



АМПЕРМЕТР

ІПМ-3

НАСТАНОВА ЩОДО

ЕКСПЛУАТУВАННЯ

ПРМК.421457.070 РЕ

**УКРАЇНА, м. Івано-Франківськ
2024**

Ця настанова щодо експлуатування є офіційною документацією підприємства МІКРОЛ.

Продукція підприємства МІКРОЛ призначена для експлуатації кваліфікованим персоналом, який застосовує відповідні прийоми і лише з метою, описаною в цьому посібнику.

Колектив підприємства МІКРОЛ висловлює велику вдячність тим фахівцям, які докладають великих зусиль для підтримки вітчизняного виробництва на належному рівні., що вони ще зберегли свою силу духу, вміння, здібності та талант.

У разі виникнення питань, пов'язаних із застосуванням обладнання підприємства МІКРОЛ, а також із заявками на придбання звертатись за адресою:

Підприємство МІКРОЛ

✉ УКРАЇНА, 76495, м. Івано-Франківськ, вул. Автолившашівська, 5 Б,
☎ Тел +38 (0342) 502701, 502702, 502703, 502704, 504410, 504411
📠 Факс +38 (0342) 502704, 502705
💻 E-mail: microl@microl.ua support@microl.ua
💻 <http://www.microl.ua>

Copyright© 2001-2019 by MICROL Enterprise. All Rights Reserved.

З М І С Т

Стор.

1 Опис амперметра.....	4
1.1 Призначення амперметра.....	4
1.2 Позначення амперметра при замовленні та комплект постачання.....	4
1.3 Технічні характеристики амперметра	5
1.4 Засоби вимірювання, інструмент та приладдя	7
1.5 Маркування та пакування	7
2 Призначення. Функціональні можливості	8
3 Конструкція амперметра та принцип роботи	8
3.1 Конструкція амперметра	8
3.2 Призначення цифрового дисплея.....	9
3.3 Призначення світлодіодних індикаторів.....	9
3.4 Призначення клавіш.....	9
3.5 Структурна схема амперметра ІПМ-3	9
3.6 Функціональна схема амперметра ІПМ-3	9
3.7 Принцип роботи амперметра ІПМ-3	10
4 Використання за призначенням.....	13
4.1 Експлуатаційні обмеження під час використання амперметра	13
4.2 Підготовка амперметра до використання	13
4.3 Режим РОБОТА.....	13
4.4 Режим КОНФІГУРУВАННЯ	14
5 Калібрування та перевірка приладу.....	16
5.1 Калібрування аналогового входу.....	16
5.2 Калібрування аналогового виходу	17
6 Технічне обслуговування.....	18
6.1 Загальні вказівки.....	18
6.2 Заходи безпеки	18
7 Зберігання та транспортування	18
7.1 Умови зберігання амперметра	18
7.2 Умови транспортування амперметра	18
8 Гарантії виробника	18
Додаток А - Габаритні та приєднувальні розміри ІПМ-3	19
Додаток Б - Підключення амперметра. Схеми зовнішніх з'єднань.....	20
Додаток Б.1 Підключення зовнішніх сигналів до амперметра ІПМ-3.....	20
Додаток Б.2 Рекомендації щодо підключення дискретних сигналів	20
Додаток Б.3. Схема підключення інтерфейсу RS-485.....	21
Додаток В - Комунікаційні функції	22
Додаток В.1 Доступні реєстри амперметра ІПМ-3	22
Додаток В.2 MODBUS протокол.....	23
Додаток В.3 Формат команд	24
Додаток В.4 Рекомендації щодо програмування обміну даними з амперметром ІПМ-3.....	25
Додаток Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3.....	26
Лист реєстрації змін	29

Дана настанова щодо експлуатування призначена для ознайомлення споживачів із призначенням, принципом дії, конструкцією, монтажем, експлуатацією та обслуговуванням **амперметра ІПМ-3**.

УВАГА !

Перед використанням приладу, будь ласка, ознайомтесь із цією настановою щодо експлуатування амперметра ІПМ-3.

Нехтування запобіжними заходами та правилами експлуатації може стати причиною травмування персоналу або пошкодження обладнання!

У зв'язку з постійною роботою з удосконалення виробу, що підвищує його надійність та покращує характеристики, в конструкцію можуть бути внесені незначні зміни, які не відображені у цьому виданні.

1 Опис амперметра

1.1 Призначення амперметра

Прилад ІПМ-3 є новим класом сучасних цифрових амперметрів з дискретним виходом.

Амперметр ІПМ-3 дозволяє забезпечити високу точність виміру технологічного параметра. Відмінною особливістю амперметра ІПМ-3 є наявність трирівневої гальванічної ізоляції між входами, виходами та ланцюгом живлення.

Амперметр призначений як для автономного, так і для комплексного використання в АСУТП в енергетиці, металургії, хімічній, харчовій та інших галузях промисловості та народному господарстві.

Амперметр ІПМ-3 призначений:

• **для вимірювання діючого значення струму електричної мережі як безпосередньо, так і через трансформатор струму**, обробки та відображення його поточного значення на вбудованому чотирирозрядному цифровому дисплеї,

• в залежності від замовлення амперметр формує вихідний дискретний або аналоговий сигнал керування зовнішнім виконавчим механізмом, забезпечуючи відповідно дискретне керування або функцію ретрансмісії відповідно до заданої користувачем логіки роботи,

• амперметр формує сигнали технологічної сигналізації. На передній панелі є амперметри для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (заниження) регульованого або вимірюваного параметра,

• амперметр ІПМ-3 може використовуватися в системах сигналізацій, блокувань та захисту технологічного обладнання.

1.2 Позначення амперметра при замовленні та комплект постачання

1.2.1 Амперметр позначається так:

ІПМ-3-АА-D,

де:

АА— код вхідного аналогового сигналу:

1- Від 0.1 до 1 А,

2- Від 0.25 до 2.5 А,

3- Від 0.5 до 5 А,

4— від зовнішнього трансформатора струму (при замовленні необхідно вказати струм первинної та вторинної обмотки).

D - код вихідного модуля:

0— модуль відсутній,

T— дискретний транзисторний вихід,

P— дискретний релейний вихід,

1- аналоговий сигнал від 0 до 5 мА,

2- аналоговий сигнал від 0 до 20 мА,

3- аналоговий сигнал від 4 до 20 мА,

4— аналоговий сигнал від 0 до 10 В (На окреме замовлення - прилад налаштовується на вихідний сигнал 0-20 мА і на роз'єм впаюється нормуючий резистор 499 Ом).

Увага! При замовленні приладу необхідно вказувати повне позначення, в якому присутні типи аналогового входу, аналогового або дискретних виходів.

Наприклад, замовлений прилад: ІПМ-3-03-3

При цьому виготовлення та постачання споживачеві підлягає:

- 1) амперметр технологічний мікропроцесорний **ІПМ-3**,
- 2) аналоговий вхід AI1, код **03**- Змінний струм від 0.5 до 5 А,
- 3) код **3**- Аналоговий сигнал від 4 до 20 мА.

1.2.2 Комплект постачання амперметра ІПМ-3 наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Комплект постачання амперметра ІПМ-3

Позначення	Найменування	Кількість
ПРМК.421457.070	Амперметр ІПМ-3	1
ПРМК.421457.070 РЕ	Настанова щодо експлуатування	1*
ПРМК.421457.070 ПС	Паспорт	1
ПЗ-02	Комплект кріпильних затискних елементів	1
231-108/026-000	Роз'єм для підключення зовнішніх вхідних та вихідних ланцюгів	1
231-103/026-000	Роз'єм мережевий (220 В)	1
231-131	Важіль монтажний	1

* - 1 екземпляр на будь-яку кількість амперметрів при поставці в одну адресу

1.3 Технічні характеристики амперметра

1.3.1 Аналоговий вхідний сигнал

Таблиця 1.3.1 – Технічні характеристики аналогового вхідного сигналу

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових входів	1
Тип вхідного аналогового сигналу	від 0.1 до 1 А, від 0.25 до 2.5 А, від 0.5 до 5 А, від зовнішнього трансформатора струму
Роздільна здатність АЦП	≤ 0.0015% (16 розрядів)
Межа основної наведеної похибки вимірювання вхідних параметрів	≤ 0.4%
Межа допустимої додаткової похибки, викликаній зміною температури навколишнього середовища	< 0.2% / 10 °C
Період виміру	Не більше 0.1 с
Гальванічна розв'язка аналогового входу	Вхід гальванічно ізолюваний від інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 1500 В

Примітка. Метрологічні характеристики вхідних сигналів нормуються при діапазонах від 10 до 100%.

1.3.2 Аналоговий вихідний сигнал

Таблиця 1.3.2 – Технічні характеристики аналогового уніфікованого вихідного сигналу

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових виходів	1 (за умови замовлення)
Тип вихідного аналогового сигналу	Уніфіковані постійний струм (ДСТУ ІЕС 60381-1) Постійний струм: Від 0 до 5 мА, R _n ≤ 2000 Ом Від 0 до 20 мА, R _n ≤ 500 Ом Від 4 до 20 мА, R _n ≤ 500 Ом Напруга постійного струму: Від 0 до 10 В, R _n ≥ 2 кОм
Роздільна здатність ЦАП	≤ 0.0015% (16 розрядів)
Межа основної наведеної похибки формування вихідного сигналу	≤ 0.2%
Межа допустимої додаткової похибки, викликаній зміною температури навколишнього середовища	< 0.2% / 10 °C
Гальванічна розв'язка аналогового виходу	Вихід гальванічно ізолюваний від інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В

1.3.3 Дискретні вихідні сигнали

1.3.3.1 Транзисторний вихід

Таблиця 1.3.3.1 – Технічні характеристики дискретних вихідних транзисторних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	1 (за умови замовлення)
Тип виходу	Відкритий колектор (NPN транзистора)
Максимальна напруга комутації	≤ 40 В постійного струму
Максимальний струм навантаження кожного виходу	≤ 100 мА
Сигнал логічного "0"	Розімкнений стан транзисторного ключа
Сигнал логічного "1"	Замкнений стан транзисторного ключа.
Вид навантаження	Активна, індуктивна
Гальванічна розв'язка дискретного виходу	Вихід гальванічно ізолюваний від інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В

1.3.3.2 Релейний вихід

Таблиця 1.3.3.2 – Технічні характеристики дискретних вихідних релейних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	1 (за умови замовлення)
Тип виходу	Перемикаючі контакти реле
Максимальна напруга комутації змінного струму (діюче значення)	220 В
Максимальне значення змінного струму	≤ 8 А при резистивному навантаженні ≤ 3 А при індуктивному навантаженні ($\cos\varphi=0,4$)
Максимальна напруга комутації постійного струму	від 5 до 30 В
Максимальне значення постійного струму при комутації резистивним навантаженням	від 10 мА до 5 А
Сигнал логічного "0"	Розімкнений стан контактів реле
Сигнал логічного "1"	Замкнений стан контактів реле
Гальванічна розв'язка дискретного виходу	Вихід гальванічно ізолюваний від інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 1500 В

1.3.4 Послідовний інтерфейс RS-485

Таблиця 1.3.4- Технічні характеристики послідовного інтерфейсу RS-485

Технічна характеристика	Значення
Кількість приймачів	До 32 приймачів на одному сегменті
Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі	До 1200 метрів
Діапазон мережевих адрес	255
Вид кабелю	Вита пара, екранована вита пара
Протокол зв'язку	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
Гальванічна розв'язка	Відсутня

1.3.1 Електричні дані

Таблиця 1.3.5 – Технічні характеристики електроживлення

Технічна характеристика	Значення
Напруга живлення змінного струму	$\sim$ від 100 В до 242 В, 50 Гц
споживана потужність	4 В·А
Захист даних	EEPROM, сегнетоелектрична NVRAM

1.3.2 Корпус. Умови експлуатації

Таблиця 1.3.6 – Умови експлуатації

Технічна характеристика	Значення
Тип корпусу	Корпус для утопленого щитового монтажу
Габаритні розміри (ВхШхГ)	48 мм x 96 мм x 106 мм
Монтажна глибина	135 мм max
Виріз на панелі	45+0,8 x 92+0,8 мм
Кріплення корпусу	В електрощитах
Температурний діапазон	-40 °C ... +70 °C

Продовження таблиці 1.3.6 – Умови експлуатації

Кліматичне виконання	Відповідає виконанню групи В4 згідно з ДСТУ ІЕС 60654-1:2001, але для роботи при температурі від мінус 40 °С до плюс 70 °С.
Атмосферний тиск	від 84 до 106.7 кПа
Вібрація	із частотою до 60 Гц із амплітудою до 0,1 мм
Приміщення	закрите вибухо-, пожегобезпечне
Положення під час монтажу	Будь-яке
Ступінь захисту	IP30
Маса	< 0.25 кг

1.3.3 За стійкістю до механічного впливу амперметр ІПМ-3 відповідає виконанню 5 згідно з ГОСТ 22261.

1.3.4 Середній час напрацювання на відмову з урахуванням технічного обслуговування, регламентованого посібником з експлуатації, - не менше ніж 100 000 годин.

1.3.5 Середній час відновлення працездатності ІПМ-3 – трохи більше 4 годин.

1.3.6 Середній термін експлуатації – не менше 10 років.

1.3.7 Середній термін зберігання – 1 рік в умовах групи В3 згідно з ДСТУ ІЕС 60664-1:2001.

Ізоляція електричних кіл ІПМ-3 щодо корпусу та між собою при температурі навколишнього середовища (20±5)°С та відносної вологості повітря до 80% витримує протягом 1 хвилини дію випробувального напруження синусоїдальної форми частотою (50±1) Гц із чинним значенням 500 В.

1.3.8 Мінімально допустимий електричний опір ізоляції за температури навколишнього середовища (20±5)°С відносної вологості повітря до 80% становить не менше 20 МОм.

1.4 Засоби вимірювання, інструмент та приладдя

Перелік приладдя, необхідного для контролю, регулювання, виконання робіт з технічного обслуговування амперметра, наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Перелік засобів вимірювання, інструменту та приладдя, які необхідні для обслуговування амперметра ІПМ-3

Найменування засобів вимірювання, інструменту та приладдя	Призначення
1 Амперметр універсальний Щ300	Вимірювання вихідного сигналу
2 Диференціальний амперметр В1-8	Задавач сигналу та вимірювання вихідного сигналу
3 Мегаомметр Ф4108	Вимір опору ізоляції
4 Пінцет медичний	Перевірка якості монтажу
5 Викрутка	Розбирання корпусу
6 М'яка бязь	Очищення від пилу та бруду

1.5 Маркування та пакування

1.5.1 Маркування амперметра виконано згідно з СОУ-Н ПРМК-902:2014 на табличці з розмірами, що кріпиться на тильній стороні корпусу приладу.

1.5.2 Пломбування амперметра підприємством-виробником під час випуску з виробництва не передбачено.

1.5.3 Пакування амперметра відповідає вимогам СОУ-Н ПРМК-903:2014.

1.5.4 Амперметр відповідно до комплекту постачання упакований згідно з кресленнями підприємства-виробника.

2 Призначення. Функціональні можливості

Структура амперметра ІПМ-3 у вигляді конфігурації може бути змінена в такий спосіб, що можна вирішити такі завдання автоматизації:

- ✓ Вимірювач-амперметр одного параметра з сигналізацією мінімуму та максимуму
- ✓ Пристрій сигналізації, двопозиційного керування

Внутрішня програмна пам'ять амперметра ІПМ-3 містить велику кількість стандартних функцій необхідних для управління технологічними процесами та вирішення більшості інженерних прикладних завдань, наприклад, таких як:

- порівняння результату перетворення з уставками мінімум і максимум, і сигналізацію відхилень,
- програмне калібрування каналу за зовнішнім еталонним джерелом аналогового сигналу,
- цифрова фільтрація (для ослаблення впливу промислових перешкод),
- шматково-лінійна інтерполяція вхідного сигналу по 20-ти точках,
- масштабування шкали вимірюваного параметра,
- конфігурація логіки роботи вихідного дискретного пристрою,
- ретрансмісія вхідного аналогового параметра на аналоговий вихід пристрою (у разі замовлення опції аналогового виходу АТ) та багато іншого.

Амперметр ІПМ-3 конфігурується за допомогою передньої панелі приладу або через інтерфейс RS-485 (протокол ModBus).

Параметри конфігурації амперметра ІПМ-3 зберігаються в незалежній пам'яті.

3 Конструкція амперметра та принцип роботи

3.1 Конструкція амперметра

На передній панелі амперметра розміщено:

- Цифровий дисплей,
- Індикатори уставок MIN-MAX технологічної сигналізації,
- Індикатор стану дискретного виходу,
- Індикатор роботи інтерфейсу,
- Клавiші програмування.

На задній панелі амперметра розміщені пружинні роз'єм-клеми для зовнішніх з'єднань.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд амперметра ІПМ-3

3.2 Призначення цифрового дисплея

Цифровий дисплей амперметра ІПМ-3 у режимі РОБОТА індикуює значення вимірюваної величини. У режимі КОНФІГУВАННЯ цифровий дисплей відображає рівень конфігурації, потім номер пункту меню, потім, блимаючи, значення параметра вибраного пункту меню.

3.3 Призначення світлодіодних індикаторів

- Індикатор ▲ Світиться, якщо значення вимірюваної величини перевищує значення сигналізації відхилення MAX.
- Індикатор ▼ Світиться, якщо значення вимірюваної величини менше значення сигналізації відхилення MIN.
- Індикатор K1 Світиться, якщо увімкнено дискретний вихід DO.
- Індикатор INT Блимає, якщо відбувається передача даних інтерфейсним каналом зв'язку.

3.4 Призначення клавіш

- Клавіша [▲] Клавіша "Більше". При кожному натисканні цієї клавіші здійснюється збільшення значення параметра, що змінюється. При утриманні цієї клавіші в натиснутому положенні збільшення значення відбувається безперервно.
- Клавіша [▼] Клавіша "Менше". При кожному натисканні цієї клавіші здійснюється зменшення значення параметра, що змінюється. Утримуючи цю клавішу, у натиснутому положенні зменшення значення відбувається безперервно.
- Клавіша [○] Клавіша призначена для виклику меню конфігурації, для підтвердження виконуваних дій або операцій і для фіксації значень, що вводяться. Наприклад, підтвердження входу в режим конфігурації, фіксація введеного значення параметра, що змінюється і т.д.

3.5 Структурна схема амперметра ІПМ-3



Рисунок 3.2 – Структурна схема амперметра ІПМ-3

3.6 Функціональна схема амперметра ІПМ-3

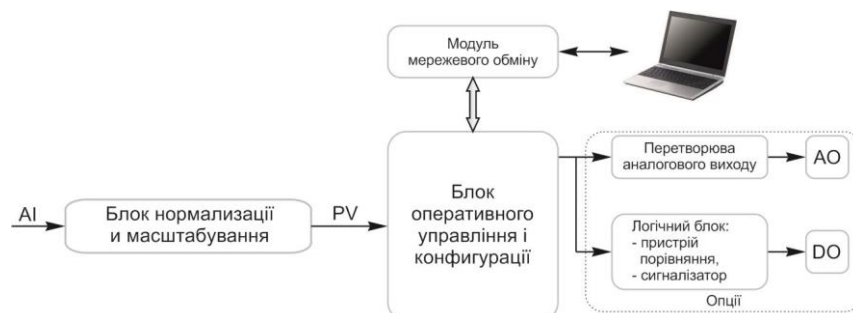


Рисунок 3.3 – Функціональна схема амперметра ІПМ-3

3.7 Принцип роботи амперметра ІПМ-3

3.7.1 Принцип роботи блоку обробки аналогового входу

В амперметрі ІПМ-3 можна підключити один аналоговий вхідний сигнал, який приймається функціональним блоком нормалізації та масштабування.

Аналогові сигнали перетворюються на цифрову форму та обробляються відповідними блоками нормалізації та масштабування. На рисунку 3.4 показано схему обробки аналогового входу.

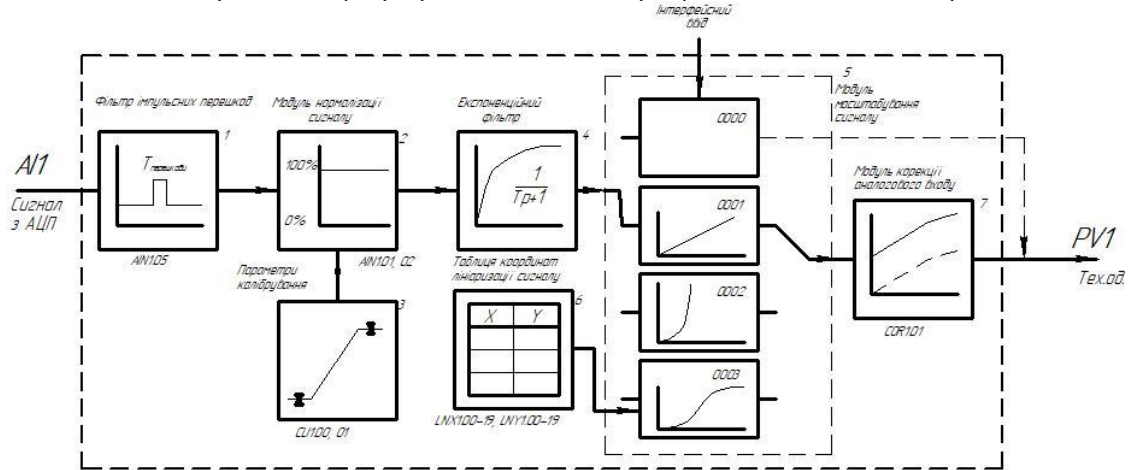


Рисунок 3.4 – Блок-схема обробки аналогового входу

На рисунку прийняті такі позначення:

1. **Фільтр імпульсних перешкод.** Використовується для придушення імпульсних перешкод. Визначається параметром **AIN1.05** "Максимальна тривалість імпульсної перешкоди". Якщо якомусь циклі вимірювання технологічного параметра виявлено його зміна, то передбачається можливість дії перешкоди і вихідний сигнал сформується (з урахуванням усереднення вимірювальних значень) після закінчення встановленого часу тривалості перешкоди. Робота даного фільтра вносить додаткове транспортне запізнення в систему регулювання, яке дорівнює величині параметра "Максимальна тривалість імпульсної перешкоди". Тому завжди потрібно прагнути мінімізувати цей параметр.

2. **Модуль нормалізації сигналу.** Модуль нормалізує аналоговий вхідний сигнал. Важливою функцією модуля є контроль достовірності даних. У разі виходу аналогового сигналу на 10% за діапазон, який встановлюється при калібруванні амперметра, модуль посилає сигнал амперметру про недостовірність даних каналу. При цьому, якщо сигнал нижче діапазону зміни на цифровому дисплеї горить **ERR L**, при перевищенні даного діапазону на цифровому дисплеї світиться **ERR H**. В обох випадках генерується подія "розрив лінії зв'язку з давачом".

3. **Параметри калібрування.** Визначаються параметрами **CLI.00** «Калібрування початкового значення шкали аналогового входу» та **CLI.01** «Калібрування кінцевого значення шкали аналогового входу». Визначають точність каналу та змінюються при заміні давача або переході на інший тип давача. Докладніше про калібрування аналогових входів дивіться в розділі 5 цього посібника.

4. **Експонентний фільтр.** Фільтр використовується для придушення перешкод, а також для придушення «брязкоту» індикації (часті зміни показання амперметра через коливання вхідного параметра). Визначається параметром **AIN1.04** "Постійна часу цифрового фільтра".

5. **Модуль масштабування сигналу.** Модуль лінеаризує та масштабує вхідний сигнал згідно з заданою користувачем номінальної статичної характеристики давача, який підключений до цього входу. Саме в цьому модулі вибирається тип підключеного до каналу давача. Користувач має можливість лінеаризувати сигнал за власною кривою лінеаризації.

6. **Таблиця координат лінеаризації сигналу.** Ця таблиця визначає координати лінеаризації користувача, параметри якої задаються на рівні конфігурації **LNX** і **LNY**.

7. **Модуль корекції аналогового входу.** У цьому модулі сигнал, перетворений попередніх блоках, зміщується на задане користувачем (рівень **COR**) значення. Значення корекції підсумовується вхідним сигналом або віднімається від вхідного сигналу, залежно від знаку коефіцієнта корекції.

Примітка.

При інтерфейсному введенні вимірюваного параметра налаштування модуля нормалізації і фільтрів немає сенсу, оскільки сигнал по інтерфейсу передається відразу модуль масштабування сигналу.

3.7.2 Лінеаризація аналогових входів

Функція лінеаризації виконується функціональним блоком нормалізації та масштабування. Лінеаризація дає можливість реального фізичного уявлення нелінійних вимірюваних параметрів.

** За допомогою лінеаризації можна проводити перетворення вимірюваного значення однієї фізичної величини в іншу.*

При індикації лінеаризованої величини визначальними параметрами є початкове і кінцеве значення шкали (відсоткове відношення до діапазону вимірювання), положення децимального роздільника, а також еквідистантні опорні точки лінеаризації. Крива лінеаризації має «заломлення» в опорних точках.

3.7.2.1 Параметри лінеаризації

Параметри лінеаризації функціонального блоку нормалізації масштабування такі:

Конфігурація функціонального блоку

AIN1.00 = 0009 - Тип шкали - лінеаризована

AIN1.06 - Кількість ділянок лінеаризації

Абсциси опорних точок лінеаризації

LNХ1.00 Абсциса початкового значення (% від вхідного сигналу)

LNХ1.01 Абсциса 01-ї ділянки

LNХ1.02 Абсциса 02-ї ділянки

.....

LNХ1.18 Абсциса 18-ї ділянки

LNХ1.19 Абсциса 19-ї ділянки

Ординати опорних точок лінеаризації

LNУ1.00 Ордината початкового значення (сигнал у тех. од. від -9999 до 9999)

LNУ1.01 Ордината 01-ї ділянки

LNУ1.02 Ордината 02-ї ділянки

.....

LNУ1.18 Ордината 18-ї ділянки

LNУ1.19 Ордината 19-ї ділянки

3.7.2.2 Визначення опорних точок лінеаризації

3.7.2.2.1 Визначення кількості ділянок лінеаризації

Після визначення необхідної кількості ділянок лінеаризації необхідно задати його параметри AIN1.06.

Вибір необхідної кількості ділянок лінеаризації здійснюється з міркування забезпечення необхідної точності вимірювання.

3.7.2.2.2 Визначення значень опорних точок лінеаризації

Для кожного значення вхідного сигналу Y_i (у технічних одиницях від мінус 9999 до 9999) обчислити відповідну фізичну величину з відповідних функціональних (градувальних) таблиць. Це можна зробити також графічно з відповідної кривої (при необхідності інтерполювати) і встановити значення для відповідної опорної величини вхідного фізичного сигналу X_i (в %, від 00,00% до 99,99%).

3.7.2.3 Приклади лінеаризації сигналів

Приклад 1. Лінеаризація сигналу, що подається на функціональний блок нормалізації та масштабування, представлена графічно (кривою)

Параметри, що конфігуруються:

AIN1.00 = 0002

AIN1.06 = 0003

LNХ1.00 = 00.00

LNХ1.01 = 20.00

LNХ1.02 = 60.00

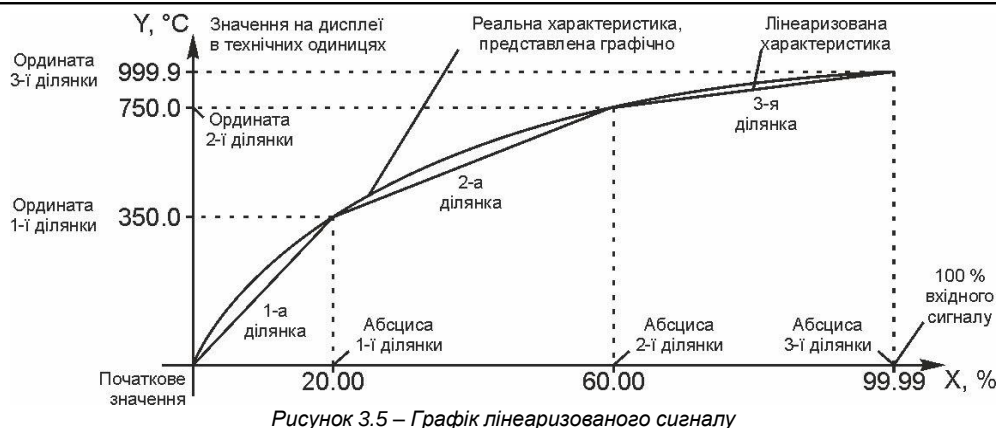
LNХ1.03 = 99.99

LNУ1.00 = 000.0

LNУ1.01 = 350.0

LNУ1.02 = 750.0

LNУ1.03 = 999.9



3.7.3 Принцип формування аналогового виходу

Амперметр ІПМ-3 має один аналоговий вихід (за умови замовлення), що працює в режимі **ретрансмісії** (Пряма передача з масштабуванням) вхідного сигналу на вихід.

У режимі ретрансмісії вихідний аналоговий сигнал повторює вимірювану величину PV, коли $AIN1.01=AOT.02$ і $AIN.02=AOT.03$.

У режимі масштабування вихідний аналоговий сигнал буде сформовано залежно від параметрів AOT.02 і AOT.03 як зображено на рисунку 3.6.

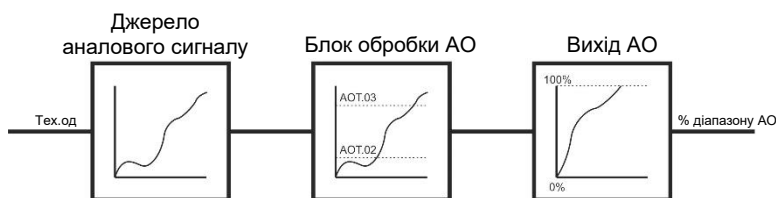


Рисунок 3.6 – Робота блоку аналогового виведення у режимі ретрансмісії

3.7.4 Принцип роботи дискретного виходу

Дискретний вихід DO є вільно-програмованим, тобто може виконувати різну логіку роботи.

Принцип роботи логічного устрою показаний на рисунку 3.7. Для дискретного виходу DO1 задана логіка роботи – у зоні **MIN-MAX**. Тобто, на виході формується логічна одиниця, коли вхідний сигнал знаходиться між уставками MIN і MAX. Значення цих вставок встановлюється в пунктах меню 03 та 04.

Вихідний сигнал логічного пристрою може бути статичним або імпульсним (динамічний) із заданою довжиною імпульсу. При статичному вихідному сигналі логічний пристрій формує логічну одиницю протягом часу, коли параметр входить до зони заданої логіки роботи. При імпульсному вихідному сигналі до вихідного імпульсу задається у пункті меню 02. На рисунку 3.7 імпульсний сигнал зображено сірою заливкою з часом тривалості імпульсу T.

Вихід логічного пристрою (0/1) подається на дискретний вихід, що формує стан реле ВІМК. Також значення виходу логічного пристрою записується в регістр 4 (див. Табл. В.1)

Логічний пристрій 1

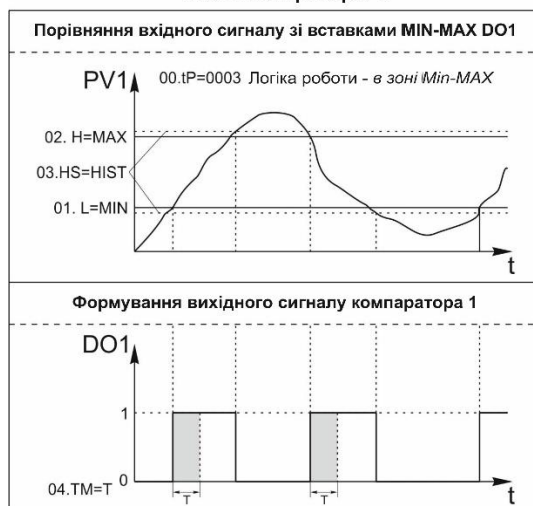


Рисунок 3.7 – Функціональна схема принципу роботи DO як компаратора

4 Використання за призначенням

4.1 Експлуатаційні обмеження під час використання амперметра

4.1.1 Місце встановлення амперметра ІПМ-3 повинно відповідати таким умовам:

- забезпечувати зручні умови для обслуговування та демонтажу;
- температура та відносна вологість навколишнього повітря має відповідати вимогам кліматичного виконання приладу;
- навколишнє середовище не повинно містити струмопровідних домішок, а також домішок, які спричиняють корозію деталей приладу;
- напруженість магнітних полів, викликаних зовнішніми джерелами змінного струму частотою 50 Гц або викликаних зовнішніми джерелами постійного струму, не повинна перевищувати 400 А/м;
- параметри захисту від дії вібрації повинні відповідати класу V.6.H згідно ДСТУ ІЕС 60654-3:2001

4.1.2 Під час експлуатації амперметра необхідно виключити:

- Попадання струмопровідного пилу або рідини всередину приладу;
- Наявність сторонніх предметів поблизу приладу, що погіршують його природне охолодження.

4.1.3 Під час експлуатації необхідно стежити за тим, щоб під'єднані до приладу дроти не переламувалися у місцях контакту з клемми та не мали пошкоджень ізоляції.

4.2 Підготовка амперметра до використання

4.2.1 Звільніть амперметр від пакування.

4.2.2 Перед початком монтажу приладу необхідно здійснити зовнішній огляд. При цьому звернути особливу увагу на чистоту поверхні, маркування та відсутність механічних ушкоджень.



4.2.3 Нехтування запобіжними заходами та правилами експлуатування може стати причиною травмування персоналу або пошкодження обладнання!

4.2.4 Для забезпечення безпечного використання обладнання обов'язково виконуйте вказівки цього розділу!

4.2.5 Кабельні зв'язки, що з'єднують амперметр ІПМ-3, підключаються через клеми з'єднувальних роз'ємів відповідно до вимог чинних правил електроустановок.

4.2.6 Підключення входів-виходів до амперметра ІПМ-3 здійснюють відповідно до схем зовнішніх з'єднань, наведених у додатку Б.

4.2.7 При підключенні ліній зв'язку до входних та вихідних клем вживайте заходів щодо зменшення впливу наведених шумів: використовуйте входні та (або) вихідні шумоподавлюючі фільтри для ампер

(в т.ч. мережеві), шумоподавлюючі фільтри для периферійних пристроїв, використовуйте внутрішні цифрові фільтри аналогових входів амперметра ІПМ-3.

4.2.8 Не дозволяється об'єднувати в одному кабелі (джгуті) ланцюги, якими передаються аналогові, інтерфейсні сигнали та сильноточні сигнальні або сильноточні силові ланцюги. Щоб зменшити наведений шум, відокремте лінії високої напруги або лінії, що проводять значні струми, від інших ліній, а також уникайте паралельного або загального підключення з лініями живлення при підключенні до виходів.

4.2.9 Необхідність екранування кабелів, за якими передається інформація, залежить від довжини кабельних зв'язків та від рівня перешкод у зоні прокладання кабелю. Рекомендується використовувати ізолюючі трубки, канали, лотки або екрановані лінії.

4.2.10 Для забезпечення стабільної роботи обладнання коливання напруги та частоти електромережі живлення повинні знаходитися в межах технічних вимог, зазначених у розділі 1.3, а для кожного складового компонента системи – відповідно до їх посібників з експлуатації. При необхідності для безперервних технологічних процесів повинен бути передбачений захист від відключення (або виходу з ладу) системи подачі електроживлення – встановленням джерел безперебійного живлення.

4.3 Режим РОБОТА

Прилад переходить у цей режим щоразу, коли вмикається живлення. З цього режиму можна перейти в режим **КОНФІГУРУВАННЯ**.

В процесі роботи можна здійснювати моніторинг, тобто. візуально відслідковувати величину всіх каналів (поточні значення). Крім того, можна відстежувати на світлодіодних амперметрах сигнали технологічної сигналізації при перевищенні верхньої або нижньої межі відхилення. Також за допомогою світлодіодних амперметрів можна спостерігати за станом дискретних виходів.

4.4 Режим КОНФІГУРУВАННЯ

За допомогою режиму "Конфігурування" вводять параметри вхідних сигналів, параметри сигналізації відхилень, параметри типу управління, параметри обміну мережі, параметри виходів і системні параметри.

Параметри розділені на групи, кожна з яких називається "рівень". Кожне задане значення (елемент налаштування) у цих рівнях називається "параметром". Параметри, що використовуються в амперметрі ІПМ-3, згруповані в одинадцять рівнів та представлені на діаграмі (рисунок 4.1). Призначення рівнів конфігурації зазначено у таблиці 4.1.

Перехід у режим конфігурації та налаштувань здійснюється з режиму РОБОТА тривалим, більше 3 секунд, натисканням клавіші [O].

Після цього на цифровий дисплей виводиться меню введення пароля як миготливих цифр: «0000».

За допомогою клавіш програмування [▲], [▼] на дисплеї ввести пароль "0002" і коротко натиснути клавішу [O].

УВАГА!

Якщо пароль введено не правильно - амперметр перейде в режим РОБОТА.

Якщо пароль введено правильно - амперметр перейде в режим КОНФІГУРАЦІЇ.

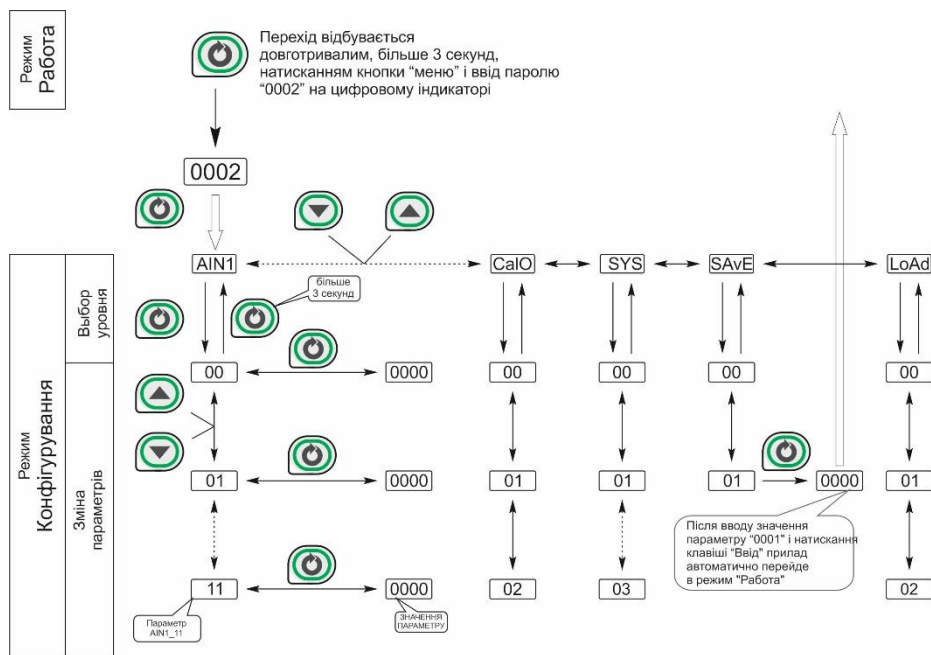


Рисунок 4.1 - Діаграма рівнів конфігурації та налаштувань

4.4.1 Конфігурування приладу

Після переходу в режим конфігурації на цифровому дисплеї з'явиться назва конфігурації: AI...LOAD. Вибрати відповідний рівень клавішами «Знач. ▲» та «Знач. ▼».

Після вибору потрібного рівня потрібно коротко натиснути клавішу підтвердження [O]. Після цього на дисплеї з'явиться номер та назва параметра.

Вибравши необхідний параметр клавішами [▲], [▼], для зміни значення параметра необхідно знову натиснути клавішу [O].

На дисплеї в миготливому режимі встановлюється значення параметра вибраного пункту меню: наприклад, "0001".

За допомогою клавіш [▲], [▼], за необхідності, змінити значення вибраного параметра, короткочасно натиснути клавішу [O] – пристрій знову перейде в режим вибору параметра.

За допомогою клавіш програмування [▲], [▼] встановити наступний необхідний зміни пункт меню, і т.д. доки всі необхідні параметри на цьому рівні конфігурації не будуть змінені.

Для того, щоб повернутися до вибору рівня конфігурації, необхідно натиснути та утримувати протягом 2 секунд клавішу [O].

Далі вибрати наступний рівень конфігурації, який потрібно змінити, і повторити викладені вище операції. І так доти, доки не будуть змінені всі необхідні параметри.

Викликати рівень SAVE «SAVE» та зберегти всі зміни в енергонезалежній пам'яті. При збереженні параметрів енергонезалежної пам'яті вихід з режиму конфігурації здійснюється автоматично.

Якщо змінені параметри не потрібно зберігати в незалежній пам'яті (параметри зберігаються в оперативній пам'яті), вихід з режиму конфігурації здійснюється тривалим, більше 3-х секунд, натисканням клавіші [O] або після закінчення часу 2-х хвилин.

4.4.2 Призначення рівнів конфігурації

Таблиця 4.1 - Призначення та індикація рівнів конфігурації

Призначення рівня	Назва	Індикація
Налаштування параметрів аналогового входу	AIN1	A i n 1
Налаштування параметрів аналогового виходу	AOT	A o t
Налаштування параметрів дискретного виходу	DO1	d o t 1
Налаштування параметрів сигналізації	ALRM	A L r m
Абсциси опорних точок лінеаризації аналогового входу	LNx1	L n x 1
Ординати опорних точок лінеаризації аналогового входу	LNy1	L n y 1
Калібрування аналогового входу	CLI1	C L i 1
Корекція аналогового входу	COR1	C o r 1
Калібрування аналогового виходу АО	CALO	C A L o
Загальні налаштування системи	SYS	S Y S
Збереження параметрів	SAVE	S A v e
Завантаження параметрів	LOAD	L o A d

Надалі за текстом керівництва йде посилання параметр у вигляді XXXX.YY (наприклад(ALRM.00), де XXXX – назва РІВНЯ, а YY – номер пункту меню (див. дод. Г).

4.4.3 Роздільна здатність конфігурування амперметра по мережі ModBus. Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті. Завантаження параметрів із енергонезалежної пам'яті

Конфігурування амперметра здійснюється як з передньої панелі амперметра, так і за протоколом ModBus (RTU) (у разі замовлення опції інтерфейсу). Через інтерфейс конфігурування здійснюється за допомогою програмного додатку МІК-конфігуратор (поширюється безкоштовно).

Щоб уникнути несанкціонованої зміни параметрів конфігурації через інтерфейс існує *рівень захисту* доступу до регістрів конфігурації. Заборонити або дозволити доступ до цих регістрів можна з верхнього рівня, а також у режимі конфігурації амперметра.

4.4.3.1 Дозвіл конфігурування через мережу ModBus

Дозволи конфігурування по мережі ModBus дозволяється на верхньому рівні записом в регістр значення 16 «1». Якщо цей регістр знаходиться «0», то конфігурування на верхньому рівні заборонено.

З передньої панелі амперметра роздільна здатність програмування здійснюється на рівні конфігурації LOAD під час вибору параметра LOAD.00=0001.

Необхідно пам'ятати, що після завантаження конфігурації по мережі, необхідно зробити запис параметрів енергонезалежної пам'яті.

4.4.3.2 Запис параметрів енергонезалежної пам'яті

Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті здійснюється наступним чином:

- 1) зробити модифікацію всіх необхідних параметрів.
- 2) встановити значення параметра SAVE.01=0001.
- 3) натиснути клавішу [O].
- 4) на дисплеї ПАРАМЕТРІ з'являться символи "Su u", вказуючи про те, що відбувається операція запису в енергонезалежну пам'ять.
- 5) після зазначених операцій буде здійснено запис усіх модифікованих параметрів в енергонезалежну пам'ять. Після запису параметрів прилад перейде в режим РОБОТА. Після запису параметр SAVE.01 автоматично встановлюється 0000.

4.4.3.3 Завантаження параметрів з енергонезалежної пам'яті

Для завантаження параметрів налаштувань користувача необхідно:

- 1) встановити значення параметра LOAD.01=0001,
- 2) натиснути клавішу [O],
- 3) на дисплеї ПАРАМЕТР з'являться символи "Ld u", вказуючи про те, що відбувається операція завантаження налаштувань користувача.
- 4) після зазначених операцій будуть завантажені всі налаштування користувача. Після завантаження параметр LOAD.01 автоматично встановлюється у 0000.

4.4.4 Завантаження заводських налаштувань амперметра

Для завантаження параметрів налаштування підприємства виробника (установка заводських значень за замовчуванням) необхідно:

- 1) встановити значення параметра LOAD.02=0001,
- 2) натиснути клавішу [○],
- 3) на дисплеї ПАРАМЕТР з'являться символи "Ld F", вказуючи на те, що відбувається операція завантаження заводських налаштувань.
- 4) після зазначених операцій будуть завантажені всі заводські налаштування. Після завантаження параметр LOAD.02 автоматично встановлюється у 0000.

Необхідно пам'ятати:

- 1) що після завантаження налаштувань за потреби необхідно зробити запис параметрів в енергонезалежну пам'ять (див. розділ 4.7.6), інакше завантажена інформація не буде збережена при відключенні живлення амперметра;
- 2) після завантаження заводських налаштувань, налаштування користувача будуть втрачені;
- 3) якщо запис у пам'ять не проводився, то після вимкнення живлення, у пам'яті залишаться старі налаштування.
- 4) заводські налаштування користувач змінити не може.

5 Калібрування та перевірка приладу

Калібрування приладу здійснюється:

- На заводі-виробнику під час випуску приладу,
- Користувачем при підготовці до перевірки (калібрування).

5.1 Калібрування аналогового входу

Калібрування амперметра проводиться після підготовки – встановлення відповідних резисторів на модулі входу (табл. 5.1) та конфігурації параметрів аналогових входів (див. додаток Г).

У режимі конфігурації встановіть такі параметри:

- тип аналогового вхідного сигналу (пункт меню **AIN1.00**),
- нижня межа розмаху шкали (пункти меню **AIN1.01**),
- верхня межа розмаху шкали (пункти меню **AIN1.02**).

1) Підключіть до аналогового входу AI амперметра ІПМ-3 зразкове джерело постійного струму згідно зі схемою, представленою на рис. Б.1.

2) Режим калібрування початкового значення шкали виміру

Встановіть на екрані пункт **[CLI]** "Калібрування аналогового входу AI1", натисніть [○] та встановіть **[00]** "Встановлення початкового значення аналогового входу AI1". Встановіть за допомогою калібратора величину сигналу, що відповідає 10% діапазону. Натисніть [○].

Можливі два варіанти калібрування:

- ручне калібрування - натискаючи клавіші [▲] або [▼], встановіть на дисплеї значення в технічних одиницях, що відповідає 10% діапазону. Натисніть [○];
- автоматичне калібрування – натисніть одночасно [▲] та [▼]. При цьому повинні одночасно блимати амперметри сигналізації ▲ і ▼. Повторно натисніть клавіші [▲] та [▼]. На дисплеї має зафіксуватись значення, що відповідає 10% діапазону.

3) Режим калібрування кінцевого значення шкали вимірювання

Встановіть **[01]** "Встановлення кінцевого значення аналогового входу AI1 (канал 1)". Встановіть за допомогою калібратора величину сигналу, що відповідає 100% діапазону. Натисніть [○].

Проведіть калібрування аналогічно до пункту 2.

4) Для більш точного калібрування каналу повторіть операції 1 – 3 кілька разів.

Необхідно пам'ятати, що після калібрування необхідно зробити запис параметрів в енергонезалежну пам'ять (в меню конфігурації встановити **[SAVE.01] = 0001**), в іншому випадку введена інформація не буде збережена при відключенні живлення амперметра.

ЗАУВАЖЕННЯ З ОПЕРАЦІЙ КАЛІБРУВАННЯ

У процесі ручного калібрування не потрібно точної рівності сигналів 0% та 100% діапазону. Наприклад, можна проводити калібрування для сигналів 2% та 98% діапазону. Важливо лише те, щоб по цифровому амперметру встановити значення максимально близьке до встановленого значення вхідного сигналу.

Для підвищення точності вимірювання вхідних аналогових сигналів допускається калібрування проводити для всього ланцюга перетворення сигналу з урахуванням вторинних перетворювачів сигналів.

Наприклад, для вхідного кола: давач – перетворювач – амперметр ІПМ-3 джерело зразкового сигналу підключається замість давача, а операція калібрування вхідного сигналу проводиться на амперметрі ІПМ-3. Але в цьому випадку необхідно пам'ятати, що можливе лише ручне калібрування!

Таблиця 5.1 - Положення переминок для встановлення діапазону зміни вхідного сигналу

Вхідний сигнал	Положення перемички ХТ1
Від 0.1 А до 1 А	5-6
Від 0.25 до 2.5 А	3-4
Від 0.5 А до 5 А	1-2

5.2 Калібрування аналогового виходу

Калібрування аналогового виходу проводиться після підготовки - встановлення відповідних переминок на модулі виходу (див. рис. 5.1 та табл. 5.2).

Рівень калібрування аналогового виходу має три параметри. Параметр **CALO.00** використовується для індикації аналогового виходу %. Змінюючи значення цього параметра можна провести перевірку виходу.

Пункти **CALO.01** та **CALO.02** використовуються для калібрування початкового та кінцевого значення аналогового виходу. Порядок калібрування наступний:

- 1) Підключіть до аналогового виходу АО амперметра еталонний вимірювальний прилад – міліамперметр постійного струму.
- 2) У режимі конфігурації встановіть параметр CALO.01 "Калібрування початкового значення аналогового виходу АО".
- 3) Натискаючи клавіші [▲] або [▼] встановіть величину вихідного сигналу по міліамперметру рівну 0 мА (або 4 мА), що відповідає 0% діапазону, залежно від виконання каналу.
- 4) Натисніть [○].
- 5) Встановити параметр CALO.02 "Калібрування кінцевого значення аналогового виходу АО"
- 6) Натискаючи клавіші [▲] або [▼] встановіть величину вихідного сигналу по міліамперметру рівну 5 мА (або 20 мА), що відповідає 100% діапазону, залежно від виконання каналу.
- 7) Натиснути [○].
- 8) Для більш точного калібрування каналу циклічно повторіть операцію кілька разів.

Необхідно пам'ятати, що після калібрування необхідно зробити запис параметрів в енергонезалежну пам'ять, в іншому випадку введена інформація не буде збережена при відключенні живлення амперметра.

Таблиця 5.2 - Типи давачів, положення переминок і межі калібрування, що рекомендуються, для різних типів вхідних сигналів

Тип виходу	Положення перемички JP1 на платі аналогового виходу	Граничні значення, що індикуються при калібруванні приладу	Граничні значення вхідного сигналу під час калібрування приладу	
			Початкове значення	Кінцеве значення
0-5 мА	[2-3]	0.0...100.0% або у встановлених технічних одиницях	0 мА	5 мА
0-20 мА	[1-2]		0 мА	20 мА
4-20 мА	[1-2]		4 мА	20 мА

Плата аналогового виводу

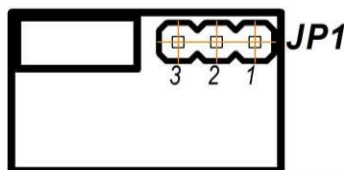


Рисунок 5.1 – Положення переминок на модулі аналогового виходу

6 Технічне обслуговування

6.1 Загальні вказівки

Технічне обслуговування полягає у проведенні робіт з контролю технічного стану та подальшого усунення недоліків, виявлених у процесі контролю; профілактичного обслуговування, що виконується з встановленою періодичністю, тривалістю та у визначеному порядку; усунення відмов, виконання яких можливе силами персоналу, який виконує технічне обслуговування.

6.2 Заходи безпеки



Нехтування запобіжними заходами та правилами експлуатації може стати причиною травмування персоналу або пошкодження обладнання!
Для забезпечення безпечного використання обладнання обов'язково виконуйте вказівки цього розділу!

6.2.1 Видом небезпеки під час роботи з ІПМ-3 є вражаюча дія електричного струму. Джерелом небезпеки є струмопровідні частини, що знаходяться під напругою.

6.2.2 До експлуатації амперметра допускаються особи, які мають дозвіл на роботу в електроустановках напругою до 1000 В і вивчили настанову з експлуатації в повному обсязі.

6.2.3 Експлуатація амперметра дозволяється за наявності інструкції з техніки безпеки, затвердженої підприємством-споживачем у встановленому порядку та враховує специфіку застосування амперметра на конкретному об'єкті. При монтажі, налагодженні та експлуатації необхідно керуватись ДНАОП 0.00-1.21 розділ 2, 4.

6.2.4 Усі монтажні та профілактичні роботи повинні проводитись при вимкненому електроживленні.

6.2.5 При розбиранні амперметра для усунення несправностей прилад повинен бути вимкнений від мережі електроживлення.

7 Зберігання та транспортування

7.1 Умови зберігання амперметра

7.1.1 Термін зберігання у споживчій тарі – не більше 1 року.

7.1.2 Амперметр повинен зберігатися в сухому та вентилятованому приміщенні при температурі навколишнього повітря від мінус 40 °С до плюс 70 °С та відносної вологості від 30 до 80 % (без конденсації вологи). Ці вимоги є рекомендованими.

7.1.3 Повітря в приміщенні не повинне містити пилу та домішки агресивних парів та газів, що викликають корозію (зокрема: газів, що містять сірчисті сполуки або аміак).

7.1.4 У процесі зберігання або експлуатації не кладіть важкі предмети на прилад і не піддавайте його жодному механічному впливу, оскільки пристрій може деформуватися та пошкодитися.

7.2 Умови транспортування амперметра

7.2.1 Транспортування амперметра в упаковці підприємства-виробника здійснюється всіма видами транспорту у критих транспортних засобах. Транспортування літаками повинно виконуватися тільки в герметизованих відсіках, що опалюються.

7.2.2 Амперметр повинен транспортуватися в кліматичних умовах, які відповідають умовам зберігання 5 згідно з ДСТУ ІЕС 60654-1:2001, але при тиску не нижче 35,6 кПа та температурі не нижче мінус 40°C або в умовах 3 при морських перевезеннях.

7.2.3 Під час вантажно-розвантажувальних робіт та транспортування запакований прилад не повинен зазнавати різких ударів та впливу атмосферних опадів. Спосіб розміщення на транспортному засобі повинен унеможлилювати переміщення амперметра.

7.2.4 Перед розпакуванням після транспортування при мінусовій температурі індикатор необхідно витримати протягом 3 годин в нормальних умовах зберігання.

8 Гарантії виробника

8.1 Виробник гарантує відповідність амперметра технічним умовам СОУ ПРМК-407:2015. У разі недотримання споживачем вимог умов транспортування, зберігання, монтажу, налагодження та експлуатації, зазначених у цьому посібнику, споживач позбавляється права на гарантію.

8.2 Гарантійний термін експлуатації – 5 років від дня відвантаження амперметра. Гарантійний термін експлуатації амперметрів, що поставляються на експорт – 18 місяців з дня їх проходження через державний кордон України.

8.3 За домовленістю із споживачем підприємство-виробник здійснює післягарантійне технічне обслуговування, технічну підтримку та технічні консультації з усіх видів своєї продукції

Додатки

Додаток А - Габаритні та приєднувальні розміри ІПМ-3

Розміри цифрового індикатора:



ПАРАМЕТР

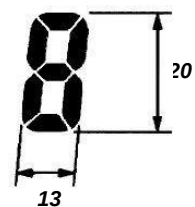
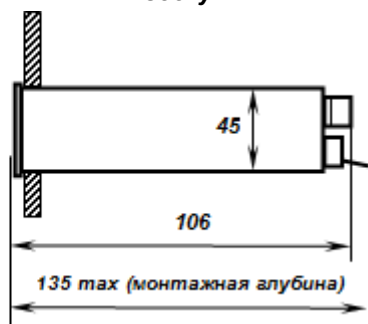


Рисунок А.1 – Зовнішній вигляд амперметра ІПМ-3

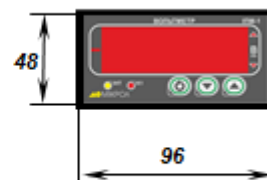
Вид
позаду



Вид
збоку



Вид
попереду



Рекомендована товщина щита від 1 до 5 мм.

Рисунок А.2 - Габаритні розміри

Розмітка отворів на щиті

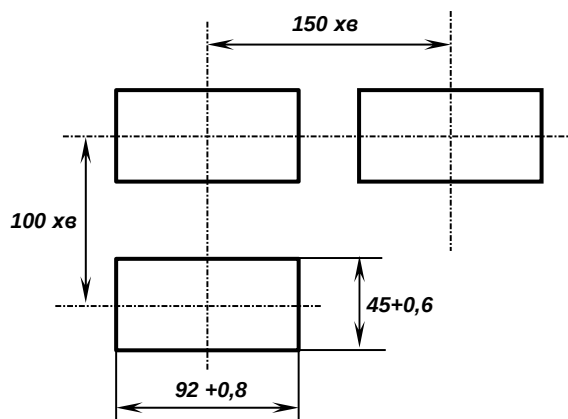


Рисунок А.3 - Розмітка отворів на щиті

Додаток Б - Підключення амперметра. Схеми зовнішніх з'єднань

Додаток Б.1 Підключення зовнішніх сигналів до амперметра ІПМ-3

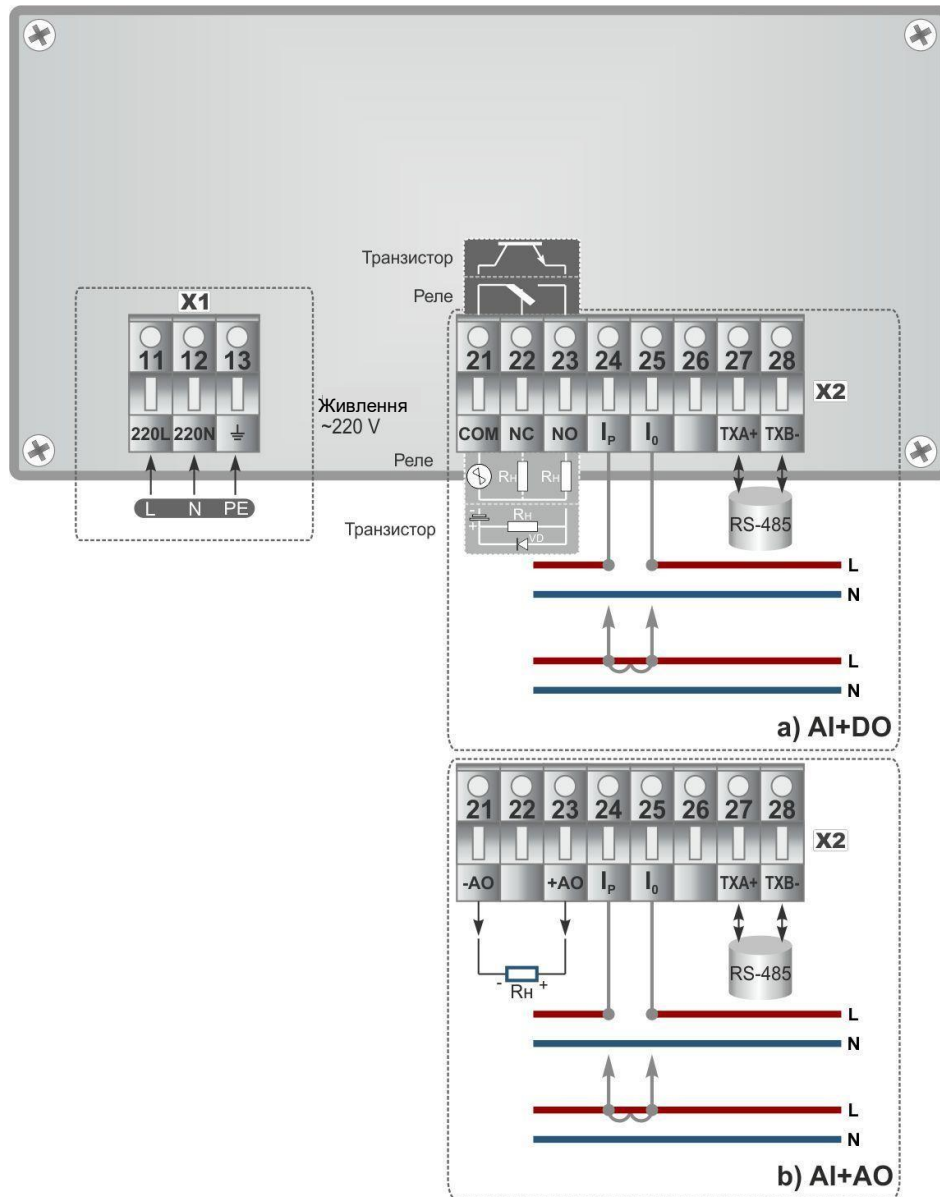


Рисунок Б.1 - Підключення зовнішніх ланцюгів до амперметра ІПМ-3:
 а) підключення за умови замовлення опції дискретного виходу;
 б) підключення за умови замовлення опції аналогового виходу.

Додаток Б.2 Рекомендації щодо підключення дискретних сигналів

Додаток Б.2.1 Рекомендації щодо підключення індуктивного навантаження для механічного реле

У ланцюгах змінного струму для підключення індуктивних навантажень до дискретного релейного вихідного сигналу рекомендується використовувати RC-демпфуючий ланцюжок.

Приклад такої схеми зображено на рисунку Б.2.

Рекомендується для ланцюгів змінного струму напругою 220 В замість RC-ланцюжка використовувати варистор СН2-1 на напругу 420 В. Застосування варистора дозволяє запобігти не тільки індуктивним наведенням, але й погасити великі сплески сигналу, що виникають у силових ланцюгах живлення від іншого обладнання.



де, R1 – резистор МЛТ-1-39 Ом-5%;
C1 – конденсатор К73-17-630В-0,1-0,5 мкФ-10%;
Rn – індуктивне навантаження

Рисунок Б.2 – Схема підключення індуктивного навантаження до механічного реле

Додаток Б.2.2 Рекомендації щодо підключення транзисторних виходів

При підключенні індуктивних навантажень (реле, пускачі, контактори, соленоїди тощо) до дискретних транзисторних виходів регулятора, щоб уникнути виходу з ладу вихідного транзистора через великий струм самоіндукції, паралельно навантаженню (обмотці реле) необхідно встановлювати блоки D див. рисунок Б.1. Зовнішній діод встановлювати на кожному каналі, до якого підключено індуктивне навантаження.

Тип встановлюваного діода КД209, КД258, 1N4004 ... 1N4007 або аналогічний, розрахований на зворотну напругу 100, прямий струм 0.5 А.

Додаток Б.3. Схема підключення інтерфейсу RS-485

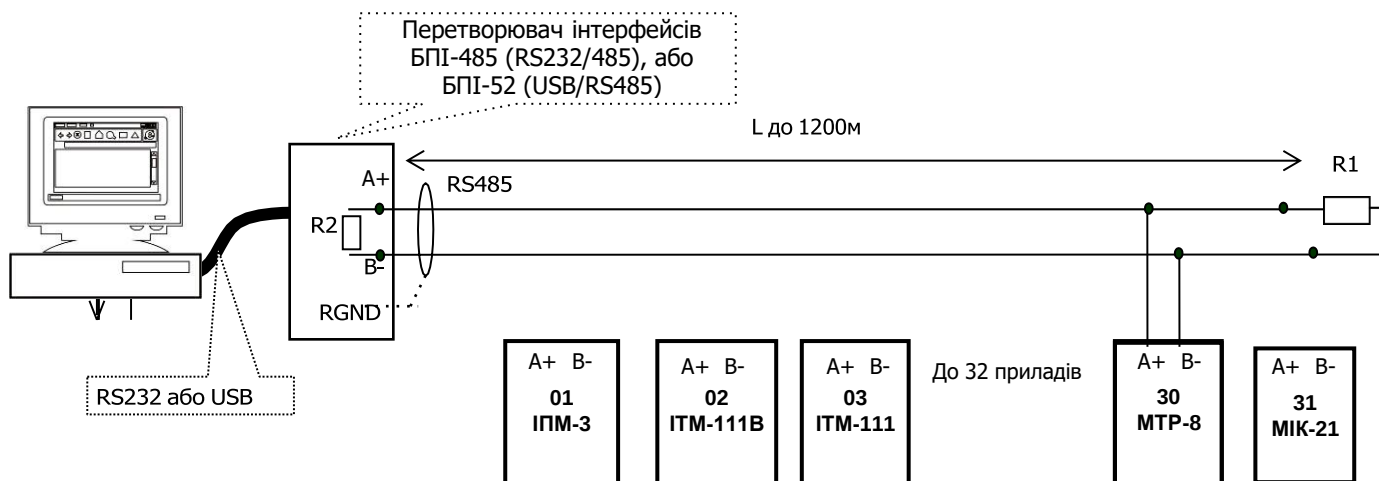


Рисунок Б.5 - Організація інтерфейсного зв'язку між комп'ютером та амперметрами чи контролерами

1. До комп'ютера може бути підключено до 32 пристроїв, включаючи перетворювач інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52).

2. Загальна довжина кабельної лінії зв'язку має перевищувати 1200м. Залежність максимальної довжини зв'язку.

3. Як кабельну лінію зв'язку переважно використовувати екрановану виту пару.

4. Довжина відгалужень L_0 повинна бути якнайменшою.

5. До інтерфейсних входів приладів, розташованих у крайніх точках сполучної лінії необхідно підключити два термінальні резистори опором 120 Ом (R1 і R2). Підключення резисторів до амперметрів або контролерів №№ 01 – 30 не потрібне. Підключення термінальних резисторів у блоці перетворення інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52) дивиться у РЕ на БПІ-485 (БПІ-52).

Підключення термінального резистора в амперметрі ІПМ-3 здійснюється за допомогою перемички JP3 (див. рис. 5.1, стор. 19), розміщеної на платі процесора всередині амперметра. Замкнений стан JP3 відповідає підключеному термінальному резистору.

Примітки щодо використання інтерфейсу RS-485.

1. Усі відгалужувачі приймачів, приєднані до однієї загальної передавальної лінії, повинні узгоджуватися лише у двох *крайніх* точках. Довжина відгалужень має бути якнайменшою.

2. Необхідність екранування кабелів, за якими передається інформація, залежить від довжини кабельних зв'язків та від рівня перешкод у зоні прокладання кабелю.

3. Застосування екранованої кручений пари в промислових умовах є кращим, оскільки це забезпечує отримання високого співвідношення сигнал/шум і захист від синфазної перешкоди.

Додаток В - Комунікаційні функції

Мікропроцесорний амперметр ІПМ-3 може забезпечити виконання комунікаційної функції за інтерфейсом RS-485, що дозволяє контролювати та модифікувати його параметри за допомогою зовнішнього пристрою (комп'ютера, мікропроцесорної системи керування).

Інтерфейс призначений для конфігурування приладу для використання як віддаленого приладу при роботі в сучасних мережах управління та збору інформації (прийому-передачі команд та даних), SCADA системах тощо.

Протоколом зв'язку за інтерфейсом RS-485 є протокол Modbus режиму RTU (Remote Terminal Unit).

Для роботи необхідно встановити швидкість обміну даними між амперметром та ПК, що встановлюється на рівні **SYS** параметрі 03.br:

[SYS_03.br]	Швидкість, біт/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 обміні інтерфейсним каналом зв'язку, якщо відбувається передача даних від амперметра в мережу, на передній панелі ІТМ блимає амперметр **ІНТ**.

Доступні регістри амперметра ІПМ-3 наведені у таблиці В.1.

Доступ до регістрів програмування та конфігурації дозволяється у разі запису в регістр роздільної здатності програмування №16 значення "1", значення якого можна змінити як з передньої панелі амперметра ІПМ-3, так і з ПК.

Додаток В.1 Доступні регістри амперметра ІПМ-3

Таблиця В.1 – Доступні регістри амперметра ІПМ-3

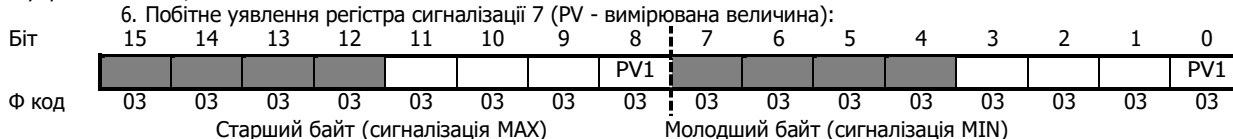
Функціональний код операції	№ Регістра	Формат даних	Пункт меню	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
03	0	INT	SYS.03	Реєстр ідентифікації амперметра: Мол.байт - код (модель) амперметра 91 DEC, Ст.байт - версія прогр. забезпечення 31 DEC	80 27DEC(значення регістру) 1F5B HEX (по-байтно) 3191 DEC (по-байтно)
03/06	1	INT	Передня панель	Значення вимірюваної величини PV1	Від мінус 9999 до 9999
03/06	4	BYTE	Вихід DO	Регістр стану дискретного виходу DO1	0 – вимк., 1 – вкл.
03/06	6	INT	Передня панель	Стан квитування	0 – не квитовано 1 – квитовано
03	7	INT	Передня панель	Стан сигналізації	(див. примітку 6)
03/06	(8.9)	FLOAT	Передня панель	Значення вимірюваної величини PV1 (з плаваючою комою)	Від мінус 9999 до 9999
03/06	16	BYTE	LOAD.00	Дозвіл програмування	0 – заборонено, 1 – дозволено
03/06	18	INT	AIN1.00	Тип аналогового вхідного сигналу AI1	Від 0000 до 0009
03/06	20	INT	AIN1.01	Нижня межа шкали вхідного сигналу AI1	Від мінус 9999 до 9999
03/06	22	INT	AIN1.02	Верхня межа шкали вхідного сигналу AI1	Від мінус 9999 до 9999
03/06	24	INT	AIN1.03	Положення децимального роздільника вхідного сигналу AI1	0 - "xxxx", 1 - "xxx,x", 2 - "xx,xx", 3 - "x,xxx"
03/06	26	INT	AIN1.04	Постійна часу цифрового вхідного фільтра вхідного сигналу AI1	Від 000,0 до 060,0 *

Продовження таблиці В.1 – Доступні регістри амперметра ІПМ-3

03/06	28	INT	AIN1.05	Максимальна тривалість імпульсної перешкоди вхідного сигналу AI1	Від 0000 до 005,0 *
03/06	34	INT	COR1.01	Коефіцієнт корекції (зміщення) вхідного сигналу AI1	Від мінус 9999 до 9999
03/06	48	INT	DOT1.00	Логіка роботи дискретного виходу DO1	Від 0000 до 0006
03/06	52	INT	DOT1.02	Тип сигналу дискретного виходу DO1	00,00* – статичний 00,01 - 99,99 * - імпульсний
03/06	(54.55)	FLOAT	DOT1.03	Уставка MIN дискретного виходу DO1	У діапазоні шкали обраного типу давача
03/06	(58.59)	FLOAT	DOT1.04	Уставка MAX дискретного виходу DO1	У діапазоні шкали обраного типу давача
03/06	(62.63)	FLOAT	DOT1.05	Гістерезис вихідного пристрою DO1, DO2	Від мінус 9999 до 9999
03/06	97	INT	AIN1.06	Кількість ділянок лінеаризації вхідного сигналу AI1	0000-0039 – для 1-го блоку 0000-0019 – для 2-го блоку
03/06	99–118	INT	LNx1.00-19	Абсциси опорних точок лінеаризації вхідного сигналу AI1	Від 00,00 до 99,99 *
03/06	139–158	INT	LNy1.00-19	Ординати опорних точок лінеаризації вхідного сигналу AI1	Від мінус 9999 до 9999
03/06	200	INT	CLI1.00	Значення калібрування початкового значення шкали 1 і 2 блоку	Від мінус 9999 до 9999
03/06	202	INT	CLI1.01	Значення калібрування кінцевого значення шкали 1 і 2 блоку	Від мінус 9999 до 9999
03/06	204	INT	CALO.01	Значення калібрування MIN аналогового виходу AT	Від мінус 9999 до 9999
03/06	205	INT	CALO.01	Значення калібрування MAX аналогового виходу AT	Від мінус 9999 до 9999
03/06	206	INT	SYS.13	Значення корекції показань давача термокомпенсації	Від мінус 9999 до 9999
03	217	INT	SAVE.01	Збереження налаштувань користувача	0000, 0001 – записати
03	218	INT	SYS.02	Тайм-аут кадру запиту у системних тактах 1такт = 250мкс	Від 0001 до 0200
03	219	INT	SYS.00	Мережева адреса (номер амперметра в мережі)	Від 0000 до 0255
03	220	INT	SYS.01	Швидкість обміну	Від 0000 до 0012

Примітки.

1. При вживанні слова блок має на увазі функціональний блок нормалізації та масштабування.
2. Амперметр ІПМ-3 обмінюється даними протоколу Modbus в режимі "No Group Write" – стандартний протокол без підтримки групового управління дискретними сигналами.
3. (p1.p2) – регістри, які відповідають за одне певне значення з плаваючою комою.
4. (*) Дане число представлено в регістрі цілим без дещимального роздільника (комою). Наприклад, якщо у параметрі вказано 60,0, то регістри знаходяться число 600.
5. Регістр 16 «Роздільна здатність програмування», у разі встановлення його значення в «1», дозволяє зміню конфігураційних регістрів No 18-210. Установку «Роздільна здатність програмування» можна здійснити з персональної ЕОМ або з передньої панелі амперметра (рівень LOAD.00). За наявності в 16 регістрі «0» доступні зміни лише регістри оперативного управління 1-15, а інші для читання.
6. Побітне уявлення регістра сигналізації 7 (PV - вимірювана величина):

**Додаток В.2 MODBUS протокол****В.2.1 Формат кожного байта, який приймається та передається приладами, наступний:**

- 1 start bit, 8 data bits, 1 Stop Bit (No Parity Bit)
LSB (Least Significant bit) молодший біт передається першим.

Кадр Modbus повідомлення наступний:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA	CRC CHECK
8 BITS	8 BITS	kx 8 BITS	16 BITS

Де k≤16 – кількість запитуваних регістрів. Якщо у кадрі запиту замовлено понад 16 регістрів, це вказує на помилковий запит (код помилки 2).

В.2.2 Device Address. Адреса пристрою

Адреса амперметра (slave-пристрою) в мережі (1-255), за яким звертається SCADA система (master-пристрій) зі своїм запитом. Коли віддалений прилад посилає свою відповідь, він розміщує ту саму (власну) адресу в цьому полі, щоб master-пристрій знав, який slave-пристрій відповідає на запит.

B.2.3 Function Code. Функціональний код операції

ІПМ-3 підтримує такі функції:

Function Code	Функція
03	Читання регістру (ів)
06	Запис в один регістр

B.2.4 Data Field. Поле даних, що передаються

Поле даних повідомлення, що надсилається SCADA системою віддаленого приладу, містить додаткову інформацію, яка необхідна slave-пристрою для деталізації функції. Вона включає:

- початкова адреса регістра та кількість регістрів для функції 03 (читання)
- адреса регістра та значення цього регістра для функції 06 (запис).

Поле даних повідомлення, що надсилається у відповідь віддаленим приладом, містить:

- кількість байт відповіді на функцію 03 та вміст запитуваних регістрів
- адреса регістра та значення цього регістра для функції 06.

B.2.5 CRC Check. Поле значення контрольної суми

Значення цього поля – результат контролю за допомогою циклічного надлишкового коду (Cyclical Redundancy Check – CRC).

Після формування повідомлення (address, function code, data) пристрій, що передає, розраховує CRC код і поміщає його в кінець повідомлення. Приймальний пристрій розраховує CRC код прийнятого повідомлення та порівнює його з переданим CRC кодом. Якщо CRC код не збігається, це означає, що має місце комунікаційна помилка. Пристрій не виконує дій і не дає відповіді у разі виявлення помилок CRC.

Послідовність CRC розрахунків:

1. Завантаження CRC регістру (16 біт) одиницями (FFFFh).
2. Виключає АБО з першими 8 біт байта повідомлення та вмістом CRC регістра.
3. Зрушення результату на один біт вправо.
4. Якщо біт, що зсувається = 1, виключає АБО вмісту регістра з A001h значенням.
5. Якщо біт нуль, що зсувається, повторити крок 3.
6. Повторювати кроки 3, 4 і 5 доки 8 зрушень не матимуть місце.
7. Виключає АБО з наступними 8 біт байта повідомлення та вмістом CRC регістра.
8. Повторювати кроки від 3 до 7 доки всі байти повідомлення не обробляться.
9. Кінцевий вміст регістру і буде значенням контрольної суми.

Коли CRC розміщується в кінці повідомлення, молодший CRC байт передається першим.

Додаток В.3 Формат команд

Читання кількох регістрів. Read Multiple Register (03)

Наступний формат використовується для надсилання запитів від ПК та відповідей від віддаленого приладу.

Запит пристрою 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

Відповідь пристрою. 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

Де «NUMBER OF REGISTERS» і $n \leq 16$ – кількість регістрів, що запитуються. Якщо в кадрі запиту замовлено понад 16 регістрів, амперметр ІПМ-3 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16 регістрів.

Приклад 1:

1. Читання регістру

Запит пристрою. 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

Відповідь пристрою. 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. Запис до регістру (06)

Наступна команда записує певне значення у регістр. Write to Single Register (06)

Запит та відповідь пристрою. Вибрати/відновити від пристрою:

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

Додаток В.4 Рекомендації щодо програмування обміну даними з амперметром ІПМ-3

Приклад розрахунку контрольної суми мовою CІ:

```
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++;
        }
        number_byte--;
    }
    return (crc);
}
```

Додаток Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3

Таблиця Г - Зведена таблиця параметрів вольтметра ІПМ-3

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Розділ	Примітка
AIN1 (Напів) Налаштування параметрів першого функціонального блоку нормалізації та масштабування							
00	Тип аналогового сигналу		0001 – лінійний 0002 – квадратичний 0003÷0008 – не вик. 0009 – лінеаризована шкала	0001	0001	3.7.1	
01	Нижня межа розмаху шкали	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	000,0	Молодший розряд		
02	Верхня межа розмаху шкали	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	100,0	Молодший розряд		
03	Положення десятичного роздільника		0000, 000,0 00,00 0,000	000,0			
04	Постійна часу цифрового фільтра	сек.	Від 000,0 до 060,0	000,1	000,1		
05	Максимальна тривалість імпульсної перешкоди	сек.	Від 000,0 до 005,0	000,0	000,1		000,0 – фільтр вимк. Захист від імпульсних перешкод
06	Кількість ділянок лінеаризації		Від 0000 до 0019	0000	0001	3.7.2	Див. рівні LNX1 та LNY1
07	Уставка MIN технологічної сигналізації	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	020,0	Молодший розряд	3.7.1	З урахуванням децим. роздільника
08	Уставка MAX технологічної сигналізації	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	080,0	Молодший розряд		
09	Гістерезис сигналізації	техн. од.	Від 000,0 до 090,0	000,5	000,1		
АОТ (Роб) Налаштування параметрів аналогового виходу АО*							
00	Джерело аналогового сигналу для керування аналоговим виходом АТ		0001 – PV1	0000	0001	3.7.3	0000 – пряме 0001 – зворотне З урахуванням десятичного роздільника вибраного джерела аналогового сигналу.
01	Напрямок вихідного сигналу АТ		0000 - АО = у 0001 - АО = 100%-у	0000			
02	Значення вхідного сигналу, що дорівнює 0% вихідного сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	Молодший розряд		
03	Значення вхідного сигналу, що дорівнює 100% вихідного сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	100,0	Молодший розряд		
ДОТ1 (Роб) Конфігурація вихідного пристрою ДО1 *							
00	Логіка роботи вихідного пристрою ДО1		0001 – більше MAX 0002 – менше MIN 0003 – у зоні MIN-MAX 0004 - поза зоною MIN-MAX (щодо MIN-MAX відповідного ДО) 0005 – узагальнена сигналізація 0006 - не використовується, вихід вимк.	0001	0001	3.7.4	0000 - вихід керується за інтерфейсом 0001-0004 - щодо MIN-MAX відповідного ДО; 0005 – ДО спрацює, якщо параметр вийде за межі технологічної сигналізації 0006 – якщо замовлений аналоговий вихід, для його коректної роботи необхідно встановити "0006"
01	Джерело аналогового сигналу управління дискретним виходом ДО1		0000 – PV1	0000	0001		

Продовження Таблиці Г - Зведена таблиця параметрів вольтметра ІПМ-3

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Розділ	Примітка
02	Тип сигналу вихідного пристрою DO1	сек.	00,00 – статичний 00,01 - 99,99 - імпульсний (динамічний)	00,00	00,01	3.7.4	Де 00,01-99,99 – тривалість імпульсу на секундах.
03	Уставка MIN DO1	техн. од.	У діапазоні шкали обраного типу давача	020,0	000,1		
04	Уставка MAX DO1	техн. од.	У діапазоні шкали обраного типу давача	080,0	000,1		
05	Гістерезис вихідного пристрою DO1	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	001,0	000,1		
ALRM (ALRM) Налаштування параметра відображення сигналізації							
00	Параметр відображення сигналізації		0000 – без квітування 0001 – з квітуванням	0000	0001		Квітування клавішею [] або через інтерфейс.
LNХ1 (LNХ1) Абсциси опорних точок лінеаризації сигналу, що подається на перший функціональний блок нормалізації та масштабування							
00	Абсциса початкового значення (% від вхідного сигналу)	%	Від 000,0 до 099,9	0000	000,1	3.7.2	
01	Абсциса 01-ї ділянки	%	Від 000,0 до 099,9	0000	000,1		
02	Абсциса 02-ї ділянки	%	Від 000,0 до 099,9	0000	000,1		
							
18	Абсциса 18-ї ділянки	%	Від 000,0 до 099,9	0000	000,1		
19	Абсциса 19-ї ділянки	%	Від 000,0 до 099,9	0000	000,1		
LNУ1 (LNУ1) Ординати опорних точок лінеаризації сигналу, що подається на перший функціональний блок нормалізації та масштабування							
00	Ордината початкового значення (сигнал у технічних одиницях)	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	Молодший розряд	3.7.2	
01	Ордината 01-ї ділянки	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000			
02	Ордината 02-ї ділянки	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000			
							
18	Ордината 18-ї ділянки	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000			
19	Ордината 19-ї ділянки	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000			
CLІ1 (CLІ1) Калібрування сигналу, що подається на перший функціональний блок нормалізації та масштабування							
00	Калібрування початкового значення сигналу 1-го блоку	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999			5.1	
01	Калібрування кінцевого значення сигналу 1-го блоку	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999				
COR1 (COR1) Корекція сигналу, що подається на перший функціональний блок нормалізації та масштабування							
00	Корекція сигналу 1-го блоку	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	000,1	3.7.1	Індикує PV=PV+Δ
01	Коефіцієнт корекції (зміщення) сигналу 1-го блоку	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	000,1		Індикує Δ
CALO (CALO) Калібрування аналогового виходу (АО)							
00	Тест аналогового виходу	%				5.2	
01	Калібрування початкового значення аналогового виходу АО	%					
02	Калібрування кінцевого значення аналогового виходу АО	%					
SYS (SYS) Загальні системні налаштування							
00	Мережева адреса (номер вольтметра в мережі)		0000 – 0255	0001	0001	у	0000 – відключено від мережі

Продовження таблиці Г - Зведена таблиця параметрів вольтметра ІПМ-3

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Розділ	Примітка
01	Швидкість обміну	біт/з	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	у	
02	Тайм-аут кадру запиту у системних тактах		Від 0001 до 0200	0006	0001		1 такт = 250 мкс
03	Код амперметра та версія програмного забезпечення			16.39			
04÷13	Ці пункти не використовуються						
SAVE (S <u>A</u> VE) Збереження параметрів							
00	Службова інформація						
01	Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті		0000 0001 – записати			4.4.3	
LOAD (L <u>O</u> AD) Завантаження параметрів							
00	Дозвіл програмування по мережі ModBus		0000 0001 – дозволено				
01	Завантаження налаштувань користувача		0000 0001 – завантажити			4.4.3	
02	Завантаження заводських налаштувань		0000 0001 – завантажити			4.4.4	

* Залежно від замовлення один із цих пунктів не використовується.

Лист реєстрації змін

Змін.	Номери листів (сторінок)			Усього листів у документі	№ документа	Вхідний № супроводжувачого документа та дата	Підп.	Дата
	Змінених	Замінених	Нових					
1.00				30	ver.16.01		Марікот Д.Я.	18.05.2016
1.01				30	ver.16.39	Приведено у відповідність до нової прошивки	Марікот Д.Я.	06.06.2016
1.02				29	ver.16.39	Виправлено додаток Б.1	Марікот Д.Я.	13.09.2016
1.03				29	ver.16.39	Виправлені неточності у тексті	Марікот Д.Я.	23.01.2017
1.04				29	ver.16.39	Внесено уточнення до коду замовлення	Слов'як А.А.	15.11.2017
1.05				29	ver.16.39	Додано реєстр 205 у таблиці реєстрів	Слов'як А.А.	06.03.2019
1.06				29	ver.16.39	Виправлено колонтитули, замінено рисунки, оновлено посилання на стандарти.	Фединак В.В	30.01.2024