



АМПЕРМЕТР

ІПМ-3Н

НАСТАНОВА ЩОДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ

ПРМК.421457.118 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, уміння, 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. Автолившмашівська, 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 © 2001-2023 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
1.3.1 Аналоговий вхідний сигнал	5
1.3.2 Аналоговий вихідний сигнал	6
1.3.3 Дискретні вихідні сигнали	6
1.3.4 Послідовний інтерфейс RS-485	6
1.3.5 Електричні дані	7
1.3.6 Корпус. Умови експлуатації	7
1.4 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-3Н.....	9
3.6 Функціональна схема амперметра ІПМ-3Н	9
3.7 Принцип роботи амперметра ІПМ-3Н.....	10
3.7.1 Принцип роботи блоку обробки аналогового входу	10
3.7.2 Лінеаризація аналогових входів.....	11
3.7.3 Принцип формування аналогового виходу.....	12
3.7.4 Принцип роботи дискретного виходу	12
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	14
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.....	17
6.1 Загальні вказівки	17
6.2 Заходи безпеки	17
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-3Н	19
Додаток Б - Підключення амперметра. Схеми зовнішніх з'єднань.....	20
Додаток Б.1 Підключення зовнішніх сигналів до амперметра ІПМ-3Н.....	20
Додаток Б.2 Рекомендації щодо підключення дискретних сигналів.....	21
Додаток Б.3. Схема підключення інтерфейсу RS-485	21
Додаток В - Комунікаційні функції	22
Додаток В.1 Доступні регістри амперметра ІПМ-3Н	23
Додаток В.2 MODBUS протокол	24
Додаток В.3 Формат команд.....	25
Додаток В.4 Рекомендації щодо програмування обміну даними з амперметром ІПМ-3Н.....	25
Додаток Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3Н.....	26
Лист реєстрації змін	29

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

УВАГА !

Перед використанням будь ласка, ознайомтеся з даною настановою щодо експлуатування амперметра ІПМ-3Н.

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 і покращує характеристики, та конструкцію можуть бути внесені незначні зміни, не відображені у цьому виданні.

1 Опис амперметра

1.1 Призначення амперметра

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

Амперметр ІПМ-3Н дозволяє забезпечити високу точність виміру технологічного параметра. *Відмінною особливістю* амперметра ІПМ-3Н є наявність тривірневої 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-3Н призначений:

• **для вимірювання поточного 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 перетворення відповідно до заданої користувачем логіки роботи,

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

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

1.2 Позначення амперметра при замовленні та комплект постачання

1.2.1 Амперметр позначається так:

ІПМ-3Н-АА-ВВ-ДД-Р-У,

де:

АА-код вхідного аналогового сигналу:

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 тавторинної обмотки).

ВВ - код вихідного модуля:

0– модуль відсутній,

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

DD - код вихідного модуля:

- 0 – модуль відсутній,
 Т – дискретний транзисторний вихід,
 Р – дискретний релейний вихід,

R - інтерфейс RS-485;

- 1 - інтерфейс присутній
 0 - інтерфейс відсутній

U - напруга живлення:

- 230В - 230В змінного струму;
 24В - 24В постійного струму;

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

Наприклад, замовлений прилад: ІПМ-3Н-03-3-Р-1-230В

При цьому виготовлення та постачання споживачеві підлягає:

- 1) амперметр технологічний мікропроцесорний ІПМ-3Н,
- 2) аналоговий вхід AI1, код 03 – змінний струм від 0,5 до 5 А,
- 3) код 3 - аналоговий сигнал від 4 до 20 мА,
- 4) код Р – релейний вихід,
- 5) код 1 – присутній інтерфейс RS-485,
- 6) код 230В – напруга живлення приладу 230В.

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

Таблиця 1.2 - Комплект постачання амперметра ІПМ-3Н

Позначення	Найменування	Кількість
ПРМК.421457.118	Амперметр ІПМ-3Н	1
ПРМК.421457.118 РЕ	Настанова щодо експлуатування	1*
ПРМК.421457.118 ПС	Паспорт	1

*- 1 екземпляр на будь-яку кількість амперметрів при поставці на 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
Межа основної зведеної 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 вхідних сигналів 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, $R_n \leq 2000 \text{ Ом}$ Від 0 до 20 мА, $R_n \leq 500 \text{ Ом}$ Від 4 до 20 мА, $R_n \leq 500 \text{ Ом}$ Напруга постійного струму: Від 0 до 10 В, $R_n \geq 2 \text{ кОм}$
Межа основної зведеної похибки формування вихідного сигналу	$\leq 0.2\%$
Межа допустимої додаткової похибки, викликаній зміною температури навколишнього середовища	$< 0.2\% / 10^\circ\text{C}$
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	$\leq 40 \text{ В}$ постійного струму
Максимальний струм навантаження кожного виходу	$\leq 100 \text{ мА}$
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	Замикаючі контакти реле
Максимальна напруга комутації змінного струму (діюче значення)	230 В
Максимальне значення змінного струму	$\leq 5 \text{ А}$ при резистивному навантаженні $\leq 3 \text{ А}$ при індуктивному навантаженні ($\cos\varphi = 0,4$)
Максимальна напруга комутації постійного струму	від 5 В до 30 В
Максимальне значення постійного струму при комутації резистивним навантаженням	від 10 мА до 5 А
Сигнал логічного "0"	Розімкнутий стан контактів реле
Сигнал логічної "1"	Замкнутий стан контактів реле
Гальванічна розв'язка	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	Вихід гальванічно ізолюваний від інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В

1.3.5 Електричні дані

Таблиця 1.3.5 – Технічні характеристики електроживлення

Технічна характеристика	Значення
Живлення від мережі: - постійного струму - змінного струму	від 10 В до 36 В від 100 В до 242 В, 50 Гц
Споживання від мережі: - постійного струму - змінного струму	≤ 110 мА ≤ 2.5 В·А
Захист даних	EEPROM, манітоелектрична MRAM

1.3.6 Корпус. Умови експлуатації

Таблиця 1.3.6 – Умови експлуатації

Технічна характеристика	Значення
Тип корпусу	Корпус для монтажу на DIN-рейку (DIN35x7,5 EN50022)
Габаритні розміри (ВхШхГ)	98 мм х 54 мм х 57 мм
Температурний діапазон	-40 °C ... +70 °C
Кліматичне виконання	відповідає виконанню групи В4 згідно з ДСТУ ІЕС 60654-1:2001, але для роботи при температурі від мінус 40 °C до плюс 70 °C.
Атмосферний тиск	від 84 до 106.7 кПа
Вібрація	з частотою до 60 Гц з амплітудою до 0,1 мм
Приміщення	закрите вибухо-, пожежобезпечне
Ступінь захисту	IP30, ДСТУ EN 60529:2014
Маса	< 0.15 кг

1.3.7 По захищеності від дії вібрації амперметр відповідає класу V.6.H згідно з ДСТУ ІЕС 60654-3:2001.

1.3.8 Середній час напрацювання на відмову з урахуванням технічного обслуговування, регламентованого посібником з експлуатації, - щонайменше 100 000 годин.

1.3.9 Середній час відновлення працездатності ІПМ-3Н – не більше 4 годин.

1.3.10 Середній термін експлуатації – не менше 10 років.

1.3.11 Ізоляція електричних кіл ІПМ-3Н щодо корпусу та між собою при температурі навколишнього середовища (20±5)°C та відносної вологості повітря до 80% витримує протягом 1 хвилини дію випробувального напруження синусоїдальної форми частотою (50±1) Гц із чинним значенням 1500 В.

1.3.12 Мінімумально допустимий електричний опір ізоляції при температурі навколишнього середовища (20±5)°C відносної вологості повітря до 80% становить не менше 40 МОм.

1.3.13 Рівні емісії індустриальних радіозавад, що створюються індикатором, не перевищують значень, передбачених для обладнання класу А згідно ДСТУ EN 61326-1.

1.3.14 Індикатор тривкий до дії електромагнітних завад, встановлених у ДСТУ EN 61326-1 для обладнання, що використовується у промисловому електромагнітному середовищі за класом А.

1.4 Маркування та пакування

1.4.1 Маркування індикатора виконане згідно з СОУ-Н ПРМК-902:2014 на табличці, яка кріпиться на боковій стінці виробу.

1.4.2 Пломбування індикатора підприємством-виробником при випуску з виробництва не передбачено.

1.4.3 Пакування індикатора відповідає вимогам СОУ-Н ПРМК-903:2014.

1.4.4 Індикатор відповідно до комплексу поставки упакований згідно з кресленнями підприємства-виробника.

2 Призначення. Функціональні можливості

Структура амперметра ІПМ-3Н за допомогою конфігурації може бути змінена таким чином, що можуть бути вирішені такі завдання автоматизації:

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

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

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

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

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

3 Конструкція амперметра та принцип роботи

3.1 Конструкція амперметра

На передній панелі амперметра розміщено:

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

На передній панелі амперметра розміщені роз'єми для зовнішніх з'єднань.

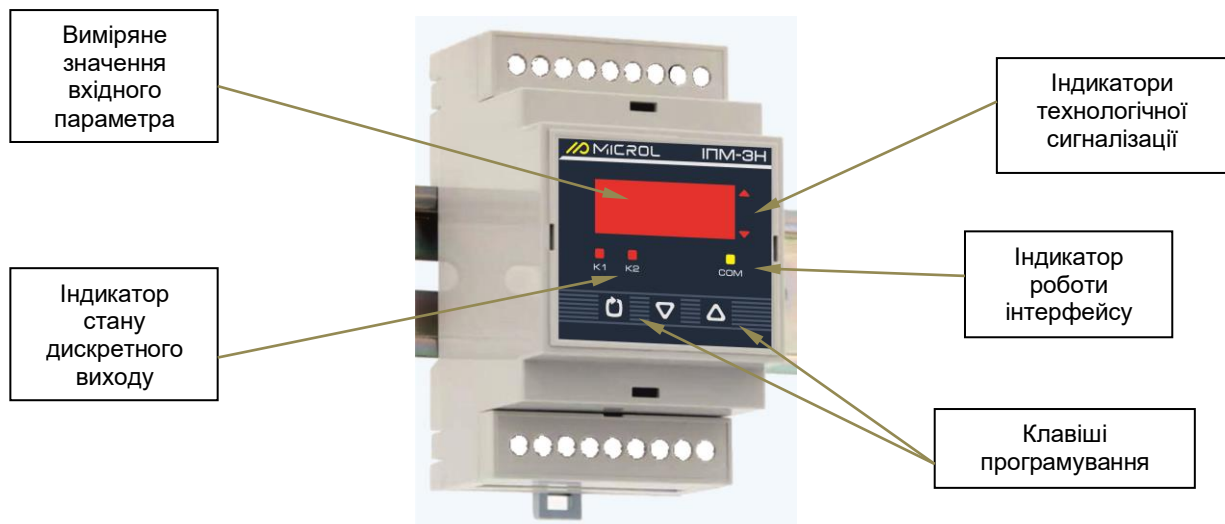


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд амперметра ІПМ-3Н

3.2 Призначення цифрового дисплея

Цифровий дисплей амперметра ІПМ-3Н 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 аналоговий вихід DO.
- Індикатор K2 *Не використовуються в даній моделі*
- Індикатор COM 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 [O] 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-3Н



Рисунок 3.2 – Структурна схема амперметра ІПМ-3Н

3.6 Функціональна схема амперметра ІПМ-3Н

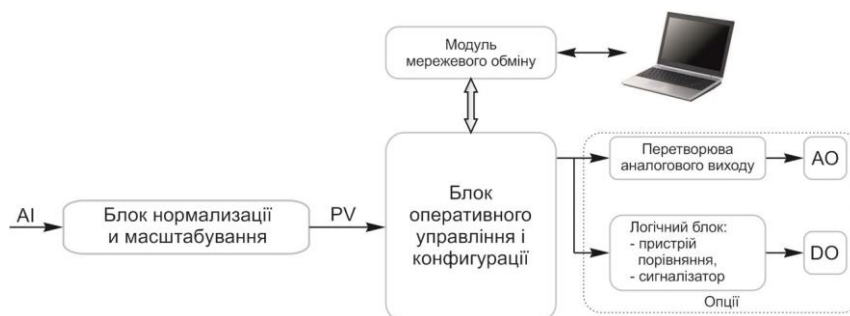


Рисунок 3.3 – Функціональна схема амперметра ІПМ-3Н

3.7 Принцип роботи амперметра ІПМ-3Н

3.7.1 Принцип роботи блоку обробки аналогового входу

У амперметр ІПМ-3Н 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.

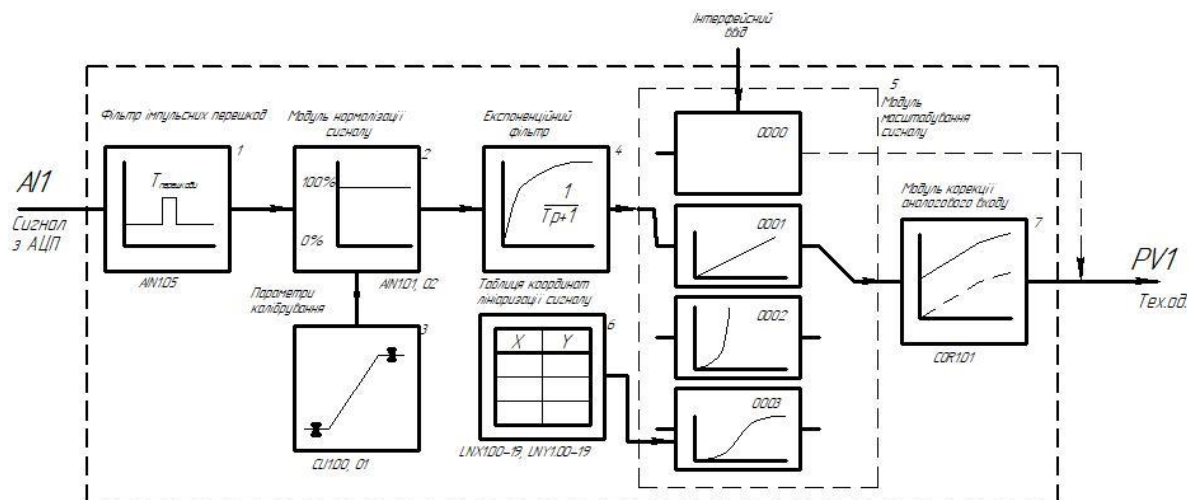


Рисунок 3.4 – Блок-схема обробки аналогового входу

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 у каналі. При цьому, якщо сигнал нижче діапазону зміни на цифровому дисплеї горить E_{errL} , при перевищенні даного діапазону на цифровому дисплеї світиться E_{errH} . В обох випадках генерується подія "розрив лінії зв'язку з давачем".

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. **Експоненціальний 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 знака коефіцієнта корекції.

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 у параметрі 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

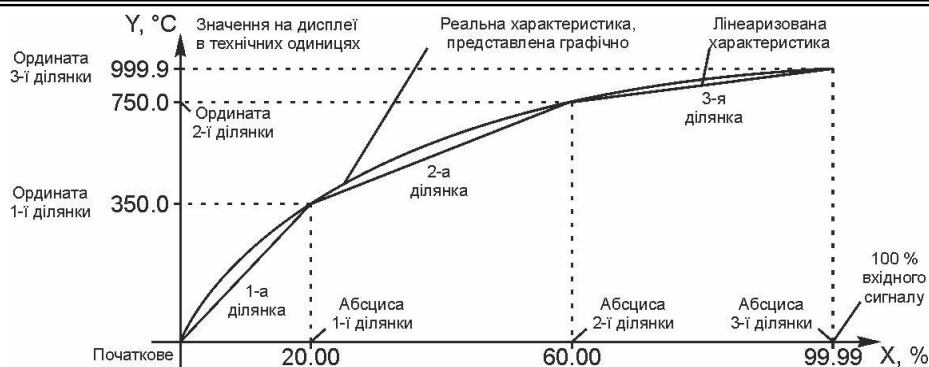


Рисунок 3.5 – Графік лінеаризованого сигналу

3.7.3 Принцип формування аналогового виходу

Амперметр ІПМ-3Н має один аналоговий вихід (за умови замовлення), який працює в режимі **перетворення** (пряма передача з масштабуванням) вхідного сигналу у вихідний аналоговий сигнал.

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

У режимі масштабування вихідний аналоговий сигнал буде сформований залежно від параметрів AOT.02 та AOT.03, як зображено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Робота блоку аналогового виведення у режимі перетворення

3.7.4 Принцип роботи дискретного виходу

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

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

Вихідний сигнал логічного пристрою може бути статичним або імпульсним (динамічним) 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 довжина 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).

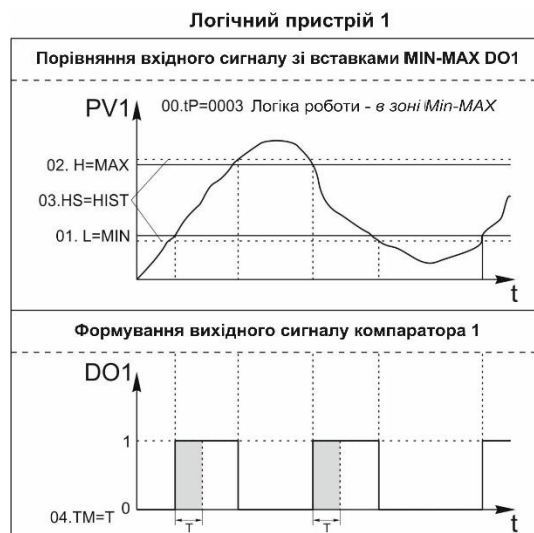


Рисунок 3.7 – Функціональна схема принципу роботи DO як компаратора

4 Використання за призначенням

4.1 Експлуатаційні обмеження під час використання амперметра

- 4.1.1 Місце встановлення амперметра ІПМ-3Н має 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;
- 4.1.2 При експлуатації амперметра необхідно виключити:
- Попадання струмопровідного пилю 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 необхідно виконати 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-3Н, підключаються через клемми сполучних роз'ємів відповідно до вимог чинних "Правил пристрою електроустановок".

4.2.6 Підключення входів-виходів до амперметру ІПМ-3Н виконують 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 амперметра (в т.ч. мережеві), шумоподавлюючі фільтри для периферійних пристроїв, використовуйте внутрішні цифрові фільтри аналогових входів амперметра ІПМ-3Н.

4.2.8 Не допускається об'єднувати в одному кабелі (джгуті) ланцюги, якими передаються аналогові, інтерфейсні сигнали і сильнопоточні сигнальні або сильнопоточні силові ланцюги. Для зменшення наведеного шуму відокремте лінії високої напруги або лінії, що ведуть значимі струми, від інших ліній, а також уникайте паралельного або загального підключення з лініями живлення при підключенні до виходів.

4.2.9 Необхідність екранування кабелів, якими передається інформація, залежить від довжини кабельних зв'язків і рівня перешкод у зоні прокладки 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 відстежувати вимірювану величину (поточні значення). Крім того, можна відстежувати на світлодіодних індикаторах сигнали технологічної сигналізації при перевищенні верхньої або нижньої межі відхилення. Також за допомогою світлодіодних індикаторів можна спостерігати за станом дискретного виходу.

4.4 Режим КОНФІГУРУВАННЯ

За допомогою режиму Конфігурування вводять параметри вхідних сигналів, параметри сигналізації відхилень, параметри типу управління, параметри мережевого обміну, параметри виходів та системні параметри.

Параметри розділені на групи, кожна з яких називається "рівень". Кожне задане значення (елемент налаштування) у цих рівнях називається "параметром". Параметри, що використовуються у амперметрі ІПМ-3Н, 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 відображається меню введення пароля у вигляді миготливих цифр: "0000".

За допомогою клавіш програмування [▲],[▼] на дисплеї ввести пароль «0002» та короткочасно натиснути клавішу [O].

УВАГА!

Якщо пароль не введено – амперметр перейде у режим РОБОТА.

Якщо пароль введено вірно – амперметр перейде у режим КОНФІГУРАЦІЇ.

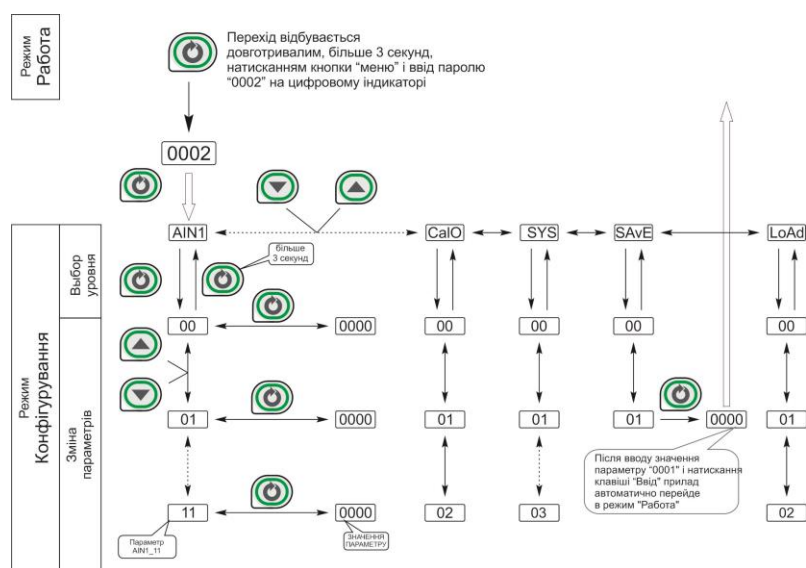


Рисунок 4.1 - Діаграма рівнів конфігурації та налаштувань

4.4.1 Конфігурування приладу

Після переходу в режим конфігурації на цифровому дисплеї з'явиться назва рівня 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 потрібний параметр клавішами [▲], [▼], щоб змінити значення параметра, необхідно знову коротко натиснути клавішу [O].

На дисплеї в режимі блимання встановлюється значення вибраного пункту меню: наприклад, «0001».

За допомогою клавіш [▲], [▼], при 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
Абсиси 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 по тексту посібника йде посилання на 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 проводиться як із 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 надаються 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 при виборі 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 ПАРАМЕТР з'являться символи "Su u", вказуючи на 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 енергозалежної пам'яті

Для завантаження параметрів налаштувань користувача необхідно:

- 1) встановити значення параметра LOAD.01=0001,
- 2) натиснути [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 [O],
- 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 з виробництва,
- Користувачем:
 - при зміні типу сигналу,
 - при підготовці до перевірки (калібрування).

5.1 Калібрування аналогового входу

Калібрування амперметра проводиться після - встановлення відповідних резисторів на модулі входу (див. 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-3Н еталонне джерело змінної напруги 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 [O] та встановіть [00] "Встановлення початкового значення аналогового входу AI1". Встановіть за допомогою калібратора величину сигналу, що відповідає 10% діапазону. Натисніть [O].

Можливі два варіанти калібрування:

- ручне калібрування - натискаючи клавіші [▲] або [▼], встановіть на дисплеї значення в технічних одиницях, що відповідає 10% діапазону. Натисніть [O];
- 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 [O].

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-3Н джерело еталонного сигналу підключається замість давача, а операція калібрування вхідного сигналу здійснюється на амперметрі ІПМ-3Н.

Але в цьому випадку необхідно пам'ятати, що можливе лише ручне калібрування!

5.2 Калібрування аналогового виходу

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) Натиснути клавішу[○].

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 клавішу[○].

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, інакше введена інформація не буде збережена при відключенні живлення амперметра.

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-3Н 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 вентилязованому приміщенні при температурі навколишнього повітря від мінус 40 °С до плюс 70 °С та відносної вологості від 30 до 80 % (без конденсації води). 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 пристрій і уникайте будь-якого механічного впливу на нього, оскільки це може спричинити деформацію та пошкодження пристрою.

7.2 Умови транспортування амперметра

7.2.1 Транспортування індикатора в упаковці підприємства-виготовлювача здійснюється усіма видами транспорту в критих транспортних засобах. Транспортування літаками має виконуватися тільки в опалювальних герметичних відсіках.

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

6.2.3 Під час вантажно-розвантажувальних робіт і транспортуванні запакований прилад не повинен зазнавати різких ударів і впливу атмосферних опадів. Спосіб розміщення на транспортному засобі повинен виключати переміщення амперметр.

6.2.4 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-3Н

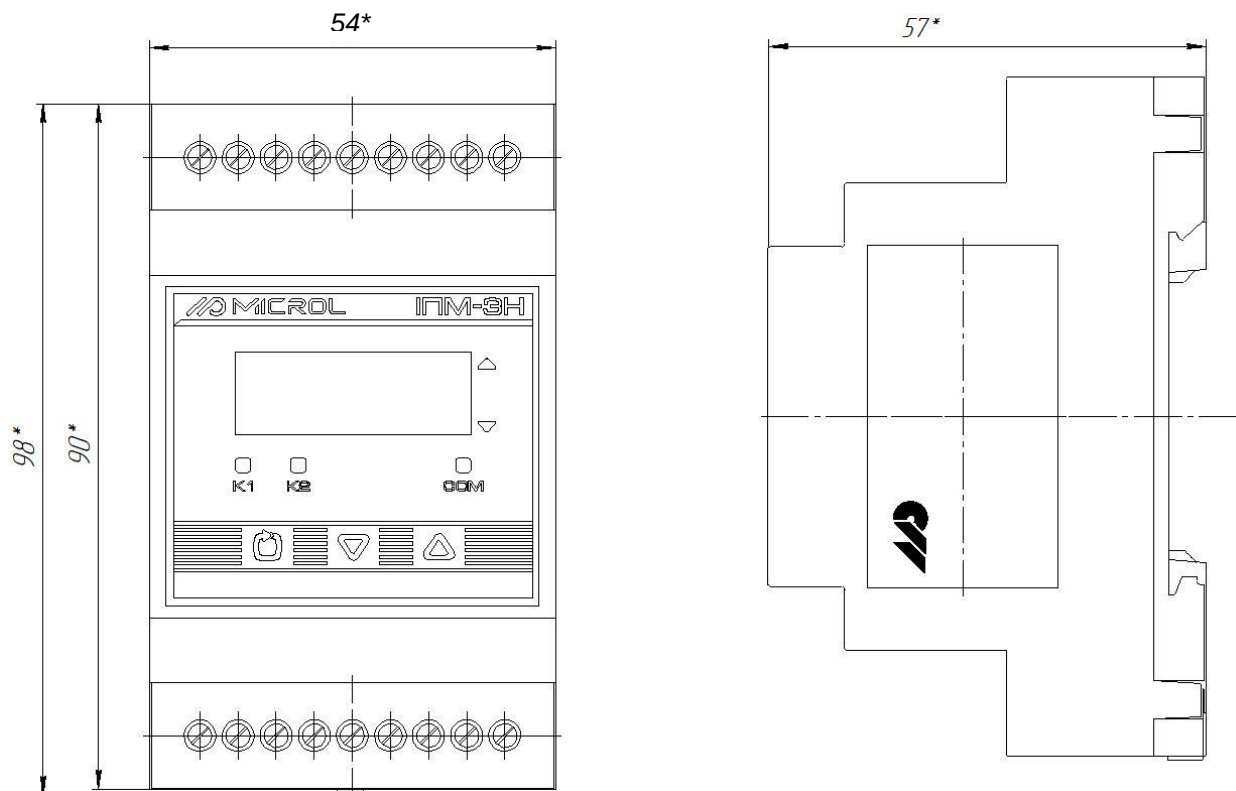


Рисунок А.1 - Габаритні розміри

Додаток Б - Підключення амперметра. Схеми зовнішніх з'єднань

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

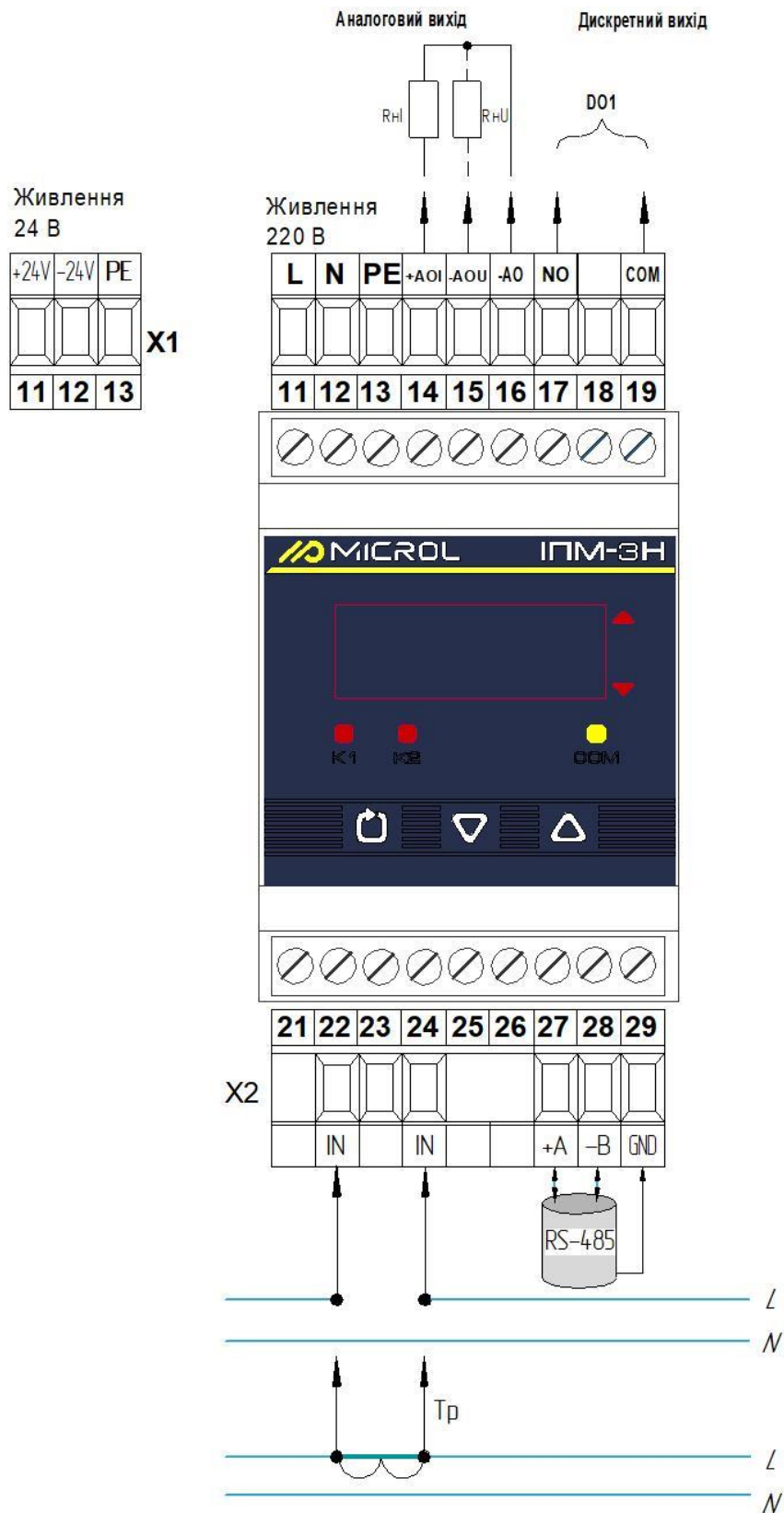


Рисунок Б.1 Підключення зовнішніх ланцюгів до амперметра ІПМ-3Н:

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

Додаток Б.2.2 Рекомендації щодо підключення транзисторних виходів

При підключенні індуктивних навантажень (реле, пускачі, контактори, соленоїди тощо) до дискретних транзисторних виходів блока, щоб уникнути виходу з ладу вихідного транзистора через великий струм самоіндукції, паралельно навантаженню (обмотці реле) необхідно встановлювати блокуючий діод VD – див. рисунок Б.2. 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 В, прямий струм 0.5 А.

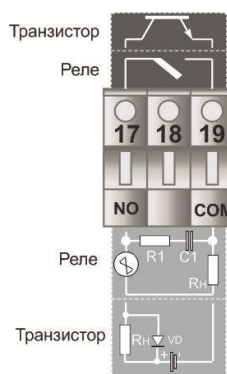


Рисунок Б.2 - Підключення дискретних виходів до амперметра ІПМ-3Н:

Додаток Б.3. Схема підключення інтерфейсу RS-485

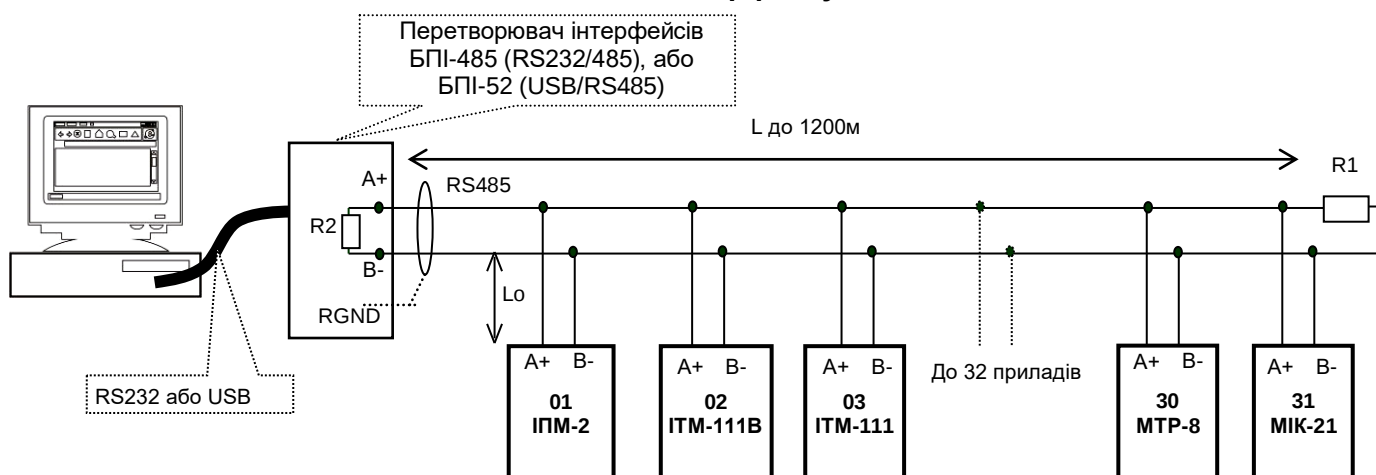


Рисунок Б.3 - Організація інтерфейсного зв'язку між комп'ютером та амперметрами або контролерами

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 пристроїв, розташованих у крайніх точках сполучної лінії необхідно підключити два термінальні резистори опором 120 Ом (R_1 і R_2). Підключення резисторів до амперметрів або контролерів №№ 01 – 30 не потрібне. Підключення термінальних резисторів у блоці перетворення інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52) дивіться у РЕ на БПІ-485 (БПІ-52).

Підключення термінального резистора у амперметрі ІПМ-3Н здійснюється за допомогою перемички JP1, розміщеної на платі процесора всередині амперметра. Замкнений стан JP1 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 крученої 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-3Н 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 і ПК, що встановлюється на рівні SYS у 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-3Н наведені у таблиці В.1.

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

Додаток В.1 Доступні регістри амперметра ІПМ-3Н

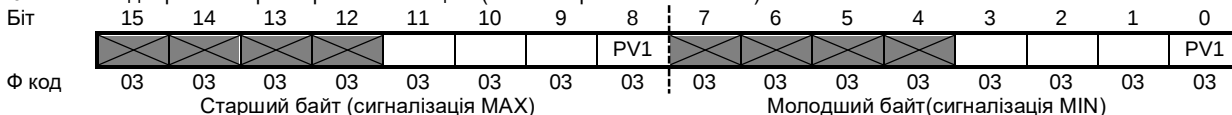
Таблиця В.1 – Доступні регістри амперметра ІПМ-3Н

Функціональний код операції	№ Регістра	Формат даних	Пункт меню	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
03	0	INT	SYS.03	Регістр ідентифікації амперметра: Мол.байт - код (модель) амперметра 16 DEC, Ст.байт - версія прог. забезпечення 39 DEC	10000 DEC (значення регістру) 2710 HEX (по-байтно)3916 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 квітування	0 – не квітовано 1 – квітовано
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 0003
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 *
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 калібруванняпочаткового значення шкали	Від мінус 9999 до 9999
03/06	202	INT	CLI1.01	Значення калібруваннякінцевого значення шкали	Від мінус 9999 до 9999
03/06	204	INT	CALO.01	Значення калібрування MIN аналогового виходу АО	Від мінус 9999 до 9999
03/06	206	INT	CALO.02	Значення калібрування MAX аналогового виходу АО	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-3Н 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 представлене в регістрі цілим без децимального роздільника (комою). Наприклад, якщо у параметрі вказано 60,0, то в регістрі знаходиться число 600.
5. Регістр 16 «Роздільна здатність програмування», у разі встановлення його значення «1», дозволяє зміна конфігураційних регістрів No 18-220. 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 відображення 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 $k \leq 16$ – 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.

В.2.3 Function Code. Функціональний код операції

ІПМ-3Н підтримує такі функції:

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

В.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.

В.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 відбулася комунікаційна помилка. Пристрій не виконує дій і не надсилає відповіді у випадку виявлення помилок CRC

Послідовність CRC розрахунків:

1. Завантаження CRC регістру (16 біт) одиницями (FFFFh).
2. Виключаючи 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 передачі 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 запитуваних регістрів. Якщо в кадрі запиту замовлено понад 16 регістрів, амперметр ІПМ-3Н 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-3Н

Приклад розрахунку контрольної суми мовою C:

```
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);                                     // final result of crc
}
```

Додаток Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3Н

Таблиця Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3Н

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Розділ	Примітка
AIN1 (А in I) Налаштування параметрів першого функціонального блоку нормалізації та масштабування							
00	Тип аналогового сигналу		0001 – лінійний 0002 – квадратичний 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 децимального 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.
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		
AOT (А out) 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 децимального 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		
DOT1 (dot I) Конфігурація вихідного пристрою DO1 *							
00	Логіка роботи вихідного пристрою DO1		0001 – більше MAX 0002 – менше MIN 0003 – у зоні MIN-MAX 0004 - поза зоною MIN-MAX (щодо MIN-MAX відповідного DO) 0005 – узагальнена сигналізація	0001	0001	3.7.4	0000 - вихід керується за інтерфейсом 0001-0004 - щодо MIN-MAX відповідного DO; 0005 – DO спрацює, якщо параметр вийде за межі технологічної сигналізації

Продовження таблиці Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3Н

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Розділ	Примітка
01	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.
02	Уставка MIN DO1	техн. од.	У діапазоні шкали обраного типу давача	020,0	000,1		
03	Уставка MAX DO1	техн. од.	У діапазоні шкали обраного типу давача	080,0	000,1		
04	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 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 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			
CL11 (CL11) Калібрування сигналу, що подається на функціональний блок нормалізації та масштабування							
00	Калібрування початкового значення сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999			5.1	
01	Калібрування кінцевого значення сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999				
COR1 (COR1) Корекція сигналу, що подається на функціональний блок нормалізації та масштабування							
00	Корекція сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	000,1	3.7.1	Індикує PV=PV+Δ
01	Коефіцієнт корекції (зміщення) сигналу	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 амперметра в мережі)		0000 – 0255	0001	0001	У	0000 – відключено від мережі

Продовження таблиці Г - Зведена таблиця параметрів амперметра ІПМ-3Н

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 № супроводжуючого документа та дата	Підп.	Дата
	Змінених	Замінених	Нових					
1.01				29	ver.16.39	Замінено рисунки, виправлено незначні помилки в правописі текстів.	Фединяк В.В	05.02.2024
1.02				29	ver.16.39	Виправлено помилку в характеристиках корпусу	Фединяк В.В	12.02.2024