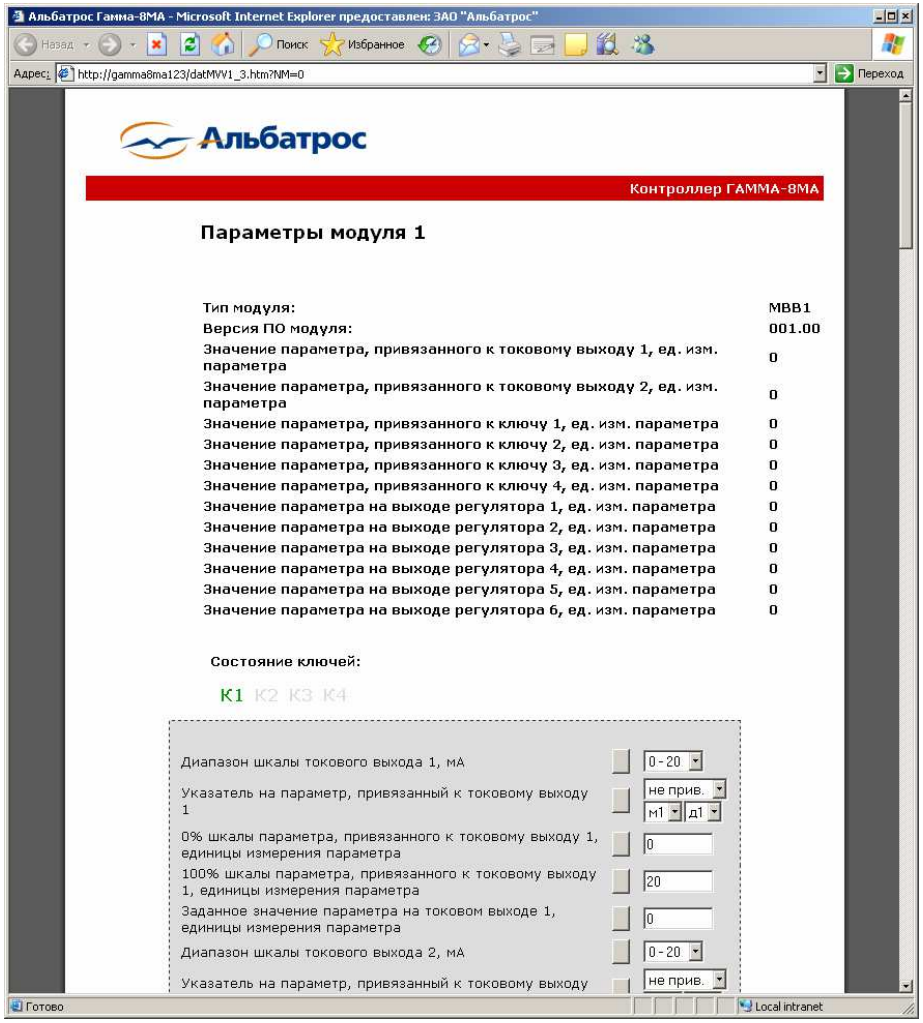


Рисунок 4.1 – Страница параметров модуля (начало)

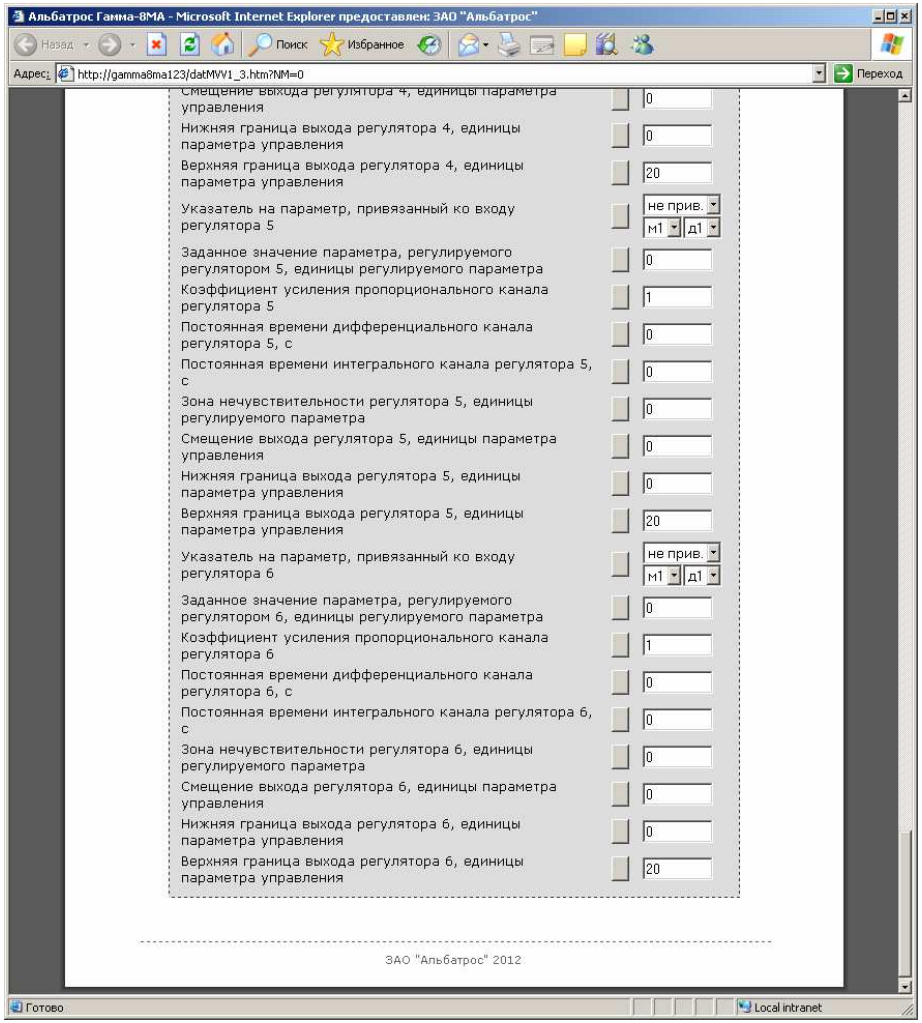


Рисунок 4.2 – Страница параметров модуля (окончание)

Состояние ключей на странице отображается путём задания цвета начертания обозначения ключа. Обозначения “К1”, “К2”, “К3”, “К4” соответствуют ключам модуля с первого по четвёртый. Светлосерый цвет обозначения соответствует разомкнутому состоянию ключа. Зелёный цвет обозначения соответствует замкнутому состоянию ключа. Изменение состояния ключа производится щелчком левой клавиши “мыши” по его обозначению, при этом изменение индикации состояния ключа произойдёт с задержкой, которая может достигать пяти секунд.

Страница параметров архива может выглядеть, например, как показано на рисунке 5.

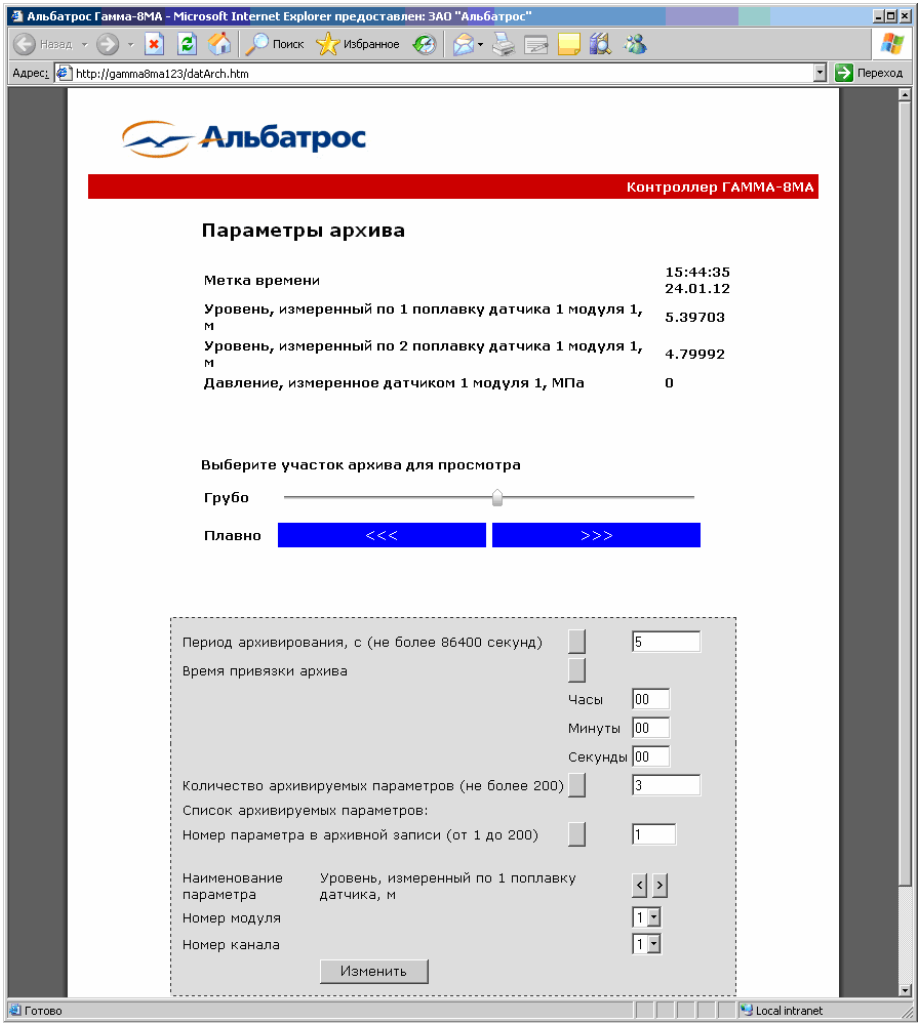


Рисунок 5 – Страница параметров архива

Область данных страницы архива содержит параметры одной (если страница загружена впервые - последней) архивной записи, а также элементы управления, позволяющие производить выбор желаемой архивной записи для просмотра.

Индикация архивной записи содержит метку времени, перечень наименований архивируемых параметров и их архивные значения.

Выбор желаемого участка для просмотра производится установкой движка шкалы “Грубо” в требуемое положение и нажатием, затем, одной из клавиш “Плавно”: “<<<” или “>>>”. Если выбираемый участок не содержит архивной записи - будет произведён вывод на страницу ближайшей к нему архивной записи с соответствующим позиционированием движка “Грубо”. Также возможен последовательный просмотр архивных записей с помощью клавиш “Плавно”: “<<<” и “>>>”.

Область параметров настроек страницы архива позволяет произвести их просмотр и изменение. Типы параметров соответствуют таблице 25.

Для вывода на страницу наименования параметра архивной записи нужно в соответствующее поле ввести его номер с последующим нажатием кнопки ввода. Номер параметра не может превышать значения количества архивируемых параметров, показанного в соответствующем поле.

Изменение параметра, архивируемого под текущим номером, производится выбором из предлагаемого списка кнопками “<” и “>”. Задание номеров модуля и канала выбранного параметра производится в соответствующих полях редактирования. Если параметр является параметром модуля – поле номера канала содержит произвольное значение. Запись произведённых изменений в энергонезависимую память прибора производится нажатием клавиши “Изменить”.

Аналогичные действия производятся при задании настроек других архивных параметров.

Список параметров, предлагаемых на странице для архивирования, фиксированный. Проверка наличия предлагаемого параметра в текущей конфигурации прибора производится пользователем.

8 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИБОРА С ВНЕШНИМ USB FLASH НАКОПИТЕЛЕМ

8.1 Для считывания информации из прибора используется внешний USB FLASH накопитель типа USB FLASH DRIVE (далее “*внешний накопитель*”), имеющий объём свободной памяти не менее двух мегабайт. Считывание информации из прибора на внешний накопитель производится путём установки последнего в разъём “”, расположенный на передней панели прибора.

8.2 Цикл обмена с внешним накопителем производится в автоматическом режиме и не требует участия пользователя. Цикл начинается с определения прибором наличия внешнего накопителя, установленного в разъём “” и состоит в последовательном выполнении этапов обмена, состав и последовательность которых зависят от информации, имеющейся на внешнем накопителе и относящейся к прибору.

Если при старте цикла обмена внешний накопитель не содержит каталог с параметрами прибора, прибор создаёт его автоматически. Структура каталога показана на рисунке 6.

Каталог “G8ma-XX” создаётся прибором в корневом каталоге внешнего накопителя (XX – индекс прибора, образованный последними двумя десятичными цифрами параметра настройки “Адрес Modbus”). Данный каталог содержит все файлы параметров, относящиеся к данному прибору. Корневой каталог внешнего накопителя может содержать каталоги с параметрами для нескольких приборов (имеющих разные индексы).

В подкаталог “Arch” прибор производит запись текущего состояния буфера памяти архива в разные моменты времени (в течение разных циклов обмена). Файл архива имеет расширение “.arc”. Имя файла архива представляет собой запись строки пятизначного десятичного числа, хранящегося в энергонезависимой памяти прибора, значение которого увеличивается на единицу в каждом цикле записи. Таким образом, файл с именем, содержащим наибольшее десятичное значение, относится к последнему циклу записи. Максимальное количество файлов каталога

определяется ёмкостью и ограничениями файловой системы внешнего накопителя.

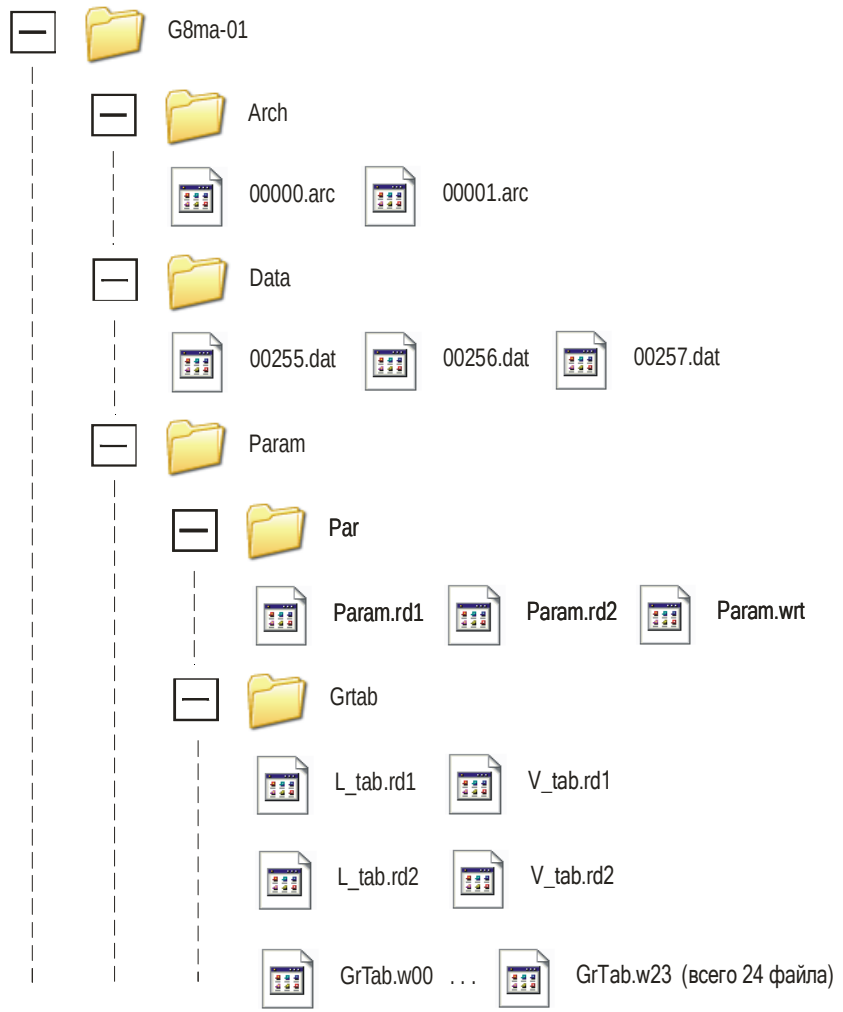


Рисунок 6 – Структура каталога прибора на внешнем накопителе

В каталог “Data” прибор производит запись текущего состояния массива данных в разные моменты времени (в течение разных циклов записи). Файл данных имеет расширение “.dat”. Принцип формирования имени файла данных аналогичен принципу, изложенному для формирования имени файла архива. Имена файлов архива и данных независимы.

В каталоге “Param” размещены файлы с настройками прибора. Файлы настроек с расширениями “.rdX” (где “X” – индекс файла) создаются прибором и предназначены для сохранения на внешнем накопителе массива текущих значений настроек, хранящихся в энергонезависимой памяти прибора. Остальные файлы настроек создаются программой “Администратор ГАММА-8МА” и содержат образ настроек, созданный в среде редактирования программы, для последующего переноса в энергонезависимую память прибора.

Каталог “Param” содержит два подкаталога “Par” и “Grtab” .

Подкаталог “Par” включает файлы “Param.rd1” и “Param.rd2”, содержащие копии массива параметров настроек прибора. Данные файлы создаются прибором, обновляются каждый раз при подключении внешнего накопителя к прибору и служат для переноса массива настроек из энергонезависимой памяти прибора в среду программы “Администратор ГАММА-8МА” для просмотра и редактирования.

Также подкаталог “Par” может содержать файл “Param.wrt”, который тоже содержит массив настроек, но создаётся программой “Администратор ГАММА-8МА” при выполнении операции “Сохранить настройки” из меню “Файл” программы. Этот файл служит для переноса массива настроек из среды редактирования программы в энергонезависимую память прибора.

Подкаталог “Grtab” включает файлы “L_tab.rd1”, “L_tab.rd2”, “V_tab.rd1” и “V_tab.rd2”, которые содержат копии массивов градуировочных таблиц прибора. Данные файлы создаются прибором, обновляются каждый раз при подключении внешнего накопителя к прибору и служат для переноса массива градуировочных таблиц из энергонезависимой памяти прибора в среду программы “Администратор ГАММА-8МА” для просмотра и редактирования.

Также подкаталог может содержать 24 файла “GrTab.w00”…“GrTab.w23”, которые также содержат массив градуировочных таблиц, но создаются программой “Администратор ГАММА-8МА” при выполнении операции “Сохранить град. таблицу” из меню “Файл” программы. Эти файлы служат для переноса градуировочных таблиц из среды редактирования программы в энергонезависимую память прибора.

Копии каталогов и файлов настроек и градуировочных таблиц могут быть сохранены пользователем для последующего восстановления или переноса на другие приборы.

При создании каталогов и файлов на внешнем накопителе прибор присваивает их атрибутам даты и времени создания собственные текущие значения системных даты и времени.

Каталоги и файлы могут копироваться и удаляться по усмотрению пользователя. Структура каталогов восстанавливается автоматически при подключении внешнего накопителя к прибору (не допускается частичное удаление группы файлов “GrTab.w00”…”GrTab.w23”).

8.3 Индикация этапов обмена прибора с внешним накопителем производится на текстовом дисплее. На верхней строке производится индикация наименования этапа, на нижней – индикация хода выполнения в виде строки состояния.

Последовательность этапов следующая:

– проверка на наличие на внешнем накопителе каталога с параметрами прибора и при его отсутствии – создание каталога с соответствующей структурой;

– запись на внешний накопитель файла данных “XXXXX.dat” (где “XXXXX” – имя/индекс файла), индикация наименования этапа: “Запись данных…”;

– запись на внешний накопитель файла архива “XXXXX.arc” (где “XXXXX” – имя/индекс файла), индикация наименования этапа: “Запись архива…”;

– проверка наличия на внешнем накопителе файла настроек “Param.wrt”, если файл не существует – переход к следующему этапу. При существовании файла – перезапись его содержимого в энергонезависимую память прибора, после чего удаление файла с внешнего накопителя. Индикация наименования этапа: “Чтение настроек”;

– запись на внешний накопитель файлов настроек “Param.rd1” и “Param.rd2” (если одноимённые файлы в рабочем каталоге уже существуют – они будут перезаписаны новыми файлами), индикация наименования этапа: “Запись настроек”;

– проверка наличия на внешнем накопителе файлов градуировочных таблиц “GrTab.w00”…“GrTab.w23”, если файлы не существуют – переход к следующему этапу. При существовании файлов – перезапись их содержимого в энергонезависимую память прибора, после чего удаление файлов с внешнего накопителя. Индикация наименования этапа: “Чтение гр. таблиц”;

– запись на внешний накопитель файлов градуировочных таблиц “L_tab.rd1”, “L_tab.rd2”, “V_tab.rd1” и “V_tab.rd2” (если одноимённые файлы в рабочем каталоге уже существуют – они будут перезаписаны новыми файлами), индикация наименования этапа: “Запись гр. таблиц ”.

При возникновении в процессе обмена прибора с внешним накопителем ошибочной ситуации на текстовый дисплей выводится одно из следующих диагностических сообщений:

– “СБОЙ !!!”;

– “Ошибка чтения !”;

– “Ошибка записи !”.

В этом случае внешний накопитель должен быть отключён от прибора. Переход от экрана с диагностическим сообщением к рабочему экрану производится нажатием любой клавиши.

Причинами частого возникновения ошибочной ситуации могут быть:

– ошибки файловой системы накопителя;

– значительное фрагментирование содержимого накопителя;

– формат файловой системы накопителя отличается от FAT16.

Для обеспечения нормальной работы произведите форматирование накопителя файловой системой FAT16 с размером сектора 512 байт и размером кластера не более 32 килобайт.

Если обмен прибора с внешним накопителем прошёл успешно – по его завершении текстовый дисплей вернётся в режим индикации, предшествовавший началу обмена, после чего внешний накопитель может быть отключён от прибора.

На время обмена с внешним накопителем приостанавливаются следующие процессы: опрос ячейкой индикации периферийных модулей, распределённое управление ключами и токовыми выходами (в контуре управления которыми задействованы параметры и исполнительные цепи разных модулей), обновление архива, реакция на запросы Modbus RTU и обновление информации, предоставляемой серверами HTTP и Modbus TCP. При этом продолжается опрос датчиков, а также управление ключами и токовыми выходами, в контуре управления которыми задействованы параметры того же модуля, которому они принадлежат.

9 ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ “АДМИНИСТРАТОР ГАММА-8МА”

9.1 Считанная, изложенным выше способом, с прибора на внешний накопитель информация подлежит просмотру и редактированию в среде программы “Администратор ГАММА-8МА”.

Для корректной работы программы необходимо скопировать с установочного диска каталог с программой “AdmG8MA” в любое место на жестком диске персонального компьютера.

Исполняемый файл программы – “AdmG8MA_XXX.exe” (где “XXX” соответствует номеру версии программы, например, название файла “AdmG8MA_130.exe” соответствует номеру версии 1.30).

После запуска окно программы выглядит, как показано на рисунке 7.

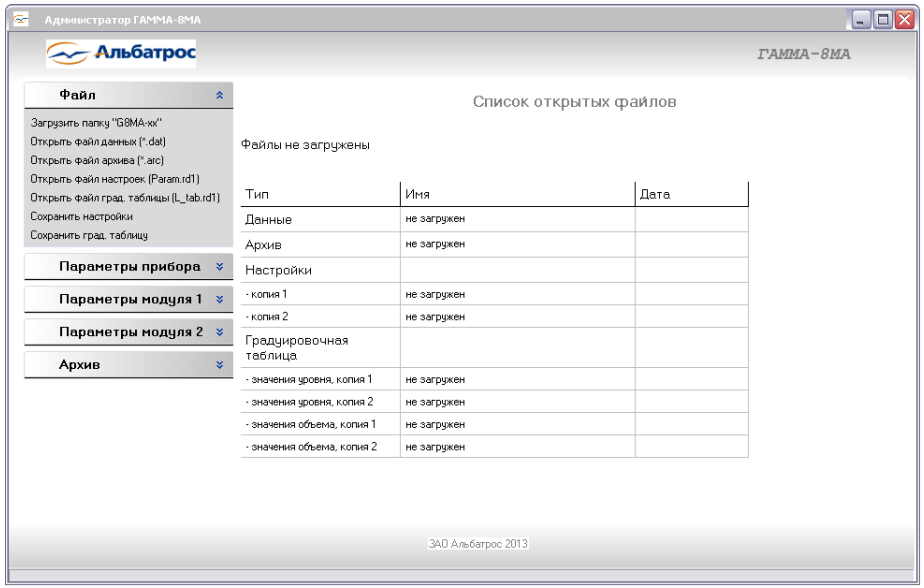


Рисунок 7

В левой части окна размещается меню, с помощью которого осуществляются управляющие действия, а также выбор группы параметров для просмотра и редактирования. Остальная часть окна предназначена для индикации выбранной группы параметров (данных, настроек, архива или градуировочных таблиц). Перед работой с записанной контроллером на внешний накопитель информацией она должна быть загружена в память программы.

Загрузка для просмотра файлов данных, настроек, архива и градуировочных таблиц производится путем выбора рабочей директории через пункт “Загрузить папку “G8MA-xx” меню “Файл” (“xx” соответствует сетевому адресу контроллера). Все необходимые файлы (данных, архива, настроек, градуировочных таблиц) подгружаются автоматически из выбранной папки, при этом файлы данных и архива выбираются с самой поздней датой (используется дата, установленная в контроллере в момент записи файлов на внешний накопитель).

При этом есть возможность загрузки файлов данных, архива, настроек и градуировочных таблиц по отдельности выбором соответствующих пунктов меню “Файл”.

Результаты загрузки файлов отображаются в таблице (рисунок 8).

В случае успешной загрузки отображаются пути до файлов, а соответствующие строки таблицы выделяются зеленым цветом. При этом, если рабочая директория с файлами была выбрана через пункт меню “Загрузить папку “G8MA-xx”, то путь до нее отображается в верхней части окна, а в колонке “Имя” таблицы отображаются пути до файлов относительно рабочей директории. Если файлы были загружены по отдельности и находятся в другой папке, то пути до них отображаются абсолютными (от начала диска).

Файлы настроек представляют собой две одинаковых копии, также как и файлы со значениями уровня градуировочных таблиц и файлы со значениями оъема градуировочных таблиц. Копии сравниваются в момент загрузки файлов в память программы и в случае их совпадения выводится сообщение “копии совпадают”.

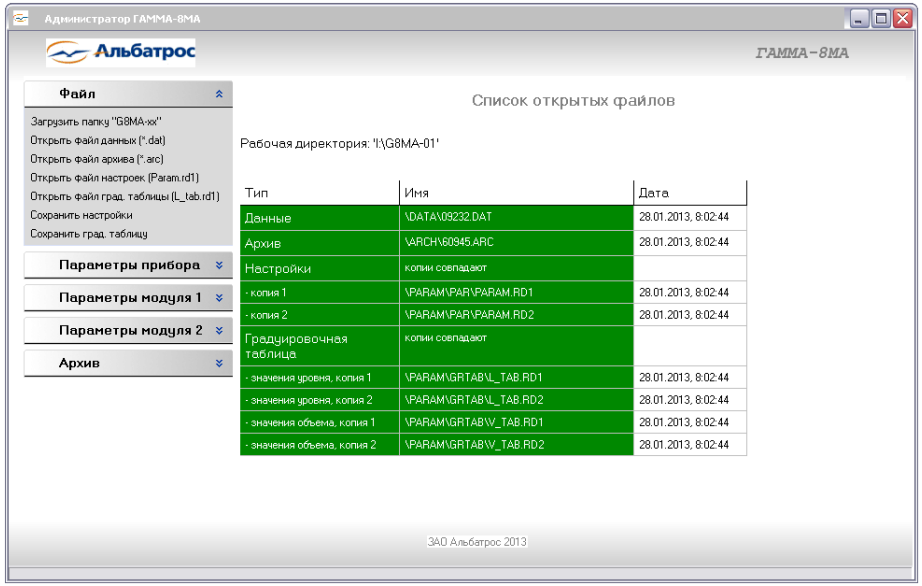


Рисунок 8

Если при загрузке файлов возникли проблемы – выводятся сообщения об ошибках: “не найден” – если файл отсутствует, “копии не совпадают” – при несовпадении копий файлов настроек и(или) копий файлов градуировочных таблиц, и подсвечиваются красным цветом соответствующие строки таблицы.

Сохранение массивов параметров настроек или градуировочных таблиц из памяти программы производится нажатием соответствующей клавиши. При этом сохраняется фиксированный набор файлов в каталог, из которого, предварительно, производилась загрузка соответствующих параметров.

Все операции с файлами могут производиться для любого типа носителя, имеющегося в составе компьютера (не только USB FLASH DRIVE), при этом, если предполагается сохранение файлов – носитель не должен предусматривать при записи использование внешних программ (как, например, приводы CD, DVD и др.).

Клавиши меню кроме клавиши “Файл” служат для выбора группы параметров для просмотра и редактирования. При этом, файлы с этими параметрами, предварительно, должны быть загружены в память программы по изложенной выше методике.

9.2 Содержимое области для просмотра и редактирования параметров, расположенной в центральной части окна программы, может быть выбрано одной из трёх закладок внизу слева. Для параметров прибора, модулей и архива доступны группы параметров: “Параметры данных” и “Параметры настроек”. Для параметров датчика дополнительно доступна группа “Градуировочная таблица”. Группа “Параметры данных” предназначена для просмотра, группы “Параметры настроек” и “Градуировочная таблица” предназначены для просмотра и редактирования.

Прибор поставляется с предустановленным вариантом градуировочной таблицы для каждого датчика. Работу с таблицей рекомендуется начинать с получения её шаблона путем считывания предустановленного варианта из энергонезависимой памяти прибора и сохранения его в виде файла. После этого полученный шаблон редактируется в соответствии с требованиями пользователя.

Правила редактирования значений параметров настроек и градуировочных таблиц зависят от типа параметра:

– изменение значения цифрового параметра производится посредством набора нового значения в поле редактирования, при этом в качестве разделителя целой и дробной частей используется символ разделителя, установленный в настройках региональных параметров операционной системы;

– изменение значения табличного параметра, а также параметра привязки производится посредством выбора желаемого значения из предлагаемого ряда.

Запись нового значения параметра настройки в память программы осуществляется щелчком “мыши” по клавише ввода окна редактирования.

Запись нового значения параметра градуировочной таблицы в память программы производится по нажатию клавиши “Enter” компьютера.

После завершения редактирования массива настроек и/или градуировочных таблиц необходимо сохранить сделанные изменения. Для этого используются соответствующие клавиши из меню “Файл” программы. Если выход из программы произведён без выполнения процедуры сохранения – произведённые изменения будут безвозвратно утеряны.

Настройки сохраняются в файле “Param.wrt”, градуировочные таблицы - в файлах “GrTab.w00”…“GrTab.w23”. Расположение файлов соответствует расположению, из которого, предварительно, были загружены соответствующие массивы для редактирования. Одновременно с этим происходит перезапись соответствующих файлов с расширениями “.rd1” и “.rd2”. После копирования они могут быть использованы пользователем в качестве архивных копий параметров настроек и градуировочных таблиц.

Следует учитывать, что при подключении внешнего накопителя к прибору последний автоматически осуществляет поиск в своём рабочем каталоге файлов с расширениями “wrt” и “.wXX”, и, в случае обнаружения, обновляет свою энергонезависимую память в соответствии с их содержимым. Затем эти файлы автоматически удаляются. После этого производится создание или перезапись всех файлов с расширениями “.rd1” и “.rd2”.

9.3 Окно группы параметров данных архива может выглядеть, например, как показано на рисунке 9.

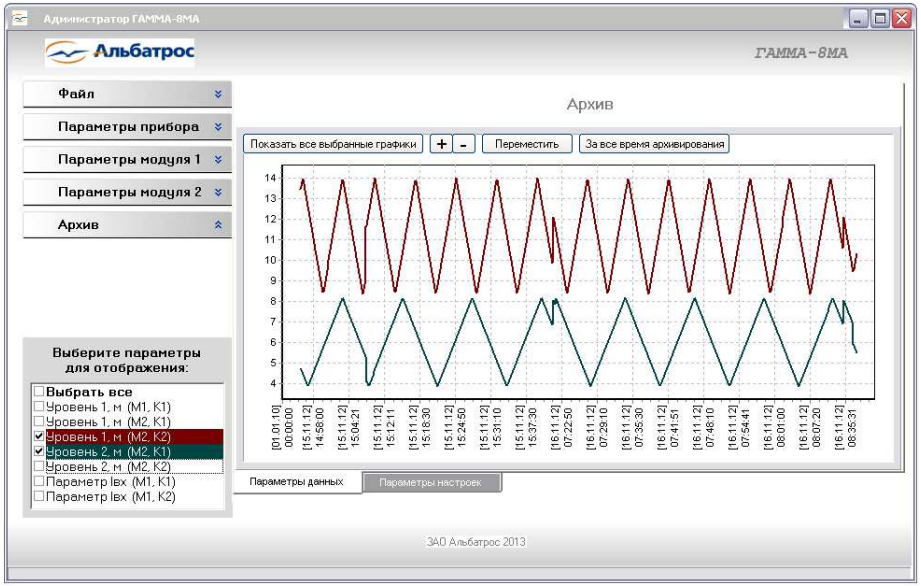


Рисунок 9 – Окно параметров архива

Нижняя левая часть окна архива содержит список всех параметров, присутствующих в архиве и предназначена для выбора необходимых параметров для отображения в виде графиков. После загрузки файла архива выводятся графики всех параметров, имеющихся в архиве. Включение/выключение графика параметра осуществляется снятием/установкой отметки напротив его названия. Есть возможность включить/выключить графики всех параметров, включив/выключив отметку напротив пункта “Выбрать все”.

В центральной части окна выводится полное содержимое архива в графическом виде. Ось “X” представляет собой шкалу меток времени архивных записей. Ось “Y” является шкалой значений архивных параметров. Значения архивных параметров выводятся в едином масштабе. Над графиками расположены:

- кнопки "+" и "-" (увеличение/уменьшение масштаба по обеим осям);
- кнопка "За все время архивирования" (отображает график(и) на всем промежутке времени архивирования);
- кнопка "Показать все выбранные графики" (автоматический подгон масштаба осей только для включенных графиков);
- кнопка "Выбор области"/"Перемещение" для выбора реакции на перемещении курсора мыши с нажатой левой кнопкой (соответственно - выбор прямоугольником области графика для увеличения или перемещение графика);

Порядок просмотра и изменения группы “Параметры настроек” окна архива аналогичен порядку, изложенному для соответствующих групп других окон программы. Исключение составляет параметр настройки архива “Список архивируемых параметров”. Окно изменения списка может выглядеть, например, как показано на рисунке 10.

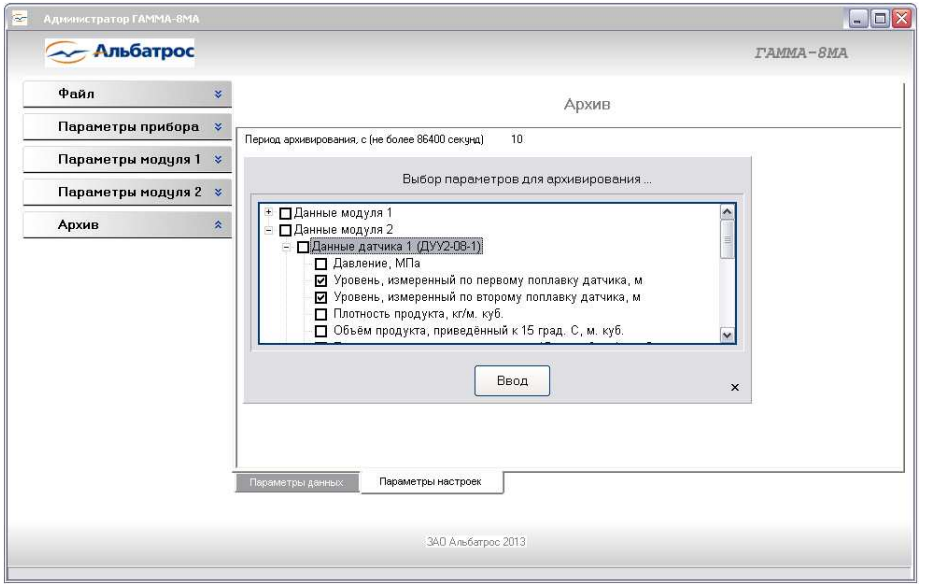


Рисунок 10 – Окно изменения списка архивируемых параметров

Включение/исключение параметра в перечень архивируемых производится установкой/снятием отметки напротив его наименования. После завершения редактирования произведённые изменения должны быть сохранены нажатием кнопки “Ввод”. Количество отмеченных параметров в списке не может превышать значения, заданного настройкой “Количество архивируемых параметров”. Попытки произвести включение в архив параметра сверх установленного лимита программой блокируются.

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:

АО - акционерное общество;
АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
ДИД - датчик избыточного давления;
ДП - датчик плотности;
ДТМ - датчик температуры многоточечный;
ДУУ - датчик уровня ультразвуковой;
ПО - программное обеспечение;
РДУ - радиоволновый датчик уровня;
УТР - уровнемер тросиковый радиоволновый;
ЧЭ - чувствительный элемент;
ШИМ - широтно-импульсная модуляция;
ЭВМ - электронная вычислительная машина.