

АМПЕРМЕТР

ІПМ-3

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПРМК.421457.070 РЭ

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

1 Описание амперметра 4
1.1 Назначение амперметра 4
1.2 Обозначение амперметра при заказе и комплект поставки 4
1.3 Технические характеристики амперметра 5
1.4 Средства измерения, инструмент и принадлежности 7
1.5 Маркировка и упаковка 7

2 Назначение. Функциональные возможности 7

3 Конструкция амперметра и принцип работы 8
3.1 Конструкция амперметра 8
3.2 Назначение цифрового дисплея 8
3.3 Назначение светодиодных индикаторов 8
3.4 Назначение клавиш 8
3.5 Структурная схема амперметра ИПМ-3 9
3.6 Функциональная схема амперметра ИПМ-3 9
3.7 Принцип работы амперметра ИПМ-3 9

4 Использование по назначению 12
4.1 Эксплуатационные ограничения при использовании амперметра 12
4.2 Подготовка амперметра к использованию 12
4.3 Режим РАБОТА 13
4.4 Режим КОНФИГУРИРОВАНИЕ 13

5 Калибровка и проверка прибора 16
5.1 Калибровка аналогового входа 16
5.2 Калибровка аналогового выхода 17

6 Техническое обслуживание 17
6.1 Общие указания 17
6.2 Меры безопасности 18

7 Хранение и транспортирование 18
7.1 Условия хранения амперметра 18
7.2 Условия транспортирования амперметра 18

8 Гарантии изготовителя 18

Приложение А - Габаритные и присоединительные размеры ИПМ-3 19

Приложение Б - Подключение амперметра. Схемы внешних соединений 20
Приложение Б.1 Подключение внешних сигналов к амперметру ИПМ-3 20
Приложение Б.2 Рекомендации по подключению дискретных сигналов 20
Приложение Б.3 Схема подключения интерфейса RS-485 21

Приложение В - Коммуникационные функции 22
Приложение В.1 Доступные регистры амперметра ИПМ-3 22
Приложение В.2 MODBUS протокол 23
Приложение В.3 Формат команд 24
Приложение В.4 Рекомендации по программированию обмена данными с амперметром ИПМ-3 25

Приложение Г - Сводная таблица параметров амперметра ИПМ-3 26

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления потребителей с назначением, принципом действия, устройством, монтажом, эксплуатацией и обслуживанием **амперметра ИПМ-3.**

ВНИМАНИЕ !

Перед использованием прибора, пожалуйста, ознакомьтесь с настоящим руководством по эксплуатации амперметра ИПМ-3.

Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей характеристики, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

1 Описание амперметра

1.1 Назначение амперметра

Прибор ИПМ-3 представляет собой новый класс современных цифровых амперметров с дискретным выходом**.**

Амперметр ИПМ-3 позволяет обеспечить высокую точность измерения технологического параметра. *Отличительной особенностью* амперметра ИПМ-3 является наличие трехуровневой гальванической изоляции между входами, выходами и цепью питания.

Амперметр предназначен как для автономного, так и для комплексного использования в АСУТП в энергетике, металлургии, химической, пищевой и других отраслях промышленности и народном хозяйстве.

Амперметр ИПМ-3 предназначен:

● **для измерения действующего значения тока электрической сети, как непосредственно, так и через трансформатор тока***,* обработки и отображения его текущего значения на встроенном четырехразрядном цифровом дисплее,

● в зависимости от заказа амперметр формирует выходной дискретный или аналоговый сигнал управления внешним исполнительным механизмом, обеспечивая соответственно дискретное управление или функцию ретрансмиссии в соответствии с заданной пользователем логикой работы,

● амперметр формирует сигналы технологической сигнализации. На передней панели имеются амперметры для сигнализации технологически опасных зон, сигналы превышения (занижения) регулируемого или измеряемого параметра,

● амперметр ИПМ-3 может использоваться в системах сигнализаций, блокировок и защит технологического оборудования.

1.2 Обозначение амперметра при заказе и комплект поставки

1.2.1 Амперметр обозначается следующим образом:

ИПМ-3-АА-D,

где:

АА – **код входного аналогового сигнала:**

1 – от 0.1 до 1 А,

2 – от 0.25 до 2.5 А,

3 – от 0.5 до 5 А,

4 – от внешнего трансформатора тока (при заказе необходимо указать ток первичной и вторичной обмотки).

D - код выходного модуля:

0 – модуль отсутствует,

Т – дискретный транзисторный выход,

Р – дискретный релейный выход,

1 – аналоговый сигнал от 0 до 5 мА,

2 – аналоговый сигнал от 0 до 20 мА,

3 – аналоговый сигнал от 4 до 20 мА,

4 – аналоговый сигнал от 0 до 10 В (По отдельному заказу - прибор настраивается на выходной сигнал 0-20 мА и на разъем впаивается нормирующий резистор 499 Ом).

Внимание! При заказе прибора необходимо указывать его полное обозначение, в котором присутствуют типы аналогового входа, аналогового или дискретных выходов.

Например, заказан прибор: ***ИПМ-3-03-3***

При этом изготовлению и поставке потребителю подлежит:
1) амперметр технологический микропроцессорный **ИПМ-3**,
2) аналоговый вход AI1, код **03** – переменный ток от 0.5 до 5 А,
3) код **3** – аналоговый сигнал от 4 до 20 мА.

1.2.2 Комплект поставки амперметра ИПМ-3 приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Комплект поставки амперметра ИПМ-3

Обозначение	Наименование	Количество
ПРМК.421457.070	Амперметр ИПМ-3	1
ПРМК.421457.070 РЭ	Руководство по эксплуатации	1*
ПРМК.421457.070 ПС	Паспорт	1
ПЗ-02	Комплект крепежных зажимных элементов	1
231-108/026-000	Разъем для подключения внешних входных и выходных цепей	1
231-103/026-000	Разъем сетевой (220 В)	1
231-131	Рычаг монтажный	1
* - 1 экземпляр на любое количество амперметров при поставке в один адрес		

1.3 Технические характеристики амперметра

1.3.1 Аналоговый входной сигнал

Таблица 1.3.1 - Технические характеристики аналогового входного сигнала

Техническая характеристика	Значение
Количество аналоговых входов	1
Тип входного аналогового сигнала	от 0.1 до 1 А, от 0.25 до 2.5 А, от 0.5 до 5 А, от внешнего трансформатора тока
Разрешающая способность АЦП	≤ 0.0015 % (16 разрядов)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения входных параметров	≤ 0.4 %
Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды	< 0.2 % / 10 °С
Период измерения	Не более 0.1 сек
Гальваническая развязка аналогового входа	Вход гальванически изолирован от остальных цепей, напряжение гальванической развязки не менее 1500 В

Примечание. Метрологические характеристики входных сигналов нормируются при диапазонах от 10 % до 100 %.

1.3.2 Аналоговый выходной сигнал

Таблица 1.3.2 - Технические характеристики аналогового унифицированного выходного сигнала

Техническая характеристика	Значение
Количество аналоговых выходов	1 (при условии заказа)
Тип выходного аналогового сигнала	Унифицированные (ГОСТ 26.011-80): Постоянный ток: От 0 мА до 5 мА, Rн ≤ 2000 Ом От 0 мА до 20 мА, Rн ≤ 500 Ом От 4 мА до 20 мА, Rн ≤ 500 Ом Напряжение постоянного тока: От 0 В до 10 В, Rн ≥ 2 кОм
Разрешающая способность ЦАП	≤ 0.0015 % (16 разрядов)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности формирования выходного сигнала	≤ 0.2 %
Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды	< 0.2 % / 10 °С
Гальваническая развязка аналогового выхода	Выход гальванически изолирован от остальных цепей, напряжение гальванической развязки не менее 500 В

1.3.3 Дискретные выходные сигналы

1.3.3.1 Транзисторный выход

Таблица 1.3.3.1 - Технические характеристики дискретных выходных транзисторных сигналов

Техническая характеристика	Значение
Количество дискретных выходов	1 (при условии заказа)
Тип выхода	Открытый коллектор (NPN транзистора)
Максимальное напряжение коммутации	≤ 40 В постоянного тока
Максимальный ток нагрузки каждого выхода	≤ 100 мА
Сигнал логического "0" Сигнал логической "1"	Разомкнутое состояние транзисторного ключа Замкнутое состояние транзисторного ключа.
Вид нагрузки	Активная, индуктивная
Гальваническая развязка дискретного выхода	Выход гальванически изолирован от остальных цепей, напряжение гальванической развязки не менее 500 В

1.3.3.2 Релейный выход

Таблица 1.3.3.2 - Технические характеристики дискретных выходных релейных сигналов

Техническая характеристика	**Значение**
Количество дискретных выходов	1 (при условии заказа)
Тип выхода	Переключающие контакты реле
Максимальное напряжение коммутации переменного тока (действующее значение)	220 В
Максимальное значение переменного тока	≤ 8 А при резистивной нагрузке ≤ 3 А при индуктивной нагрузке (cosφ=0,4)
Максимальное напряжение коммутации постоянного тока	от 5 В до 30 В
Максимальное значение постоянного тока при коммутации резистивной нагрузкой	от 10 мА до 5 А
Сигнал логического "0" Сигнал логической "1"	Разомкнутое состояние контактов реле Замкнутое состояние контактов реле
Гальваническая развязка дискретного выхода	Выход гальванически изолирован от остальных цепей, напряжение гальванической развязки не менее 1500 В

1.3.4 Последовательный интерфейс RS-485

Таблица 1.3.4 - Технические характеристики последовательного интерфейса RS-485

Техническая характеристика	**Значение**
Количество приемопередатчиков	До 32 приемопередатчика на одном сегменте
Максимальная длина линии в пределах одного сегмента сети	До 1200 метров
Диапазон сетевых адресов	255
Вид кабеля	Витая пара, экранированная витая пара
Протокол связи	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
Гальваническая развязка	Отсутствует

1.3.5 Электрические данные

Таблица 1.3.5 - Технические характеристики электропитания

Техническая характеристика	**Значение**
Напряжение питания переменного тока	~ от 100 В до 242 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	4 В·А
Защита данных	EEPROM, сегнетоэлектрическая NVRAM

1.3.6 Корпус. Условия эксплуатации

Таблица 1.3.6 - Условия эксплуатации

Техническая характеристика	**Значение**
Тип корпуса	Корпус для утопленного щитового монтажа
Габаритные размеры (ВхШхГ)	48 мм x 96 мм x 106 мм
Монтажная глубина	135 мм max
Вырез на панели	$45^{+0,8}$ x $92^{+0,8}$ мм
Крепление корпуса	В электрощитах
Температурный диапазон	-40 °С … +70 °С

Продолжение таблицы 1.3.6 - Условия эксплуатации

Климатическое исполнение	группа 4 по ГОСТ 22261, относительная влажность до 90% без конденсации влаги (при температуре +30°С) в закрытых помещениях при отсутствии в воздухе пыли, агрессивных паров и газов
Атмосферное давление	от 84 до 106.7 кПа
Вибрация	с частотой до 60 Гц с амплитудой до 0,1 мм
Помещение	закрытое взрыво-, пожаробезопасное
Положение при монтаже	Любое
Степень защиты	IP30
Масса	< 0.25 кг

1.3.7 По стойкости к механическому воздействию амперметр ИПМ-3 отвечает исполнению 5 согласно ГОСТ 22261.

1.3.8 Среднее время наработки на отказ с учетом технического обслуживания, регламентированного руководством по эксплуатации, - не менее чем 100 000 часов.

1.3.9 Среднее время восстановления работоспособности ИПМ-3 – не более 4 часов.

1.3.10 Средний срок эксплуатации – не менее 10 лет.

1.3.11 Средний срок хранения – 1 год в условиях по группе 1 ГОСТ 15150-69.

1.3.12 Изоляция электрических цепей ИПМ-3 относительно корпуса и между собой при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С и относительной влажности воздуха до 80% выдерживает в течение 1 минуты действие испытательного напряжения синусоидальной формы частотой (50 ± 1) Гц с действующим значением 500 В.

1.3.13 Минимально допустимое электрическое сопротивление изоляции при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С и относительной влажности воздуха до 80% составляет не менее 20 МОм.

1.4 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Перечень принадлежностей, которые необходимы для контроля, регулирования, выполнения работ по техническому обслуживанию амперметра, приведены в таблице 1.4 (согласно ДСТУ ГОСТ 2.610).

Таблица 1.4 - Перечень средств измерения, инструмента и принадлежностей, которые необходимы при обслуживании амперметра ИПМ-3

Наименование средств измерения, инструмента и принадлежностей	Назначение
1 Амперметр универсальный Щ300	Измерение выходного сигнала
2 Дифференциальный амперметр В1-8	Задатчик сигнала и измерение выходного сигнала
3 Мегаомметр Ф4108	Измерение сопротивления изоляции
4 Пинцет медицинский	Проверка качества монтажа
5 Отвёртка	Разборка корпуса
6 Мягкая бязь	Очистка от пыли и грязи

1.5 Маркировка и упаковка

1.5.1 Маркировка амперметра выполнена согласно ГОСТ 26828 на табличке с размерами согласно ГОСТ 12971, которая крепится на тыльной стороне корпуса прибора.

1.5.2 Пломбирование амперметра предприятием-изготовителем при выпуске из производства не предусмотрено.

1.5.3 Упаковка амперметра соответствует требованиям ГОСТ 23170.

1.5.4 Амперметр в соответствии с комплектом поставки упакован согласно чертежам предприятия-изготовителя.

2 Назначение. Функциональные возможности

Структура амперметра ИПМ-3 посредством конфигурации может быть изменена таким образом, что могут быть решены следующие задачи автоматизации:

✓ Измеритель-амперметр одного параметра с сигнализацией минимума и максимума

✓ Устройство сигнализации, двухпозиционного управления

Внутренняя программная память амперметра ИПМ-3 содержит большое количество стандартных функций необходимых для управления технологическими процессами и решения большинства инженерных прикладных задач, например, таких как:

● сравнение результата преобразования с уставками минимум и максимум, и сигнализацию отклонений,

● программная калибровка канала по внешнему образцовому источнику аналогового сигнала,
● цифровая фильтрация (для ослабления влияния промышленных помех),
● кусочно-линейная интерполяция входного сигнала по 20-ти точкам,
● масштабирование шкалы измеряемого параметра,
● конфигурирование логики работы выходного дискретного устройства,
● ретрансмиссия входного аналогового параметра на аналоговый выход устройства (в случае заказа опции аналогового выхода АО) и многое др.

Амперметр ИПМ-3 конфигурируется при помощи передней панели прибора или через интерфейс RS-485 (протокол ModBus).

Параметры конфигурации амперметра ИПМ-3 сохраняются в энергонезависимой памяти.

3 Конструкция амперметра и принцип работы

3.1 Конструкция амперметра

На передней панели амперметра размещены:
- Цифровой дисплей,
- Индикаторы уставок MIN-MAX технологической сигнализации,
- Индикатор состояния дискретного выхода,
- Индикатор работы интерфейса,
- Клавиши программирования.

На задней панели амперметра размещены пружинные разъем-клеммы для внешних соединений.



Рисунок 3.1 - Внешний вид амперметра ИПМ-3

3.2 Назначение цифрового дисплея

Цифровой дисплей амперметра ИПМ-3 в режиме РАБОТА индицирует значение измеряемой величины.

В режиме КОНФИГУРИРОВАНИЕ цифровой дисплей индицирует уровень конфигурации, затем номер пункта меню, затем, мигая, значение параметра выбранного пункта меню.

3.3 Назначение светодиодных индикаторов

● **Индикатор ▲** Светится, если значение измеряемой величины превышает значение уставку сигнализации отклонения **MAX**.

● **Индикатор ▼** Светится, если значение измеряемой величины меньше значения уставки сигнализации отклонения **MIN**.

● **Индикатор К1** Светится, если включен дискретный выход DO.

● **Индикатор ІНТ** Мигает, если происходит передача данных по интерфейсному каналу связи.

3.4 Назначение клавиш

● **Клавиша [▲]** Клавиша "**Больше**". При каждом нажатии этой клавиши осуществляется увеличение значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении увеличение значения происходит непрерывно.

● **Клавиша [▼]** Клавиша "**Меньше**". При каждом нажатии этой клавиши осуществляется уменьшение значения изменяемого параметра. При удерживании этой клавиши в нажатом положении уменьшение значения происходит непрерывно.

● **Клавиша [⏻]** Клавиша предназначена для вызова **меню конфигурации,** для **подтверждения** выполняемых действий или операций и для **фиксации вводимых значений**. Например, подтверждение входа в режим конфигурации, фиксация введенного значения изменяемого параметра и т.д.

3.5 Структурная схема амперметра ИПМ-3



Рисунок 3.2 - Структурная схема амперметра ИПМ-3

3.6 Функциональная схема амперметра ИПМ-3

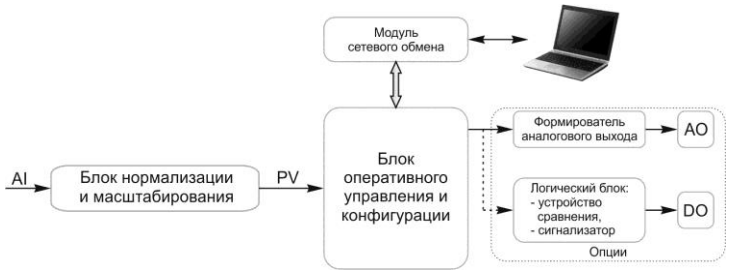


Рисунок 3.3 - Функциональная схема амперметра ИПМ-3

3.7 Принцип работы амперметра ИПМ-3

3.7.1 Принцип работы блока обработки аналогового входа

В амперметре ИПМ-3 можно подключить один аналоговый входной сигнал, который принимается функциональным блоком нормализации и масштабирования.

Аналоговые сигналы преобразуются в цифровую форму и обрабатываются соответствующими блоками нормализации и масштабирования. На рисунке 3.4 показана схема обработки аналогового входа.

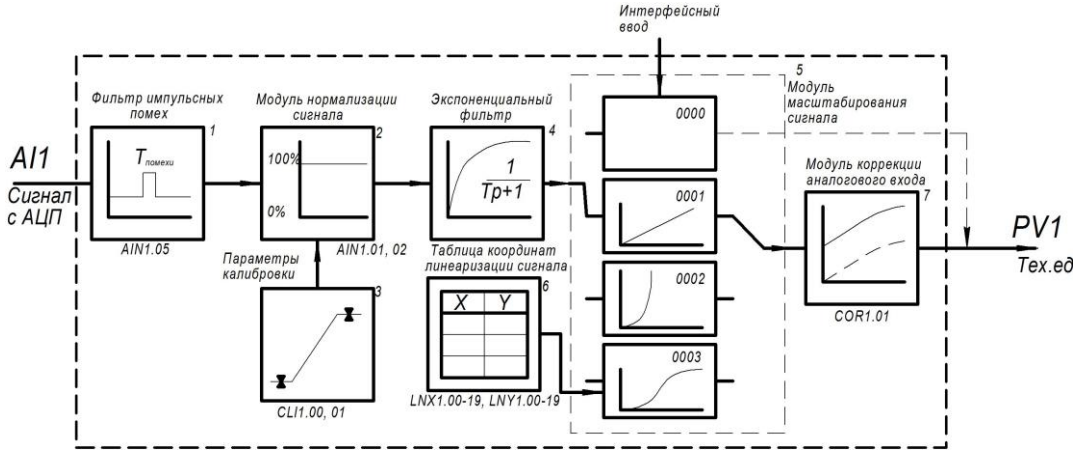


Рисунок 3.4 – Блок-схема обработки аналогового входа

На рисунке приняты следующие обозначения:

1. **Фильтр импульсных помех.** Используется для подавления импульсных помех. Определяется параметром **AIN1.05** «Максимальная длительность импульсной помехи». Если в каком либо цикле измерения технологического параметра обнаружено его изменение, то предполагается возможность действия помехи и выходной сигнал сформируется (с учетом усреднения измерительных значений) по истечении установленного времени длительности помехи. Работа данного фильтра вносит дополнительное транспортное запаздывание в систему регулирования, которое равно величине параметра «Максимальная длительность импульсной помехи». Поэтому всегда нужно стремиться минимизировать данный параметр.

2. **Модуль нормализации сигнала.** Модуль нормализует входной аналоговый сигнал. Важной функцией данного модуля есть контроль достоверности данных. В случае выхода аналогового сигнала на 10% за диапазон, который устанавливается при калибровке амперметра, модуль посылает сигнал амперметру о недостоверности данных в канале. При этом если сигнал ниже диапазона изменения на цифровом дисплее горит ErrL, при превышении данного диапазона на цифровом дисплее горит ErrH. В обоих случаях генерируется событие «разрыв линии связи с датчиком».

3. **Параметры калибровки.** Определяются параметрами **CLI.00** «Калибровка начального значения шкалы аналогового входа» и **CLI.01** «Калибровка конечного значения шкалы аналогового входа». Определяют точность канала и меняются при замене датчика или переходе на другой тип датчика. Подробнее о калибровках аналоговых входов смотрите в разделе 5 данного руководства.

4. **Экспоненциальный фильтр.** Фильтр используется для подавления помех, а также для подавления «дребезга» индикации (частых изменений показания амперметра из-за колебаний входного параметра). Определяется параметром **AIN1.04** «Постоянная времени цифрового фильтра».

5. **Модуль масштабирования сигнала.** Модуль линеаризует и масштабирует входящий сигнал согласно заданной пользователем номинальной статической характеристики датчика, который подключен к данному входу. Именно в этом модуле выбирается тип подключенного к каналу датчика. Пользователь имеет возможность линеаризовать сигнал по собственной кривой линеаризации.

6. **Таблица координат линеаризации сигнала.** Данная таблица определяет координаты пользовательской линеаризации, параметры которой задаются на уровне конфигурации **LNX** и **LNY**.

7. **Модуль коррекции аналогового входа.** В этом модуле сигнал, преобразованный в предыдущих блоках, смещается на заданное пользователем (уровень **COR**) значение. Значение коррекции суммируется с входным сигналом или вычитается от входного сигнала, в зависимости от знака коэффициента коррекции.

Примечание.

При интерфейсном вводе измеряемого параметра настройки модуля нормализации и фильтров не имеют смысла, так как сигнал по интерфейсу передается сразу в модуль масштабирования сигнала.

3.7.2 Линеаризация аналоговых входов

Функция линеаризации выполняется функциональным блоком нормализации и масштабирования. Линеаризация дает возможность реального физического представления нелинейных измеряемых параметров.

** С помощью линеаризации можно производить преобразование измеренного значения одной физической величины в другую.*

При индикации линеаризованной величины, определяющими параметрами являются начальное и конечное значение шкалы (процентное отношение к диапазону измерения), положение десятичного разделителя, а также эквидистантные опорные точки линеаризации. Кривая линеаризации имеет «преломления» в опорных точках.

3.7.2.1 Параметры линеаризации

Параметры линеаризации функционального блока нормализации масштабирования следующие:

Конфигурация функционального блока

AIN1.00 = 0009 - Тип шкалы - линеаризованная
AIN1.06 - Количество участков линеаризации

Абсциссы опорных точек линеаризации

LNX1.00 Абсцисса начального значения (в % от входного сигнала)
LNX1.01 Абсцисса 01-го участка
LNX1.02 Абсцисса 02-го участка
……
LNX1.18 Абсцисса 18-го участка
LNX1.19 Абсцисса 19-го участка

Ординаты опорных точек линеаризации

LNY1.00 Ордината начального значения (сигнал в тех. ед. от -9999 до 9999)

LNY1.01 Ордината 01-го участка
LNY1.02 Ордината 02-го участка
……
LNY1.18 Ордината 18-го участка
LNY1.19 Ордината 19-го участка

3.7.2.2 Определение опорных точек линеаризации

3.7.2.2.1 Определение количества участков линеаризации

После определения необходимого количества участков линеаризации необходимо задать его в параметре AIN1.06.

Выбор необходимого количества участков линеаризации производится из соображения обеспечения необходимой точности измерения.

3.7.2.2.2 Определение значений опорных точек линеаризации

Для каждого значения индицируемого входного сигнала Yi (в технических единицах от минус 9999 до 9999) вычислить соответствующую физическую величину из соответствующих функциональных (градировочных) таблиц. Это можно сделать также графически из соответствующей кривой (при необходимости интерполировать) и задать значение для соответствующей опорной величины входного физического сигнала Xi (в %, от 00,00% до 99,99%).

3.7.2.3 Примеры линеаризации сигналов

Пример 1. Линеаризация сигнала, подаваемого на функциональный блок нормализации и масштабирования, представленная графически (кривой)

Конфигурируемые параметры:

AIN1.00 = 0002	LNX1.00 = 00.00	LNY1.00 = 000.0
AIN1.06 = 0003	LNX1.01 = 20.00	LNY1.01 = 350.0
	LNX1.02 = 60.00	LNY1.02 = 750.0
	LNX1.03 = 99.99	LNY1.03 = 999.9

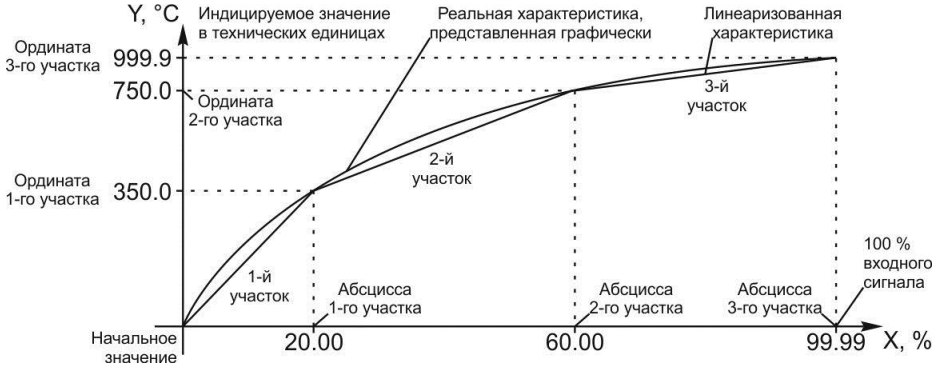


Рисунок 3.5 – График линеаризованного сигнала

3.7.3 Принцип формирования аналогового выхода

Амперметр ИПМ-3 имеет один аналоговый выход (при условии заказа), который работает в режиме **ретрансмиссии** (прямая передача с масштабированием) входного сигнала на выход.

В режиме ретрансмиссии выходной аналоговый сигнал повторяет измеряемую величину PV, когда параметр AIN1.01=AOT.02 и AIN.02=AOT.03.

В режиме масштабирования выходной аналоговый сигнал будет сформирован в зависимости от параметров AOT.02 и AOT.03 как изображено на рисунке 3.6.

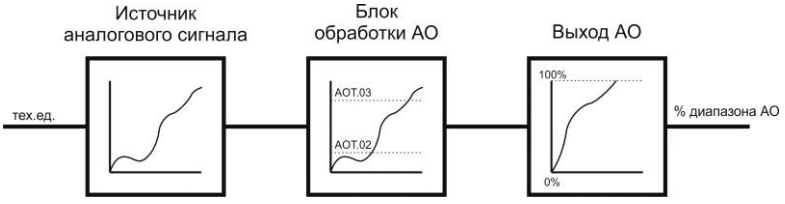


Рисунок 3.6 – Работа блока аналогового вывода в режиме ретрансмиссии

3.7.4 Принцип работы дискретного выхода

Дискретный выход DO является свободно-программируемым, то есть может выполнять различную логику работы.

Принцип работы логического устройства показан на рисунке 3.7. Для дискретного выхода DO1 задана логика работы - *в зоне MIN-MAX*. То есть на выходе формируется логическая единица, когда входной сигнал находится между уставками MIN и MAX. Значение этих уставок устанавливается в пунктах меню **03** и **04**.

Выходной сигнал логического устройства может быть статическим или импульсным (динамическим) с заданной длиной импульса. При статическом выходном сигнале логическое устройство формирует логическую единицу на протяжении времени, когда параметр входит в зону заданную логику работы. При импульсном выходном сигнале длина выходного импульса задается в пункте меню **02**. На рисунке 3.7 импульсный сигнал изображен серой заливкой со временем длительности импульса Т.

Выход логического устройства (0/1) подается на дискретный выход, который формирует состояние реле ВЫКЛ/ВКЛ. Также значение выхода логического устройства записывается в регистр 4 (см. табл. В.1).

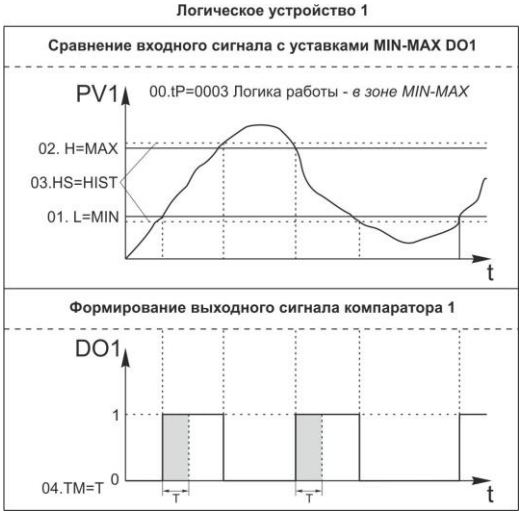


Рисунок 3.7 – Функциональная схема принципа работы DO в режиме компаратора

4 Использование по назначению

4.1 Эксплуатационные ограничения при использовании амперметра

4.1.1 Место установки амперметра ИПМ-3 должно отвечать следующим условиям:

- обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа;
- температура и относительная влажность окружающего воздуха должна соответствовать требованиям климатического исполнения прибора;
- окружающая среда не должна содержать токопроводящих примесей, а также примесей, которые вызывают коррозию деталей прибора;
- напряженность магнитных полей, вызванных внешними источниками переменного тока частотой 50 Гц или вызванных внешними источниками постоянного тока, не должна превышать 400 А/м;
- параметры вибрации должны соответствовать исполнению 5 согласно ГОСТ 22261.

4.1.2 При эксплуатации амперметра необходимо исключить:

- попадание токопроводящей пыли или жидкости внутрь прибора;
- наличие посторонних предметов вблизи прибора, ухудшающих его естественное охлаждение.

4.1.3 Во время эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы подсоединенные к прибору провода не переламывались в местах контакта с клеммами и не имели повреждений изоляции.

4.2 Подготовка амперметра к использованию

4.2.1 Освободите амперметр от упаковки.

4.2.2 Перед началом монтажа прибора необходимо выполнить внешний осмотр. При этом обратить особенное внимание на чистоту поверхности, маркировки и отсутствие механических повреждений.

4.2.3 ***ВНИМАНИЕ!!!*** При подключении амперметра ИПМ-3 соблюдать указания мер безопасности раздела 6.2 настоящей инструкции.

4.2.4 Кабельные связи, соединяющие амперметр ИПМ-3, подключаются через клеммы соединительных разъемов в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок".

4.2.5 Подключение входов-выходов к амперметру ИПМ-3 производят в соответствии со схемами внешних соединений, приведенных в приложении Б.

4.2.6 При подключении линий связи к входным и выходным клеммам принимайте меры по уменьшению влияния наведенных шумов: *используйте* входные и (или) выходные шумоподавляющие фильтры для амперметра (в т.ч. сетевые), шумоподавляющие фильтры для периферийных устройств, используйте внутренние цифровые фильтры аналоговых входов амперметра ИПМ-3.

4.2.7 Не допускается объединять в одном кабеле (жгуте) цепи, по которым передаются аналоговые, интерфейсные сигналы и сильноточные сигнальные или сильноточные силовые цепи. Для уменьшения наведенного шума отделите линии высокого напряжения или линии, проводящие значительные токи, от других линий, а также избегайте параллельного или общего подключения с линиями питания при подключении к выводам.

4.2.8 Необходимость экранирования кабелей, по которым передается информация, зависит от длины кабельных связей и от уровня помех в зоне прокладки кабеля. Рекомендуется использовать изолирующие трубки, каналы, лотки или экранированные линии.

4.2.9 Для обеспечения стабильной работы оборудования колебания напряжения и частоты питающей электросети должны находиться в пределах технических требований, указанных в разделе 1.3, а для каждого составляющего компонента системы – в соответствии с их руководствами по эксплуатации. При необходимости, для непрерывных технологических процессов, должна быть предусмотрена защита от отключения (или выхода из строя) системы подачи электропитания – установкой источников бесперебойного питания.

4.3 Режим РАБОТА

Прибор переходит в этот режим всякий раз, когда включается питание. Из этого режима можно перейти в режим **КОНФИГУРИРОВАНИЕ**.

В процессе работы можно осуществлять мониторинг, т.е. визуально отслеживать измеряемую величину всех каналов (текущие значения). Кроме того, можно отслеживать на светодиодных амперметрах сигналы технологической сигнализации при превышении верхнего или нижнего пределов отклонения. Так же с помощью светодиодных амперметров можно наблюдать за состоянием дискретных выходов.

4.4 Режим КОНФИГУРИРОВАНИЕ

С помощью режима "Конфигурирование" вводят параметры входных сигналов, параметры сигнализации отклонений, параметры типа управления, параметры сетевого обмена, параметры выходов и системные параметры.

Параметры разделены по группам, каждая из которых называется "уровень". Каждое заданное значение (элемент настройки) в этих уровнях называется "параметром". Параметры, используемые в амперметре ИПМ-3, сгруппированы в одиннадцать уровней и представлены на диаграмме (рисунок 4.1). Назначение уровней конфигурации указано в таблице 4.1.

Переход в режим конфигурации и настроек осуществляется из режима РАБОТА длительным, более 3-х секунд, нажатием клавиши **[⏻].**

После этого на цифровой дисплей выводится меню ввода пароля в виде мигающих цифр: «**0000**».

С помощью клавиш программирования [▲], [▼] на дисплее ввести пароль «**0002**» и кратковременно нажать клавишу **[⏻].**

ВНИМАНИЕ!

Если пароль введен не верно – амперметр перейдет в *режим РАБОТА*.

Если пароль введен верно - амперметр перейдет в *режим КОНФИГУРАЦИИ*.

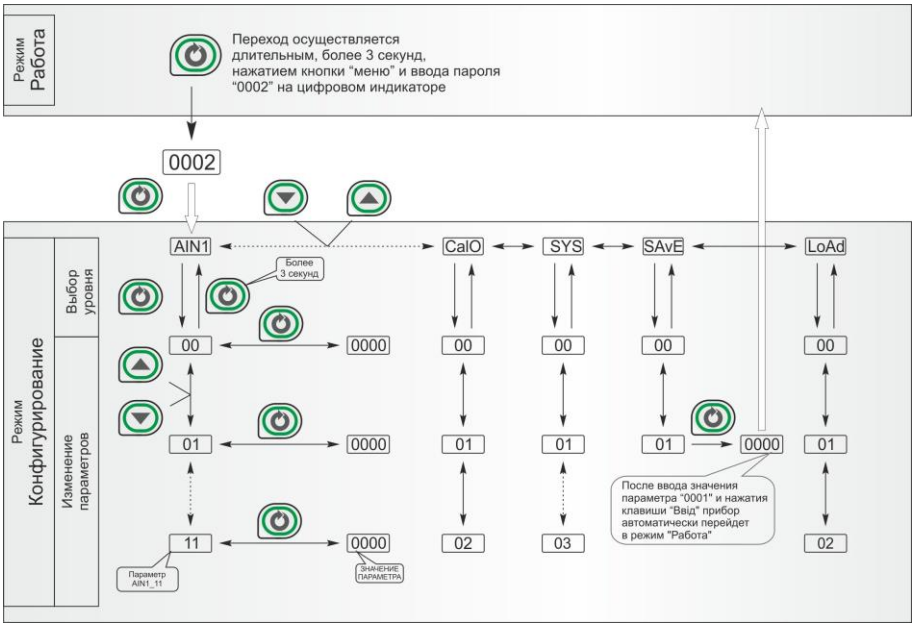


Рисунок 4.1 - Диаграмма уровней конфигурации и настроек

4.4.1 Конфигурирование прибора

После перехода в режим конфигурации на цифровом дисплее появится название уровня конфигурации: AI…LOAD. Выбрать соответствующий уровень клавишами «Знач. ▲» и «Знач. ▼».

После выбора нужного уровня нужно нажать кратковременно клавишу подтверждения **[⏻].** После этого на дисплее появится номер и название параметра.

Выбрав необходимый параметр клавишами [▲], [▼], для изменения значения параметра необходимо снова кратковременно нажать клавишу **[⏻].**

На дисплее в ***мигающем*** режиме установится значение параметра выбранного пункта меню: например, «**0001**».

С помощью клавиш [▲], [▼], при необходимости, произвести изменение значения выбранного параметра, кратковременно нажать клавишу **[⏻]** – прибор снова перейдет в режим выбора параметра.

С помощью клавиш программирования [▲], [▼] установить следующий необходимый для изменения пункт меню, и т.д. пока все необходимые параметры на данном уровне конфигурации не будут изменены.

Для того чтобы вернуться к выбору уровня конфигурации, необходимо нажать и удерживать в течение 2 секунд клавишу **[⏻]**.

Далее выбрать следующий уровень конфигурации, который нужно изменить, и повторить вышеизложенные операции. И так до тех пор, пока не будут изменены все нужные параметры.

Вызвать уровень SAVE «SAvE» и сохранить все измененные значения в энергонезависимой памяти. При сохранении параметров в энергонезависимой памяти выход из режима конфигурации осуществляется автоматически.

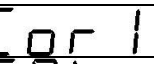
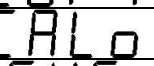
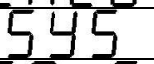
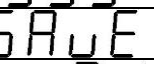
Если измененные параметры не нужно сохранять в энергонезависимой памяти (параметры сохраняются в оперативной памяти), выход из режима конфигурации осуществляется длительным, более 3-х секунд, нажатием клавиши **[⏻]** или по истечении времени 2-х минут.

4.4.2 Назначение уровней конфигурации

Таблица 4.1 - Назначение и индикация уровней конфигурации

Назначение уровня	Название	Индикация
Настройка параметров аналогового входа	**AIN1**	AIn1
Настройка параметров аналогового выхода	**AOT**	AoT
Настройка параметров дискретного выхода	**DO1**	doT1
Настройка параметров сигнализации	**ALRM**	ALrn
Абсциссы опорных точек линеаризации аналогового входа	**LNX1**	Lnu1
Ординаты опорных точек линеаризации аналогового входа	**LNY1**	LnY1
Калибровка аналогового входа	**CLI1**	CLi1

Продолжение таблицы 4.1 - Назначение и индикация уровней конфигурации

Коррекция аналогового входа	**COR1**	
Калибровка аналогового выхода АО	**CALO**	
Общие системные настройки	**SYS**	
Сохранение параметров	**SAVE**	
Загрузка параметров	**LOAD**	

В дальнейшем по тексту руководства идет ссылка на параметр в виде XXXX.УУ (например ALRM.00), где XXXX – название УРОВНЯ, а УУ – номер пункта меню (см. прил. Г).

4.4.3 Разрешение конфигурирования амперметра по сети ModBus. Запись параметров в энергонезависимую память. Загрузка параметров из энергонезависимой памяти

Конфигурирование амперметра производится как с передней панели амперметра, так и по протоколу ModBus (RTU) (в случае заказа опции интерфейса). Через интерфейс конфигурирование производится с помощью программного приложения МИК-Конфигуратор (распространяется бесплатно).

Для того чтобы избежать не санкционированного изменения параметров конфигурации через интерфейс существует *уровень защиты* доступа к регистрам конфигурации. Запретить или разрешить доступ к этим регистрам можно с верхнего уровня, а также в режиме конфигурации амперметра.

4.4.3.1 Разрешение конфигурирования по сети ModBus

Разрешения конфигурирования по сети ModBus разрешается на верхнем уровне записью в регистр 16 значения «1». Если в этом регистре находится «0», то конфигурирование на верхнем уровне запрещено.

С передней панели амперметра разрешение программирования осуществляется на уровне конфигурации LOAD при выборе параметра LOAD.00=0001.

Необходимо помнить, что после загрузки конфигурации по сети, необходимо сделать запись параметров в энергозависимой памяти.

4.4.3.2 Запись параметров в энергонезависимую память

Запись параметров в энергонезависимую память *производится* следующим образом:

1) произвести модификацию всех необходимых параметров.

2) установить значение параметра SAVE.01 = 0001.

3) нажать клавишу **[⏻]**.

4) на дисплее **ПАРАМЕТР** появятся символы "**Su u**", указывая о том, что происходит операция записи в энергонезависимую память.

5) после указанных операций будет произведена запись всех модифицированных параметров в энергонезависимую память. После проведения записи параметров прибор перейдет в режим РАБОТА. После записи параметр SAVE.01 автоматически устанавливается в 0000.

4.4.3.3 Загрузка параметров из энергозависимой памяти

Для загрузки параметров настроек пользователя необходимо:

1) установить значения параметра LOAD.01=0001,

2) нажать клавишу **[⏻]**,

3) на дисплее **ПАРАМЕТР** появятся символы " **Ld u**", указывая о том, что происходит операция загрузки пользовательских настроек.

4) после указанных операций будут загружены все пользовательские настройки. После загрузки параметр LOAD.01 автоматически устанавливается в 0000.

4.4.4 Загрузка заводских настроек амперметра

Для загрузки параметров настройки предприятия изготовителя (установка заводских значений по умолчанию) необходимо:

1) установить значения параметра LOAD.02=0001,

2) нажать клавишу **[⏻]**,

3) на дисплее **ПАРАМЕТР** появятся символы "**Ld F**", указывая о том, что происходит операция загрузки заводских настроек.

4) после указанных операций будут загружены все заводские настройки. После загрузки параметр LOAD.02 автоматически устанавливается в 0000.

***Необходимо помнить*:**

1) что после загрузки настроек при необходимости необходимо произвести запись параметров в энергонезависимую память (см. раздел 4.7.6), в противном случае загруженная информация не будет сохранена при отключении питания амперметра;

2) после загрузки заводских настроек, настройки пользователя будут потеряны;

3) если запись в память не производилась, то после выключения питания, в памяти останутся старые настройки.

4) заводские настройки пользователь изменить не может.

5 Калибровка и проверка прибора

Калибровка прибора осуществляется:

- На заводе-изготовителе при выпуске прибора,
- Пользователем:
  - при смене типа сигнала,
  - при подготовке к поверке (калибровке).

5.1 Калибровка аналогового входа

Калибровка амперметра производится после подготовки - установления соответствующих резисторов на модуле входа (табл. 5.1) и конфигурации параметров аналоговых входов (см. приложение Г).

В режиме конфигурации установите следующие параметры:
- тип аналогового входного сигнала (пункт меню **AIN1.00**),
- нижний предел размаха шкалы (пункты меню **AIN1.01**),
- верхний предел размаха шкалы (пункты меню **AIN1.02**).

1) Подключите к аналоговому входу AI амперметра ИПМ-3 образцовый источник постоянного тока согласно схеме, представленной на рис. Б.1.

2) Режим калибровки начального значения шкалы измерения

Установите на дисплее пункт **[CLI]** "Калибровка аналогового входа AI1", нажмите клавишу **[⏻]** и установите **[00]** "Установка начального значения аналогового входа AI1". Установите при помощи калибратора величину сигнала, соответствующую 10% диапазона. Нажмите клавишу **[⏻]**.

Возможны два варианта калибровки:

- ручная калибровка - нажимая клавиши **[▲]** или **[▼]**, установите на дисплее значение в технических единицах, соответствующее 10% диапазона. Нажмите клавишу **[⏻]**;
- автоматическая калибровка – нажмите одновременно клавиши **[▲]** и **[▼].** При этом должны начать одновременно мигать амперметры сигнализации ▲ и ▼. Повторно нажмите одновременно клавиши **[▲]** и **[▼].** На дисплее должно зафиксироваться значение, соответствующее 10% диапазона.

3) Режим калибровки конечного значения шкалы измерения

Установите **[01]** "Установка конечного значения аналогового входа AI1 (канал 1)". Установите при помощи калибратора величину сигнала, соответствующую 100% диапазона. Нажмите клавишу **[⏻]**.

Проведите калибровку аналогично пункту 2.

4) Для более точной калибровки канала повторите операции 1 – 3 несколько раз.

Необходимо помнить, что после проведения калибровки необходимо произвести запись параметров в энергонезависимую память (в меню конфигурации установить **[SAVE.01] = 0001**), в противном случае введенная информация не будет сохранена при отключении питания амперметра.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ОПЕРАЦИЯМ КАЛИБРОВКИ

В процессе ручной калибровки не требуется точного равенства сигналов 0% и 100% диапазона. Например, можно проводить калибровку для сигналов 2% и 98% диапазона. Важно лишь то, чтобы по цифровому амперметру установить значение, максимально близкое к установленному значению входного сигнала.

Для повышения точности измерения входных аналоговых сигналов допускается калибровку производить для всей цепи преобразования сигнала с учетом вторичных преобразователей сигналов.

Например, для входной цепи: *датчик – преобразователь – амперметр ИПМ-3* источник образцового сигнала подключается вместо датчика, а операция калибровки входного сигнала производится на амперметре ИПМ-3.

Но в этом случае необходимо помнить, что возможна только ручная калибровка!

Таблица 5.1 - Положение перемычек для установки диапазона изменения входного сигнала

Входной сигнал	Положение перемычки XT1
От 0.1 А до 1 А	5-6
От 0.25 А до 2.5 А	3-4
От 0.5 А до 5 А	1-2

5.2 Калибровка аналогового выхода

Калибровка аналогового выхода производится после подготовки - установления соответствующих перемычек на модуле выхода (см. рис. 5.1 и табл. 5.2).

Уровень калибровки аналогового выхода имеет три параметра. Параметр **CALO.00** используется для индикации аналогового выхода в %. Меняя значение этого параметра, можно провести проверку выхода.

Пункты **CALO.01** и **CALO.02** используются для калибровки начального и конечного значения аналогового выхода. Порядок калибровки следующий:

1) Подключите к аналоговому выходу АО амперметра образцовый измерительный прибор – миллиамперметр постоянного тока.

2) В режиме конфигурации установите параметр **CALO.01** "Калибровка начального значения аналогового выхода АО".

3) Нажимая клавиши **[▲]** или **[▼]** установите величину выходного сигнала по миллиамперметру равную 0 мА (или 4 мА), соответствующую 0% диапазона, в зависимости от исполнения канала.

4) Нажать клавишу **[⏻]**.

5) Установить параметр **CALO.02** "Калибровка конечного значения аналогового выхода АО"

6) Нажимая клавиши **[▲]** или **[▼]** установите величину выходного сигнала по миллиамперметру равную 5 мА (или 20 мА), соответствующую 100% диапазона, в зависимости от исполнения канала.

7) Нажать клавишу **[⏻]**.

8) Для более точной калибровки канала циклически повторите операцию несколько раз.

Необходимо помнить, что после проведения калибровки необходимо произвести запись параметров в энергонезависимую память, в противном случае введенная информация не будет сохранена при отключении питания амперметра.

Таблица 5.2 - Типы датчиков, положения перемычек и рекомендуемые пределы калибровки для разных типов входных сигналов

Тип выхода	Положение перемычки JP1 на плате аналогового выхода	Предельные индицируемые значения при калибровке прибора	Предельные значения входного сигнала при калибровке прибора	
			Начальное значение	Конечное значение
0-5 мА	[2-3]	0.0 ... 100.0 % или в установленных технических единицах	0 мА	5 мА
0-20 мА	[1-2]		0 мА	20 мА
4-20 мА	[1-2]		4 мА	20 мА

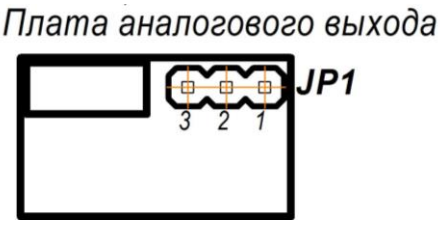


Рисунок 5.1 – Положение перемычек на модуле аналогового выхода

6 Техническое обслуживание

6.1 Общие указания

Техническое обслуживание заключается в проведении работ по контролю технического состояния и последующему устранению недостатков, выявленных в процессе контроля; профилактическому обслуживанию, выполняемому с установленной периодичностью, длительностью и в определенном порядке; устранению отказов, выполнение которых возможно силами персонала, выполняющего техническое обслуживание.

6.2 Меры безопасности

Пренебрежение мерами предосторожности и правилами эксплуатации может стать причиной травмирования персонала или повреждения оборудования!

Для обеспечения безопасного использования оборудования неукоснительно выполняйте указания данной главы!

6.2.1 Видом опасности при работе с ИПМ-3 есть поражающее действие электрического тока. Источником опасности есть токоведущие части, которые находятся под напряжением.

6.2.2 К эксплуатации амперметра допускаются лица, имеющие разрешение для работы в электроустановках напряжением до 1000 В и изучившие руководство по эксплуатации в полном объеме.

6.2.3 Эксплуатация амперметра разрешается при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной предприятием-потребителем в установленном порядке и учитывающей специфику применения амперметра на конкретном объекте. При монтаже, наладке и эксплуатации необходимо руководствоваться ДНАОП 0.00-1.21 раздел 2, 4.

6.2.4 Все монтажные и профилактические работы должны проводиться при отключенном электропитании.

6.2.5 При разборке амперметра для устранения неисправностей прибор должен быть отключен от сети электропитания.

7 Хранение и транспортирование

7.1 Условия хранения амперметра

7.1.1 Срок хранения в потребительской таре - не больше 1 года.

7.1.2 Амперметр должен храниться в сухом и вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 70 °С и относительной влажности от 30 до 80 % (без конденсации влаги). Данные требования являются рекомендуемыми.

7.1.3 Воздух в помещении не должен содержать пыли и примеси агрессивных паров и газов, вызывающих коррозию (в частности: газов, содержащих сернистые соединения или аммиак).

7.1.4 В процессе хранения или эксплуатации не кладите тяжелые предметы на прибор и не подвергайте его никакому механическому воздействию, так как устройство может деформироваться и повредиться.

7.2 Условия транспортирования амперметра

7.2.1 Транспортирование амперметра в упаковке предприятия-изготовителя осуществляется всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах. Транспортирование самолетами должно выполняться только в отапливаемых герметизированных отсеках.

7.2.2 Амперметр должен транспортироваться в климатических условиях, которые соответствуют условиям хранения 5 согласно ГОСТ 15150, но при давлении не ниже 35,6 кПа и температуре не ниже минус 40 °С или в условиях 3 при морских перевозках.

7.2.3 Во время погрузо-разгрузочных работ и транспортировании запакованный прибор не должен подвергаться резким ударам и влиянию атмосферных осадков. Способ размещения на транспортном средстве должен исключать перемещение амперметра.

7.2.4 Перед распаковыванием после транспортирования при отрицательной температуре амперметр необходимо выдержать в течение 3 часов в условиях хранения 1 согласно ГОСТ 15150.

8 Гарантии изготовителя

8.1 Производитель гарантирует соответствие амперметра техническим условиям СОУ ПРМК-407:2015. При не соблюдении потребителем требований условий транспортирования, хранения, монтажа, наладки и эксплуатации, указанных в настоящем руководстве, потребитель лишается права на гарантию.

8.2 Гарантийный срок эксплуатации - 5 лет со дня отгрузки амперметра. Гарантийный срок эксплуатации амперметров, которые поставляются на экспорт - 18 месяцев со дня проследования их через государственную границу Украины.

8.3 По договоренности с потребителем предприятие-изготовитель осуществляет послегарантийное техническое обслуживание, техническую поддержку и технические консультации по всем видам своей продукции.

Приложения

Приложение А - Габаритные и присоединительные размеры ИПМ-3

Размеры цифрового индикатора:



ПАРАМЕТР

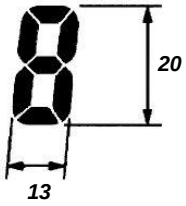
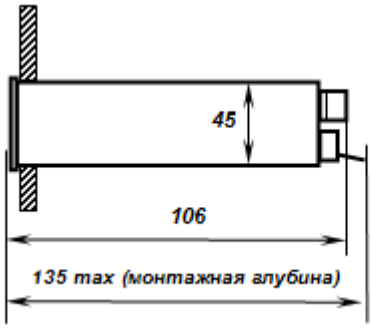


Рисунок А.1 – Внешний вид амперметра ИПМ-3

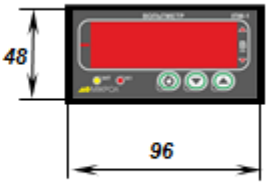
Вид сзади



Вид сбоку



Вид спереди



Рекомендуемая толщина щита от 1 до 5 мм.

Рисунок А.2 - Габаритные размеры

Разметка отверстий на щите

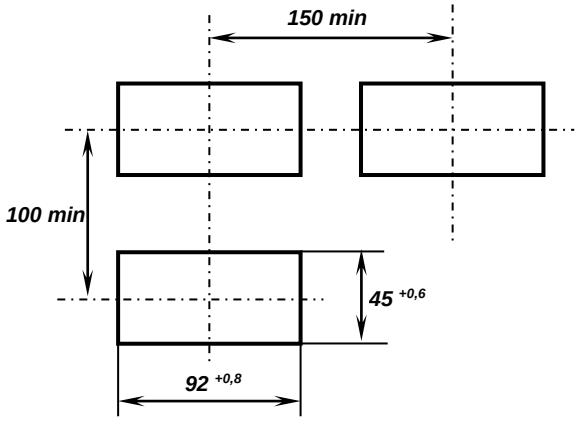


Рисунок А.3 - Разметка отверстий на щите

Приложение Б - Подключение амперметра. Схемы внешних соединений

Приложение Б.1 Подключение внешних сигналов к амперметру ИПМ-3

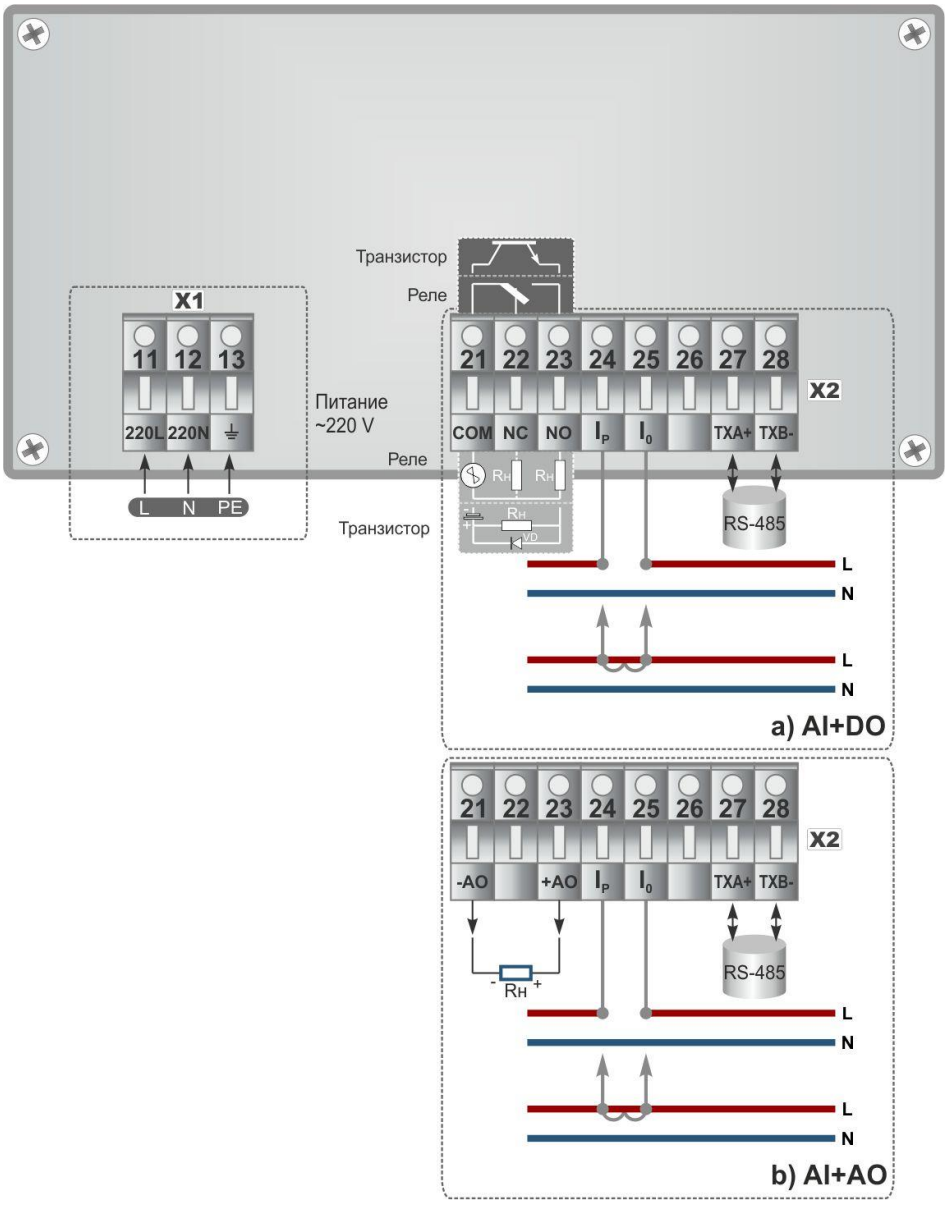


Рисунок Б.1 - Подключение внешних цепей к амперметру ИПМ-3:
a) подключение при условии заказа опции дискретного выхода;
b) подключение при условии заказа опции аналогового выхода.

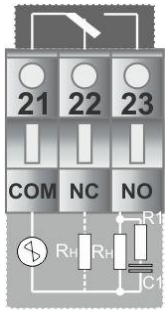
Приложение Б.2 Рекомендации по подключению дискретных сигналов

Приложение Б.2.1 Рекомендации по подключению индуктивной нагрузки для механического реле

В цепях переменного тока для подключения индуктивных нагрузок к дискретному релейному выходному сигналу рекомендуется использовать RC-демпфирующую цепочку.

Пример такой схемы изображен на рисунке Б.2.

Рекомендуется для цепей переменного тока напряжением 220 В вместо RC-цепочки использовать варистор СН2-1 на напряжение 420 В. Применение варистора позволяет предотвратить не только индуктивные наводки, но и погасить большие всплески сигнала, возникающие в силовых цепях питания от другого оборудования.



где, R1 - резистор МЛТ-1-39 Ом-5%;
C1 - конденсатор К73-17-630В-0,1-0,5 мкФ-10%;
Rн - индуктивная нагрузка.

Рисунок Б.2 – Схема подключения индуктивной нагрузки к механическому реле

Приложение Б.2.2 Рекомендации по подключению транзисторных выходов

При подключении индуктивных нагрузок (реле, пускатели, контакторы, соленоиды и т.п.) к дискретным транзисторным выходам регулятора, во избежание выхода из строя выходного транзистора из-за большого тока самоиндукции, параллельно нагрузке (обмотке реле) необходимо устанавливать блокирующий диод VD – см. рисунок Б.1. Внешний диод устанавливать на каждом канале, к которому подключена индуктивная нагрузка.

Тип устанавливаемого диода КД209, КД258, 1N4004…1N4007 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение 100 В, прямой ток 0.5 А.

Приложение Б.3 Схема подключения интерфейса RS-485

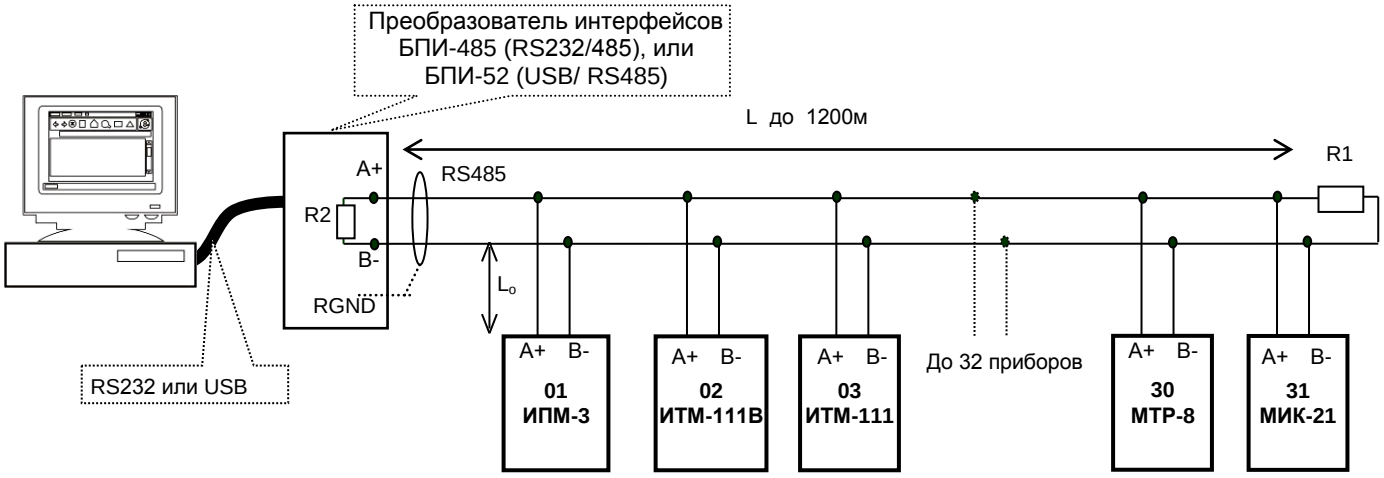


Рисунок Б.5 - Организация интерфейсной связи между компьютером и амперметрами или контроллерами

1. К компьютеру может быть подключено до 32 приборов, включая преобразователь интерфейсов БПИ-485 (БПИ-52).
2. Общая длина кабельной линии связи не должна превышать 1200м. Зависимость максимальной длины линии связи.
3. В качестве кабельной линии связи предпочтительно использовать экранированную витую пару.
4. Длина ответвлений L_o должна быть как можно меньшей.
5. К интерфейсным входам приборов, расположенным в крайних точках соединительной линии необходимо подключить два терминальных резистора сопротивлением 120 Ом (R1 и R2). Подключение резисторов к амперметрам или контроллерам №№ 01 – 30 не требуется. Подключение терминальных резисторов в блоке преобразования интерфейсов БПИ-485 (БПИ-52) смотрите в РЭ на БПИ-485 (БПИ-52).

Подключение терминального резистора в амперметре ИПМ-3 осуществляется с помощью перемычки JP3 (см. рис. 5.1, стр. 19), размещенной на плате процессора внутри амперметра. Замкнутое состояние JP3 соответствует подключенному терминальному резистору.

Примечания по использованию интерфейса RS-485.

1. Все ответвители приемо-передатчиков, присоединенные к одной общей передающей линии, должны согласовываться только в двух *крайних* точках. Длина ответвлений должна быть как можно меньшей.
2. Необходимость экранирования кабелей, по которым передается информация, зависит от длины кабельных связей и от уровня помех в зоне прокладки кабеля.
3. Применение экранированной витой пары в промышленных условиях является предпочтительным, поскольку это обеспечивает получение высокого соотношения сигнал/шум и защиту от синфазной помехи.

Приложение В - Коммуникационные функции

Микропроцессорный амперметр ИПМ-3 может обеспечить выполнение коммуникационной функции по интерфейсу RS-485, позволяющей контролировать и модифицировать его параметры при помощи внешнего устройства (компьютера, микропроцессорной системы управления).

Интерфейс предназначен для конфигурирования прибора, для использования в качестве удаленного прибора при работе в современных сетях управления и сбора информации (приема-передачи команд и данных), SCADA системах и т.п.

Протоколом связи по интерфейсу RS-485 является протокол Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit).

Для работы необходимо установить скорость обмена данными между амперметром и ПК, устанавливается на уровне **SYS** в параметре **03.br**:

[SYS_03.br]	Скорость, бит/с
0000	2400
0001	4800
0002	9600
0003	14400
0004	19200
0005	28800
0006	38400
0007	57600
0008	76800
0009	115200
0010	230400
0011	460800
0012	921600

При обмене по интерфейсному каналу связи, если происходит передача данных от амперметра в сеть, на передней панели ИТМ мигает амперметр **IHT**.

Доступные регистры амперметра ИПМ-3 приведены в таблице В.1.

Доступ к регистрам программирования и конфигурации разрешается в случае записи в регистр разрешения программирования №16 значения "1", значение которого можно изменить как с передней панели амперметра ИПМ-3, так и с ПК.

Приложение В.1 Доступные регистры амперметра ИПМ-3

Таблица В.1 – Доступные регистры амперметра ИПМ-3

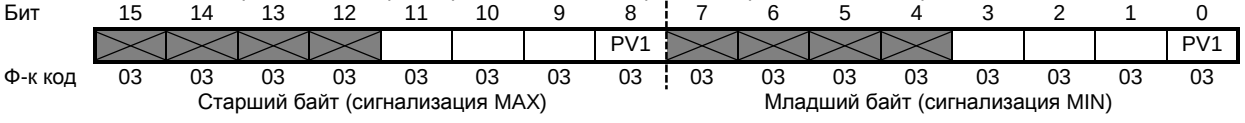
Функциональный код операции	№ Регистра	Формат данных	Пункт меню	Наименование параметра	Диапазон изменения (десятичные значения)
03	0	INT	SYS.03	Регистр идентификации амперметра: Мл.байт - код (модель) амперметра 91 DEC, Ст.байт - версия прогр. обеспечения 31 DEC	80 27 DEC (значение регистра) 1F 5B HEX (по-байтно) 31 91 DEC (по-байтно)
03 / 06	1	INT	Передняя панель	Значение измеряемой величины PV1	От минус 9999 до 9999
03 / 06	4	BYTE	Выход DO	Регистр состояния дискретного выхода DO1	0 – откл., 1 – вкл.
03 / 06	6	INT	Передняя панель	Состояние квитирования	0 – не квитировано 1 – квитировано
03	7	INT	Передняя панель	Состояние сигнализации	(см. примечание 6)
03 / 06	(8.9)	FLOAT	Передняя панель	Значение измеряемой величины PV1 (с плавающей запятой)	От минус 9999 до 9999
03 / 06	*16*	BYTE	LOAD.00	Разрешение программирования	0 – запрещено, 1 – разрешено
03 / 06	18	INT	AIN1.00	Тип аналогового входного сигнала AI1	От 0000 до 0009
03 / 06	20	INT	AIN1.01	Нижний предел шкалы входного сигнала AI1	От минус 9999 до 9999
03 / 06	22	INT	AIN1.02	Верхний предел шкалы входного сигнала AI1	От минус 9999 до 9999
03 / 06	24	INT	AIN1.03	Положение десятичного разделителя входного сигнала AI1	0 – «хххх», 1 – «ххх,х», 2 – «хх,хх», 3 – «х,ххх»
03 / 06	26	INT	AIN1.04	Постоянная времени входного цифрового фильтра входного сигнала AI1	От 000,0 до 060,0*

Продолжение таблицы В.1 – Доступные регистры амперметра ИПМ-3

03 / 06	28	INT	AIN1.05	Максимальная длительность импульсной помехи входного сигнала AI1	От 0000 до 005,0*
03 / 06	34	INT	COR1.01	Коэффициент коррекции (смещение) входного сигнала AI1	От минус 9999 до 9999
03 / 06	48	INT	DOT1.00	Логика работы дискретного выхода DO1	От 0000 до 0006
03 / 06	52	INT	DOT1.02	Тип сигнала дискретного выхода DO1	00,00* – статический 00,01 – 99,99* – импульсный
03 / 06	(54.55)	FLOAT	DOT1.03	Уставка MIN дискретного выхода DO1	В диапазоне шкалы выбранного типа датчика
03 / 06	(58.59)	FLOAT	DOT1.04	Уставка MAX дискретного выхода DO1	В диапазоне шкалы выбранного типа датчика
03 / 06	(62.63)	FLOAT	DOT1.05	Гистерезис выходного устройства DO1, DO2	От минус 9999 до 9999
03 / 06	97	INT	AIN1.06	Количество участков линеаризации входного сигнала AI1	0000-0039 – для 1-го блока 0000-0019 – для 2-го блока
03 / 06	99–118	INT	LNX1.00-19	Абсциссы опорных точек линеаризации входного сигнала AI1	От 00,00 до 99,99*
03 / 06	139–158	INT	LNY1.00-19	Ординаты опорных точек линеаризации входного сигнала AI1	От минус 9999 до 9999
03 / 06	200	INT	CLI1.00	Значение калибровки начального значения шкалы 1 и 2 блока	От минус 9999 до 9999
03 / 06	202	INT	CLI1.01	Значение калибровки конечного значения шкалы 1 и 2 блока	От минус 9999 до 9999
03 / 06	204	INT	CALO.01	Значение калибровки MIN и MAX аналогового выхода AO	От минус 9999 до 9999
03 / 06	206	INT	SYS.13	Значение коррекции показаний датчика термокомпенсации	От минус 9999 до 9999
03	217	INT	SAVE.01	Сохранение пользовательских настроек	0000, 0001 – записать
03	218	INT	SYS.02	Тайм-аут кадра запроса в системных тактах 1такт = 250мкс	От 0001 до 0200
03	219	INT	SYS.00	Сетевой адрес (номер амперметра в сети)	От 0000 до 0255
03	220	INT	SYS.01	Скорость обмена	От 0000 до 0012

Примечания.

1. При употреблении слова блок имеется в виду функциональный блок нормализации и масштабирования.
2. Амперметр ИПМ-3 обменивается данными по протоколу Modbus в режиме "No Group Write" – стандартный протокол без поддержки группового управления дискретными сигналами.
3. (p1.p2) – регистры, которые отвечают за одно определенное значение с плавающей запятой.
4. (*) Данное число представлено в регистре целым без десятичного разделителя (запятой). Например, если в параметре указано 60,0, то в регистре находится число 600.
5. Регистр 16 «*Разрешение программирования»,* в случае установки его значения в «1», разрешает изменение конфигурационных регистров No 18-210. Установку «*Разрешение программирования»* можно осуществить с персональной ЭВМ или с передней панели амперметра (уровень LOAD.00). При наличии в 16 регистре «0» доступны для изменения только регистры оперативного управления 1-15, а остальные для чтения.
6. Побитное представление регистра сигнализации 7 (PV – измеряемая величина):



Приложение В.2 MODBUS протокол

В.2.1 Формат каждого байта, который принимается и передается приборами, следующий:

1 start bit, 8 data bits, 1 Stop Bit (No Parity Bit)
LSB (Least Significant bit) младший бит передается первым.

Кадр Modbus сообщения следующий:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA	CRC CHECK
8 BITS	8 BITS	k x 8 BITS	16 BITS

Где k≤16 – количество запрашиваемых регистров. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, то это указывает на ошибочный запрос (код ошибки 2).

В.2.2 Device Address. Адрес устройства

Адрес амперметра (slave-устройства) в сети (1-255), по которому обращается SCADA система (master-устройство) со своим запросом. Когда удаленный прибор посылает свой ответ, он размещает этот же (собственный) адрес в этом поле, чтобы master-устройство знало, какое slave-устройство отвечает на запрос.

B.2.3 Function Code. Функциональный код операции

ИПМ-3 поддерживает следующие функции:

Function Code	Функция
03	Чтение регистра (ов)
06	Запись в один регистр

B.2.4 Data Field. Поле передаваемых данных

Поле данных сообщения, посылаемого SCADA системой удаленному прибору, содержит добавочною информацию, которая необходима slave-устройству для детализации функции. Она включает:

- начальный адрес регистра и количество регистров для функции 03 (чтение)
- адрес регистра и значение этого регистра для функции 06 (запись).

Поле данных сообщения, посылаемого в ответ удаленным прибором, содержит:

- количество байт ответа на функцию 03 и содержимое запрашиваемых регистров
- адрес регистра и значение этого регистра для функции 06.

B.2.5 CRC Check. Поле значения контрольной суммы

Значение этого поля - результат контроля с помощью циклического избыточного кода (Cyclical Redundancy Check - CRC).

После формирования сообщения (**address, function code, data**) передающее устройство рассчитывает CRC код и помещает его в конец сообщения. Приемное устройство рассчитывает CRC код принятого сообщения и сравнивает его с переданным CRC кодом. Если CRC код не совпадает, это означает что имеет место коммуникационная ошибка. Устройство не выполняет действий и не дает ответ в случае обнаружения CRC ошибки.

Последовательность CRC расчетов:

1. Загрузка CRC регистра (16 бит) единицами (FFFFh).
2. Исключающее ИЛИ с первыми 8 бит байта сообщения и содержимым CRC регистра.
3. Сдвиг результата на один бит вправо.
4. Если сдвигаемый бит = 1, исключающее ИЛИ содержимого регистра с A001h значением.
5. Если сдвигаемый бит нуль, повторить шаг 3.
6. Повторять шаги 3, 4 и 5 пока 8 сдвигов не будут иметь место.
7. Исключающее ИЛИ со следующими 8 бит байта сообщения и содержимым CRC регистра.
8. Повторять шаги от 3 до 7 пока все байты сообщения не обработаются.
9. Конечное содержимое регистра и будет значением контрольной суммы.

Когда CRC размещается в конце сообщения, младший байт CRC передается первым.

Приложение B.3 Формат команд

Чтение нескольких регистров. Read Multiple Register (03)

Следующий формат используется для передачи запросов от ПК и ответов от удаленного прибора.

Запрос устройству SENT TO DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 03	DATA		CRC
		STARTING REGISTERS	NUMBER OF REGISTERS	
1 BYTE	1 BYTE	HB LB	HB LB	LB HB

Ответ устройства. RETURNED FROM DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 03	DATA				CRC
		NUMBER OF BYTES	FIRST REGISTER	…	N REGISTER	
1 BYTE	1 BYTE	1 BYTE	HB LB	...	HB LB	LB HB

Где «NUMBER OF REGISTERS» и n ≤16 – количество запрашиваемых регистров. Если в кадре запроса заказано более 16 регистров, амперметр ИПМ-3 в ответе ограничивает их количество до первых 16-ти регистров.

Пример 1:

1. Чтение регистра

Запрос устройству. SENT TO DEVICE: Address 1, Read (03) register #1

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		STARTING REGISTERS	NUMBER OF REGISTERS	
01	03	00 01	00 01	D5 CA

Ответ устройства. RETURNED FROM DEVICE: Register #1 is set to 1000

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	NUMBER OF BYTES	VALUE OF REGISTERS	CRC
01	03	02	03 E8	B8 FA

03E8 Hex = 1000 Dec

2. Запись в регистр (06)

Следующая команда записывает определенное значение в регистр. Write to Single Register (06)

Запрос и Ответ устройства. Sent to/Return from device:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 06	DATA		CRC
		REGISTER	DATA / VALUE	
1 BYTE	1 BYTE	HB LB	HB LB	LB HB

Приложение В.4 Рекомендации по программированию обмена данными с амперметром ИПМ-3

Пример расчета контрольной суммы на языке СИ:

```
unsigned int crc_calculation (unsigned char *buff, unsigned char number_byte)
{
  unsigned int crc;
  unsigned char bit_counter;
  crc = 0xFFFF;                                    // initialize crc
  while ( number_byte>0 )
          {
             crc ^= *buff++ ;                      // crc XOR with data
             bit_counter=0;                 // reset counter
             while ( bit_counter < 8 )
                       {
                         if ( crc & 0x0001 )
                            {
                              crc >>= 1;     // shift to the right 1 position
                              crc ^=  0xA001;       // crc XOR with  0xA001
                            }

                           else
                              {
                                crc >>=1;    // shift to the right 1 position
                              }
             bit_counter++;                 // increase counter
          }
       number_byte--;                        // adjust byte counter
     }
  return (crc);                                    // final result of crc
}
```

Приложение Г - Сводная таблица параметров амперметра ИПМ-3

Таблица Г – Сводная таблица параметров вольтметра ИПМ-3

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Знач. по-умолчанию	Шаг изменения	Раздел	Примечание
AIN1 (AIn1) Настройка параметров первого функционального блока нормализации и масштабирования							
00	Тип аналогового сигнала		0001 – линейный 0002 – квадратический 0003÷0008 – не исп. 0009 – линеаризованная шкала	0001	0001	3.7.1	
01	Нижний предел размаха шкалы	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	000,0	Младший разряд		
02	Верхний предел размаха шкалы	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	100,0	Младший разряд		
03	Положение десятичного разделителя		0000, 000,0 00,00 0,000	000,0			
04	Постоянная времени цифрового фильтра	сек.	От 000,0 до 060,0	000,1	000,1		000,0 – фильтр выкл.
05	Максимальная длительность импульсной помехи	сек.	От 000,0 до 005,0	000,0	000,1		Защита от импульсных помех
06	Количество участков линеаризации		От 0000 до 0019	0000	0001	3.7.2	См. уровни **LNX1** и **LNY1**
07	Уставка MIN технологической сигнализации	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	020,0	Младший разряд	3.7.1	С учетом дециим. разделителя
08	Уставка MAX технологической сигнализации	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	080,0	Младший разряд		
09	Гистерезис сигнализации	техн. ед.	От 000,0 до 090,0	000,5	000,1		
AOT (AOt) Настройка параметров аналогового выхода AO*							
00	Источник аналогового сигнала для управления аналоговым выходом AO		0001 – PV1	0000	0001	3.7.3	
01	Направление выходного сигнала AO		0000 – AO=y 0001 – AO=100%-y	0000			0000 – прямое 0001 – обратное
02	Значение входного сигнала, равное 0% выходного сигнала	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000	Младший разряд		С учетом десятичного разделителя выбранного источника аналогового сигнала.
03	Значение входного сигнала, равное 100% выходного сигнала	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	100,0	Младший разряд		
DOT1 (dot1) Конфигурация выходного устройства DO1*							
00	Логика работы выходного устройства DO1		0001 – больше MAX 0002 – меньше MIN 0003 - в зоне MIN-MAX 0004 - вне зоны MIN-MAX (относительно MIN– MAX соответствующего DO) 0005 – обобщенная сигнализация 0006 – не используется, выход откл	0001	0001	3.7.4	0000 - выход управляется по интерфейсу 0001-0004 - относительно MIN–MAX соответствующего DO; 0005 – DO сработает, если параметр выйдет за рамки технологической сигнализации 0006 – если заказан аналоговый выход, то для его корректной работы необходимо установить "0006"
01	Источник аналогового сигнала для управления дискретным выходом DO1		0000 – PV1	0000	0001		

Продолжение таблицы Г – Сводная таблица параметров вольтметра ИПМ-3

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Знач. по-умолчанию	Шаг изменения	Раздел	Примечание
02	Тип сигнала выходного устройства DO1	сек.	00,00 – статический 00,01 – 99,99 – импульсный (динамический)	00,00	00,01	3.7.4	Где 00,01-99,99 – длительность импульса в секундах.
03	Уставка MIN DO1	техн. ед.	В диапазоне шкалы выбранного типа датчика	020,0	000,1		
04	Уставка MAX DO1	техн. ед.	В диапазоне шкалы выбранного типа датчика	080,0	000,1		
05	Гистерезис выходного устройства DO1	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	001,0	000,1		
ALRM (ALrn) Настройка параметра отображения сигнализации							
00	Параметр отображения сигнализации		0000 – без квитирования 0001 – с квитированием	0000	0001		Квитирование клавишей [▲] или через интерфейс.
LNX1 (Lnu 1) Абсциссы опорных точек линеаризации сигнала, подаваемого на первый функциональный блок нормализации и масштабирования							
00	Абсцисса начального значения (в % от входного сигнала)	%	От 000,0 до 099,9	0000	000,1	3.7.2	
01	Абсцисса 01-го участка	%	От 000,0 до 099,9	0000	000,1		
02	Абсцисса 02-го участка	%	От 000,0 до 099,9	0000	000,1		
	… … … … …						
18	Абсцисса 18-го участка	%	От 000,0 до 099,9	0000	000,1		
19	Абсцисса 19-го участка	%	От 000,0 до 099,9	0000	000,1		
LNY1 (LnY 1) Ординаты опорных точек линеаризации сигнала, подаваемого на первый функциональный блок нормализации и масштабирования							
00	Ордината начального значения (сигнал в технических единицах)	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000	Младший разряд	3.7.2	
01	Ордината 01-го участка	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000			
02	Ордината 02-го участка	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000			
	… … … … …						
18	Ордината 18-го участка	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000			
19	Ордината 19-го участка	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000			
CLI1 (CLi 1) Калибровка сигнала, подаваемого на первый функциональный блок нормализации и масштабирования							
00	Калибровка начального значения сигнала 1-го блока	техн. ед.	От минус 9999 до 9999			5.1	
01	Калибровка конечного значения сигнала 1-го блока	техн. ед.	От минус 9999 до 9999				
COR1 (Cor 1) Коррекция сигнала, подаваемого на первый функциональный блок нормализации и масштабирования							
00	Коррекция сигнала 1-го блока	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000	000,1	3.7.1	Индицирует PV=PV+Δ
01	Коэффициент коррекции (смещение) сигнала 1-го блока	техн. ед.	От минус 9999 до 9999	0000	000,1		Индицирует Δ
CALO (CALo) Калибровка аналогового выхода (АО)							
00	Тест аналогового выхода	%				5.2	
01	Калибровка начального значения аналогового выхода АО	%					
02	Калибровка конечного значения аналогового выхода АО	%					
SYS (SYS) Общие системные настройки							
00	Сетевой адрес (номер вольтметра в сети)		0000 – 0255	0001	0001	В	0000 – отключен от сети

Продолжение таблицы Г – Сводная таблица параметров вольтметра ИПМ-3

Пункт меню	Параметр	Единицы измерения	Диапазон изменения параметра	Знач. по-умолчанию	Шаг изменения	Раздел	Примечание
01	Скорость обмена	бит/с	0000 – 2400 0001 – 4800 0002 – 9600 0003 – 14400 0004 – 19200 0005 – 28800 0006 – 38400 0007 – 57600 0008 – 76800 0009 – 115200 0010 – 230400 0011 – 460800 0012 – 921600	0009	0001	B	
02	Тайм-аут кадра запроса в системных тактах		От 0001 до 0200	0006	0001		1 такт = 250 мкс
03	Код амперметра и версия программного обеспечения			16.39			
04÷13	Данные пункты не используются						
SAVE (SAuE) Сохранение параметров							
00	Служебная информация						
01	Запись параметров в энергонезависимую память		0000 0001 – записать			4.4.3	
LOAD (LoAd) Загрузка параметров							
00	Разрешение программирования по сети ModBus		0000 0001 – разрешено				
01	Загрузка настроек пользователя		0000 0001 – загрузить			4.4.3	
02	Загрузка заводских настроек		0000 0001 – загрузить			4.4.4	

*** В зависимости от заказа один из данных пунктов не используется.**

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)			Всего листов в докумменте	№ документа	Входящий № сопровождающего документа и дата	Подп.	Дата
	Измененных	Замененных	Новых					
1.00				30	ver.16.01		Марикот Д.Я.	18.05.2016
1.01				30	ver.16.39	Приведен в соответствие с новой прошивкой	Марикот Д.Я.	06.06.2016
1.02				29	ver.16.39	Исправлено приложение Б.1	Марикот Д.Я.	13.09.2016
1.03				29	ver.16.39	Исправлены неточности в тексте	Марикот Д.Я.	23.01.2017
1.04				29	ver.16.39	Внесены уточнения в код заказа	Славяк А.А.	15.11.2017