



ІНДИКАТОР ПАРМЕТРІВ ТРЬОХФАЗНОЇ МЕРЕЖІ

ІПМ-113

НАСТАНОВА ЩОДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ

ПРМК.421457.122 РЕ

УКРАЇНА, м. Івано-Франківськ
2025

Дана настанова щодо експлуатування є офіційною документацією підприємства МІКРОЛ.

Продукція підприємства МІКРОЛ призначена для експлуатування кваліфікованим персоналом, який застосовує відповідні прийоми і тільки в цілях, описаних у цій настанові.

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

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

Підприємство МІКРОЛ



76495, м. Івано-Франківськ, вул. Автолившашівська, 5 Б,



Sale: +38 (067) 359-70-90, **Support:** +38 (067) 704-00-29



Sale: +38 (0342) 502-701, **Support:** +38 (0342) 502-702



+38 (0342) 502-704, +38 (0342) 502-705



Sale: sale@microl.ua, **Support:** support@microl.ua



<http://www.microl.ua>



microl_support

Copyright © 2001-2025 by MICROL Enterprise. All Rights Reserved

З М І С Т

	Стор.
1 ОПИС ІНДИКАТОРА	5
1.1 Призначення індикатора	5
1.2 Позначення індикатора при замовленні і комплект поставки	5
1.3 Технічні характеристики індикатора.....	6
1.3.1 Аналогові вхідні сигнали	6
1.3.2 Дискретні вихідні сигнали.....	7
1.3.3 Аналоговий вихідний сигнал	7
1.3.4 Послідовний інтерфейс RS-485.....	8
1.3.5 Інтерфейс USB	8
1.3.6 Електричні дані.....	8
1.3.6 Умови експлуатування.....	8
1.4 Маркування та пакування	9
2 ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ.....	10
3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ	11
3.1 Конструкція індикатора	11
3.2 Передня панель індикатора	11
3.3 Призначення дисплея та індикаторів передньої панелі	11
3.4 Призначення клавіш та їх комбінацій.....	14
3.5 Структурна схема	14
3.6 Принцип роботи індикатора.....	15
4. ВИКОРИСТАННЯ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ.....	17
4.1 Експлуатаційні обмеження під час використання індикатора	17
4.2 Підготовка індикатора до використання. Вимоги до місця встановлення.....	17
4.3 З'єднання із зовнішніми пристроями. Вхідні та вихідні ланцюги	17
4.4 Підключення електроживлення індикатора.....	18
4.5 Конфігурація індикатора	18
4.6 Режим РОБОТА.....	18
4.7 Режим КОНФІГУРАЦІЯ	19
4.8 Редагування та налаштування параметрів індикатора	20
4.9 Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті.....	26
4.10 Встановлення значень за замовчуванням	26
4.11 Калібрування аналогового виходу	26
5. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	28
5.1 Загальні вказівки	28
5.2 Заходи безпеки.....	28
5.3 Порядок технічного обслуговування	28
6 ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ	29
6.1 Умови зберігання індикатора.....	29
7 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА	29
ДОДАТОК А - ГАБАРИТНІ ТА ПРИЄДНУВАЛЬНІ РОЗМІРИ	30
ДОДАТОК Б - ПІДКЛЮЧЕННЯ ІНДИКАТОРА. СХЕМИ ЗОВНІШНІХ З'ЄДНАНЬ ..	31
Додаток Б.1 Схема зовнішніх з'єднань	31
Додаток Б.3 Підключення інтерфейсу RS-485	39
ДОДАТОК В. КОМУНІКАЦІЙНІ ФУНКЦІЇ	40
В.1 Організація інтерфейсного обміну ІПМ-113.....	40
В.2 Програмно доступні регістри ІПМ-113	41
В.3 MODBUS протокол.....	45
Додаток В.4 Формат команд.....	46
ЛИСТ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН	47

Ця настанова щодо експлуатування призначена для ознайомлення споживачів з призначенням, моделями, принципом дії, пристроєм, монтажем, експлуатацією та обслуговуванням **індикатора параметрів трьохфазної мережі ІПМ-113** (далі по тексту - **індикатор ІПМ-113**).

УВАГА !

Перед застосуванням індикатора, будь ласка, прочитайте ці інструкції по експлуатування.

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

У зв'язку з постійною роботою по вдосконаленню індикатора, що підвищує його надійність і поліпшує характеристики, в конструкцію можуть бути внесені незначні зміни, які знайшли відображення в цьому виданні.

Умовні позначення, використані в цій настанові



Для запобігання виникнення нештатної або аварійної ситуації слід строго виконувати дані операції!



Для запобігання виходу з ладу обладнання слід суворо виконувати дані операції!



Важлива інформація!



Опис функції



Заводські налаштування



Команда керування

1 Опис індикатора

1.1 Призначення індикатора

Індикатор призначений для вимірювання напруги, сили струму, частоти, потужності та коефіцієнта потужності у трьохфазних мережах та передавання результатів вимірювань у мережу RS-485. Індикатор передбачає формування дискретних керуючих сигналів за межами вимірювання, формування аналогового вихідного сигналу по функції перетворювача одного із вибраних технологічних параметрів.

Індикатор ІПМ-113 дозволяє забезпечити високу точність вимірювання значення технологічного параметра. *Відмінною особливістю* індикатора ІПМ-113 є наявність трирівневої гальванічної ізоляції між входами, виходами і ланцюгом живлення.

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

1.2 Позначення індикатора при замовленні і комплект поставки

1.2.1 Індикатор параметрів трьохфазної мережі позначається наступним чином:

ІПМ-113-М-А1-А2-А3-Р-Т-У

де:

М – модель вихідний пристроїв:

- 1 – три дискретних виходи
- 2 – два дискретних виходи та один аналоговий вихід
- 3 – три аналогових виходи

А1, А2, А3 – тип вихідного пристрою:

- Т – транзисторного типу
- Р – релейного типу
- 1 – постійний струм від 0 до 5 мА
- 2 – постійний струм від 0 до 20 мА
- 3 – постійний струм від 4 до 20 мА
- 4 – напруга постійного струму від 0 до 10 В
- 5 – постійний струм від -5 мА до +5 мА
- 6 – постійний струм від -20 мА до +20 мА



Можливо тільки 3 моделі приладу, моделі з 2-ма аналоговими виходами непередбачено.

Р - наявність інтерфейсу RS-485:

- 0 – інтерфейс відсутній
- 1 – інтерфейс присутній



При відсутності інтерфейсу RS-485 індикатор може конфігуруватись через вбудований інтерфейс USB. Циклічне опитування приладу в такому випадку заборонене!

Т - трансформатор струму (0 - 5А)

- 0 - внутрішній
- 1 - зовнішній

У – порт живлення:

- 0 – живлення індикатора від мережі 230 В
- 1 – живлення індикатора від вимірювальної мережі

1.2.2 Комплект поставки індикатора ІПМ-113 наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Комплект поставки індикатора ІПМ-113

Позначення	Найменування	Кількість
ПРМК.421457.122	Індикатор параметрів трьохфазної мережі ІПМ-113	1
ПРМК.421457.122 РЕ	Настановна щодо експлуатування	1*
ПРМК.421457.122 ПС	Паспорт	1
ПРМК.421457.087 ІН2	Комунікаційні функції. Інструкція (www.microl.ua)	

1.3 Технічні характеристики індикатора

1.3.1 Аналогові вхідні сигнали

Таблиця 1.3.1 – Технічні характеристики аналогових вхідних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Вимірювання фазної напруги	
Вхідний сигнал (діюче значення), В	~ (1...400), частотою від 45 до 65 Гц
З використанням зовнішніх трансформаторів напруги, В	~ (1×10^{-3} ... 4000×10^3), частотою від 45 до 65 Гц
Максимальне допустиме значення вхідної напруги (не більше 1 с), В	800,0
Межа основної зведеної похибки вимірювання, %	$\pm 0,25$
Роздільна здатність, В	1,0 (на індикаторі) 0,1 (по інтерфейсу)
Вхідний опір, кОм, не менше	750
Час опитування входу, с, не більше	1,0
Кількість каналів вимірювання	3
Вимірювання фазного струму	
Вхідний сигнал (діюче значення), А	від 0,005 до 5,0
З використанням зовнішніх трансформаторів струму, А	від $0,005 \times 10^{-3}$ до $50,0 \times 10^3$
Максимальне допустиме значення вхідного струму (не більше 1 с), А	10,0
Межа основної зведеної похибки вимірювання, %	$\pm 0,25$
Роздільна здатність, А	0,01 (на індикаторі) 0,001 (по інтерфейсу)
Вхідний опір, Ом, не більше	0,01
Час опитування входу, с, не більше	1,0
Кількість каналів вимірювання	3
Вимірювання повної, активної та реактивної потужності	
Вхідний сигнал (діюче значення), кВт, кВА, кВАр	від 0,02 до 2
З використанням зовнішніх трансформаторів (напруги/струму), кВт, кВА, кВАр	від $0,2 \times 10^{-6}$ до 200×10^9
Межа основної зведеної похибки вимірювання, %	$\pm 0,5$
Роздільна здатність, Вт, ВА, ВАр	0,01
Час обчислення, с, не більше	1,0
Кількість каналів вимірювання	3
Вимірювання частоти першої гармоніки мережі	
Діюча частота першої гармоніки, Гц	від 45,0 до 65,0
Межа основної зведеної похибки вимірювання, %	$\pm 0,15$
Роздільна здатність, Гц	0,01
Час опитування входу, с, не більше	1,0
Кількість каналів вимірювання	1
Вимірювання коефіцієнту потужності cosφ	
Діапазон вимірювання (у робочому діапазоні потужності)	від 0,0 до 1,0
Межа основної зведеної похибки вимірювання, %	$\pm 1,0$
Роздільна здатність	0,01
Час опитування входу, с, не більше	1,0
Кількість каналів вимірювання	3
Загальні параметри для всіх каналів вимірювання	
Межа додаткової похибки, викликаній зміною температури навколишнього середовища	<0.2% / 10°C
Гальванічна розв'язка	Вхідні кола ізолювані від інших кіл. Напруга гальванічної розв'язки не менше 2500 В.

1.3.2 Дискретні вихідні сигнали

1.3.2.1 Транзисторні виходи

Таблиця 1.3.2.1 – Технічні характеристики дискретних вихідних транзисторних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	до 3-х (за умови замовлення та відповідної моделі)
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

1.3.2.2 Релейні виходи

Таблиця 1.3.2.2 – Технічні характеристики дискретних вихідних релейних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	до 3-х (за умови замовлення та відповідної моделі)
Тип виходу	Перемикаючі контакти реле
Максимальна напруга комутації змінного струму (діюче значення)	230 В
Максимальне значення змінного струму	≤ 8 А при резистивному навантаженні ≤ 3 А при індуктивному навантаженні ($\cos\phi = 0,4$)
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	Дискретні виходи гальванічно ізолювані один від одного, від входів, інших виходів і інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 1500 В

1.3.3 Аналоговий вихідний сигнал

Таблиця 1.3.3 – Технічні характеристики аналогового уніфікованого вихідного сигналу

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових виходів	до 3-х (за умови замовлення та відповідної моделі)
Тип вихідного аналогового сигналу	Постійний струм (ДСТУ HD 452.1 S1): від 0 до 5 мА від 0 мА до 20 мА від 4 мА до 20 мА від -5 мА до +5 мА від -20 мА до +20 мА Напруга постійного струму (ДСТУ HD 452.1 S1): від 0 В до 10 В
Роздільна здатність ЦАП	16 розрядів
Межа основної зведеної похибки формування вихідного сигналу	$\leq 0.2\%$
Залежність вихідного сигналу від опору навантаження	$\leq 0,1\%$
Межа допустимої додаткової похибки, викликані 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

1.3.4 Послідовний інтерфейс RS-485

Таблиця 1.3.4 - Технічні характеристики послідовного інтерфейсу RS-485

Технічна характеристика	Значення
Кількість	1 (при умові замовлення)
Кількість приймально-передавальних пристроїв	До 32 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	Інтерфейс гальванічно ізолюваний від інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 500 В.

1.3.5 Інтерфейс USB

Таблиця 1.3.5 - Технічні характеристики інтерфейсу USB

Технічна характеристика	Значення
Кількість	1
Мережева швидкість	115200 кбіт/с
Мережева адреса	1
Тип кабелю	Micro-USB type B
Протокол зв'язку	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
Гальванічна розв'язка	Відсутня

1.3.6 Електричні дані

Таблиця 1.3.6 - Технічні характеристики електроживлення

Технічна характеристика	Значення
Живлення індикатора здійснюється від окремої мережі або від вимірювальної мережі (вказується при замовленні): - змінного струму	від 90 В до 264 В, 50 Гц
Споживання індикатора від мережі: - змінного струму	≤ 2.0 Вт
Енергонезалежність даних	EEPROM, магнітоелектрична MRAM

1.3.6 Умови експлуатування

Таблиця 1.3.8 - Умови експлуатування

Технічна характеристика	Значення
Кріплення індикатора	на DIN-рейку (DIN35x7,5 EN50022)
Габаритні розміри (ВхШхГ)	98 мм x 110 мм x 57 мм
Положення при монтажі	згідно з проектом
Маса блоку, не більше	0,4 кг



Експлуатація індикатора у вибухонебезпечних приміщеннях, а також в приміщеннях, повітря яких містить пил, домішки агресивних газів, що містять сірку або аміак, заборонена!

- 1.3.7 Рівень захисту від попадання всередину твердих речовин і води згідно з ДСТУ EN 60529 – IP30.
- 1.3.8 По захищеності від дії кліматичних чинників індикатор відповідає виконанню групи В4 згідно з ДСТУ ІЕС 60654-1, але для роботи при температурі від мінус 40 °С до плюс 70 °С.
- 1.3.9 По захищеності від дії вібрації індикатор відповідає класу V.6.H згідно з ДСТУ ІЕС 60654-3.
- 1.3.10 Середній час напрацювання на відмову з урахуванням технічного обслуговування, регламентованого настановою щодо експлуатування, - не менше ніж 100 000 годин.
- 1.3.11 Середній час відновлення працездатності ІПМ-113 - не більше 4 годин.
- 1.3.12 Середній термін експлуатування - не менше 10 років.
- 1.3.13 Середній термін зберігання - 1 рік.
- 1.3.14 Ізоляція електричних кіл ІПМ-113 щодо корпусу і між собою при температурі навколишнього середовища (20 ± 5)°С і відносній вологості повітря до 80% витримує протягом 1 хвилини дію випробувальної напруги синусоїдальної форми частотою (50±1) Гц з діючим значенням 2500 В.
- 1.3.15 Мінімально допустимий електричний опір ізоляції при температурі навколишнього середовища (20±5) °С і відносній вологості повітря до 80% становить не менше 40 МОм.
- 1.3.16 Рівні емісії індустриальних радіозавод, що створюються індикатором, не перевищують значень, передбачених для обладнання класу А згідно ДСТУ EN 61326-1.

1.3.17 Індикатори тривкі 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 комплекту поставки упакований згідно з кресленнями підприємства-виробника.

2 Функціональні можливості

Внутрішня програмна пам'ять індикатора ІПМ-113 містить велику кількість стандартних функцій необхідних для контролю за технологічними процесами і рішення більшості інженерних прикладних задач, наприклад, таких як:

- індикація поточного значень напруги, сили струму, частоти, потужності та коефіцієнта потужності на OLED дисплеї,
- порівняння результату перетворення з уставками мінімум і максимум, і сигналізацію відхилень, та спрацювання дискретних виходів,
- цифрова фільтрація (для ослаблення впливу промислових перешкод),
- масштабування шкали вимірюваного параметра,
- **лінійне перетворення**, на вибір користувача, одного із вхідних параметрів (напруги, струму, потужності, тощо) у вихідний аналоговий сигнал уніфікованого типу.

Індикатор ІПМ-113 конфігурується за допомогою передньої панелі приладу або через інтерфейс USB або RS-485 (протокол ModBus RTU).

Параметри конфігурації індикатора ІПМ-113 зберігаються в енергонезалежній пам'яті.

3. Конструкція та принцип роботи

3.1 Конструкція індикатора

Індикатор ІПМ-113 сконструйований за блочним принципом і включає:

- пластмасовий корпус,
- фронтальний блок передньої панелі з елементами обслуговування (клавіатурою) та індикації,
- клемними колодками для підключення зовнішніх вхідних та вихідних ланцюгів.

3.2 Передня панель індикатора

Для кращого спостереження за технологічними параметрами індикатор ІПМ-113 обладнано активною цифровою індикацією для відображення вимірюваної величини, необхідною кількістю клавіш обслуговування та сигналізаційних світлодіодних індикаторів для різних статусних режимів та сигналів. Зовнішній вигляд передньої панелі індикатора ІПМ-113 наведено рисунку 3.1.

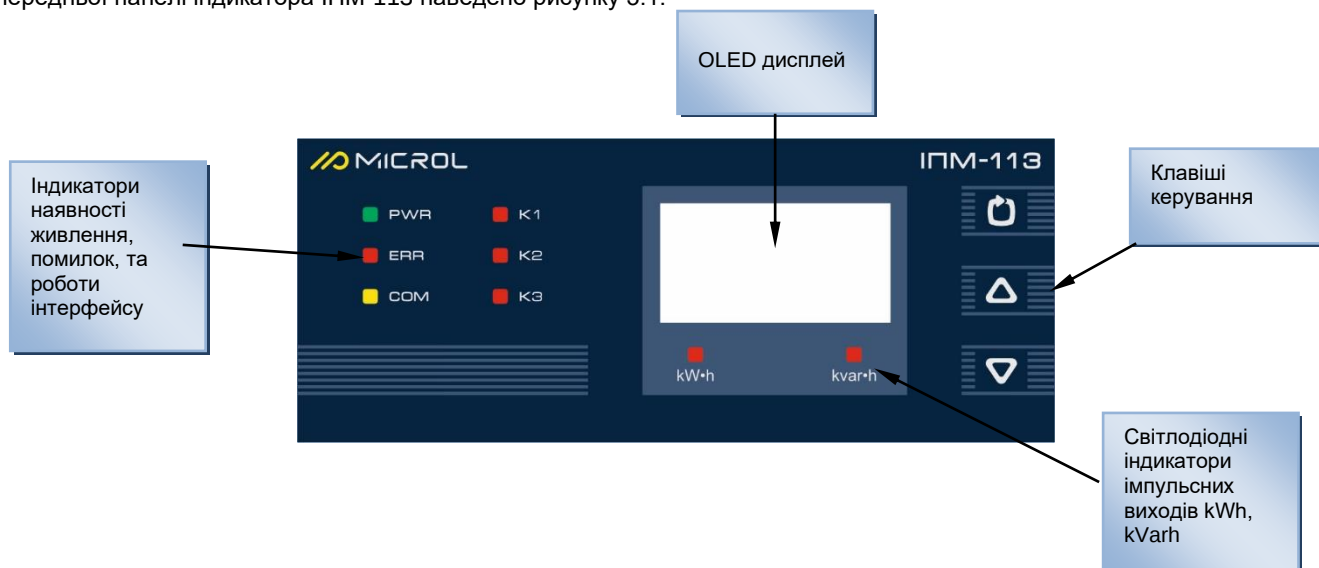


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд передньої панелі індикатора ІПМ-113

3.3 Призначення дисплея та індикаторів передньої панелі

Індикатор ІПМ-113 може працювати на двох рівнях:

- **РОБОТА** - Вимірювання, обробка, відображення.
- **КОНФІГУРАЦІЯ** – налаштування параметрів індикатора.

У індикаторі ІПМ-113 в режимі РОБОТА є ряд вікон відображення параметрів, у розширеному режимі відображення параметрів кожне вікно має додаткові підрівні відображення. Вище вказане зображено на *рисунку 3.2 та рисунку 3.3 – розширений режим*.

Режим індикації є станом, що запам'ятовується. Після включення живлення індикатор буде знаходитися в тому режимі, в якому він перебував на момент вимкнення, а також запам'ятовується останній активний екран.

Дисплей індикатора на рівні КОНФІГУРАЦІЯ відображає:

- назву рівня меню та номер параметра меню,
- значення параметра меню.

Призначення індикаторів передньої панелі індикатора наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Призначення світлодіодних індикаторів передньої панелі індикатора.

Індикатор	Умова, за яких загоряється
Індикатор PWR	Світиться, якщо на ІПМ-113 подано напругу живлення
Індикатор ERR	Світиться, якщо присутні помилки в роботі ІПМ-113
Індикатор COM	Блимає, якщо відбувається передача даних інтерфейсним каналом зв'язку.
Індикатор K1	Світиться коли включений дискретний вихід DO1.
Індикатор K2	Світиться коли включений дискретний вихід DO2.
Індикатор K3	Світиться коли включений дискретний вихід DO3.
Індикатор kWh	Частота миготіння індикатора вказує на рівень сигналу повної потужності з коефіцієнтом передачі 3200 імп/kWh
Індикатор kVarh	Частота миготіння індикатора вказує на рівень сигналу реактивної потужності з коефіцієнтом передачі 3200 імп/kVar

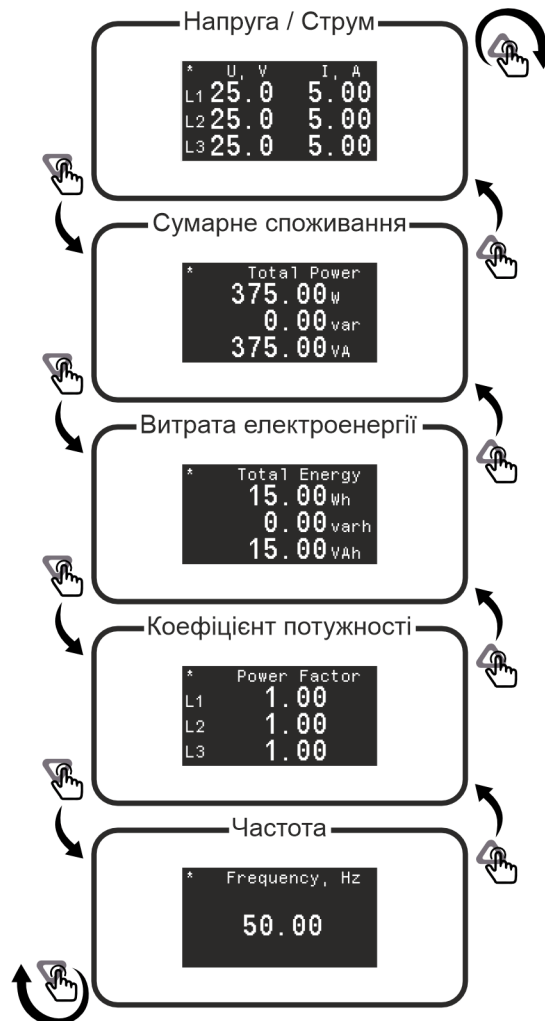


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд стандартних екранів контролю вхідних та розрахункових параметрів ІПМ-113

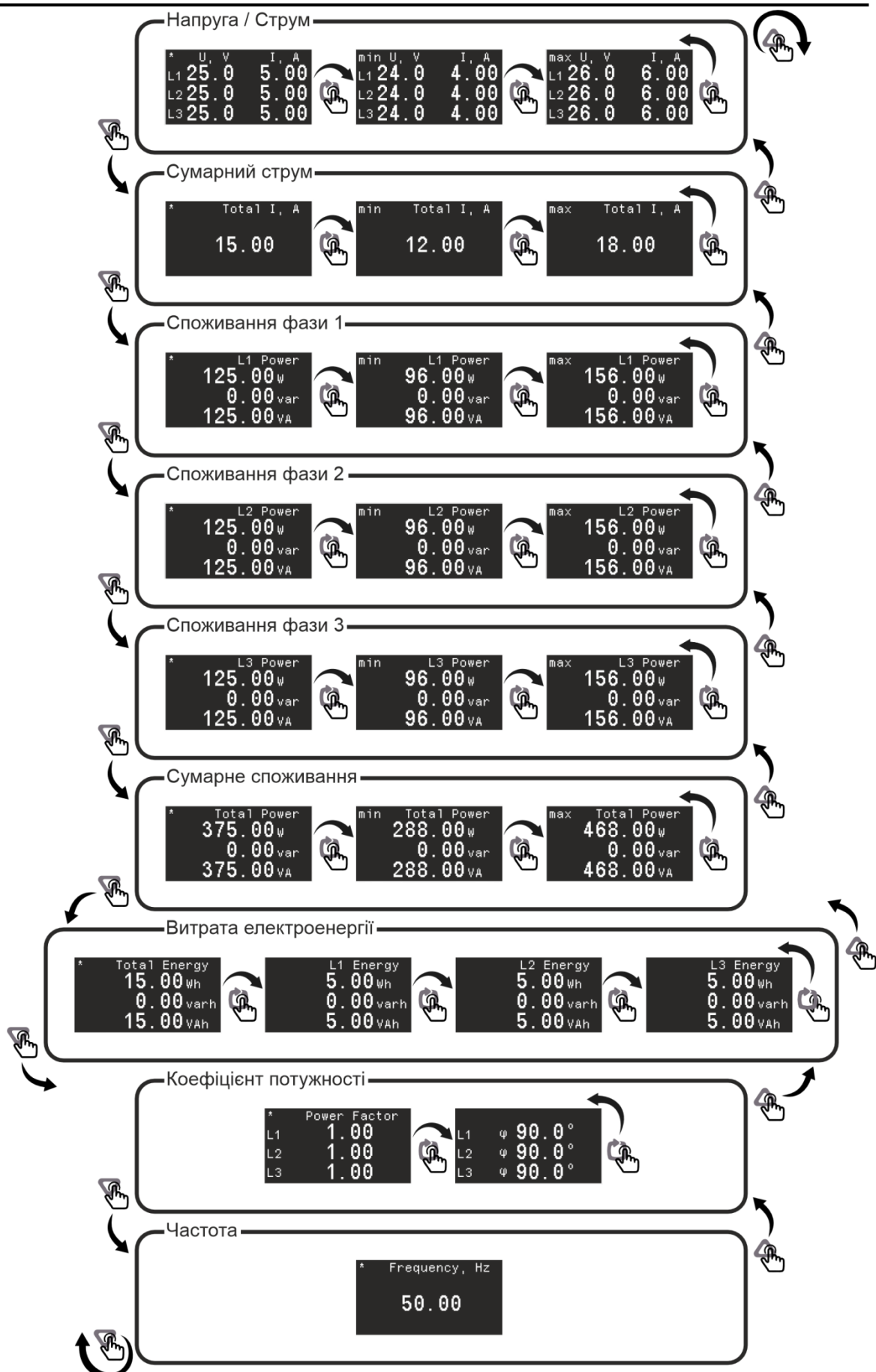


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд розширеного режиму відображення екранів контролю вхідних та розрахункових параметрів ІПМ-113

3.4 Призначення клавіш та їх комбінацій

- Клавіша []

Клавіша призначена для підтвердження виконуваних дій або операцій, для фіксації значень, що вводяться. Наприклад, підтвердження скидання показань індикатора з передньої панелі, фіксація введення зміненого завдання, підтвердження входу в конфігураційний режим, просування по рівнях конфігурації і т.п. Довготривале утримання даної клавіші дає можливість входу в режим КОНФІГУРАЦІЯ, вихід з режиму КОНФІГУРАЦІЯ, або з інших рівнів конфігурації довготривалого натискання клавіші []

- Клавіша []

На рівні РОБОТА при кожному натисканні цієї кнопки відбувається перехід на інше вікно відображення вниз.

На рівні КОНФІГУРАЦІЯ при кожному натисканні цієї кнопки відбувається зменшення значення пункту меню конфігурації. Для зміни значення параметра в меншу сторону, при тривалому утриманні клавіші відбувається автоматичне прискорення зміни параметру.

- Клавіша []

На рівні РОБОТА при кожному натисканні цієї кнопки відбувається перехід на інше вікно відображення вгору.

На рівні КОНФІГУРАЦІЯ при кожному натисканні цієї кнопки відбувається збільшення значення пункту меню конфігурації. Для зміни значення параметра в більшу сторону, при тривалому утриманні клавіші відбувається автоматичне прискорення зміни параметру.

- Клавіша [] + []

Виклик вікна відображення назви приладу, його ідентифікатора в мережі а також версії програмного забезпечення індикатора. Вихід із даного вікна відбудеться після короткотривалого натискання клавіші [], або автоматично після 20 сек.

- Клавіша [] + []

Виклик вікна відображення помилок в роботі індикатора. Вихід із даного вікна відбудеться після довготривалого натискання клавіші [], або автоматично після 20 сек.

3.5 Структурна схема

Індикатор має три входи для вимірювання: напруги, сили струму, частоти, потужності і коефіцієнта потужності. Структурно пристрій складається із аналогового цифрового перетворювача АЦП (ADC), мікроконтролера (CPU), драйвера RS-485 з гальванічною розв'язкою та вторинного джерела живлення підключеного до входних кіл вимірювання напруги з гальванічною розв'язкою. Структурна схема ІПМ-113 наведена на рисунку 3.3.

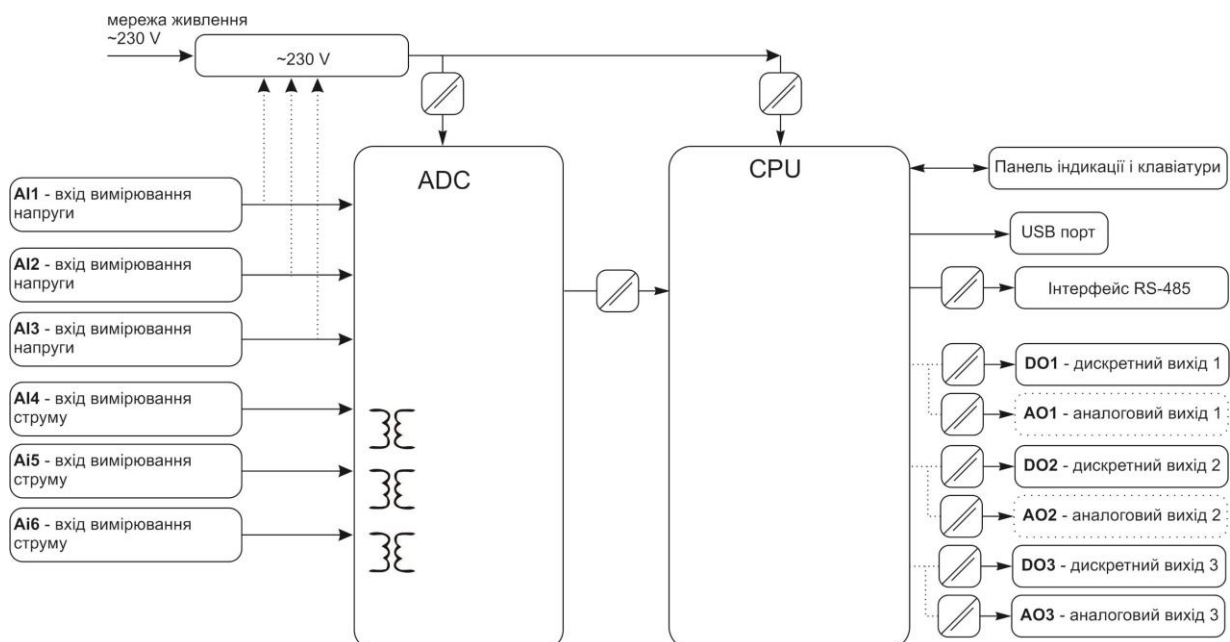


Рисунок 3.3 - Структурна схема індикатора ІПМ-113

3.6 Принцип роботи індикатора

3.6.1 Вимірювання напруги.

Вхідний сигнал, що надходить на клеми пристрою, перетворюється подільником напруги, що реалізований на прецизійних резисторах, та надходить на фільтр нижніх частот зі зрізом на частоті 70 кГц та пригніченням 20 дБ/дек. Подальша обробка сигналу виконується спеціалізованим Σ - Δ АЦП та мікроконтролером, де розраховується діюче значення напруги V_{rms} за наступною формулою:

$$V_{rms} = K_V \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2 * (t) dt}$$

де V – значення фазної напруги,
 T – період,
 K_V – коефіцієнт трансформації за напругою.

3.6.2 Вимірювання струму

Вхідний сигнал, що надходить на клеми пристрою, проходить через струмовий трансформатор та надходить на фільтр нижніх частот зі зрізом на частоті 70 кГц та пригніченням 20 дБ/дек. Подальша обробка сигналу виконується спеціалізованим Σ - Δ АЦП та мікроконтролером, де діючий струм I_{rms} розраховується за наступною формулою :

$$I_{rms} = K_I \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2 * (t) dt}$$

де I – значення фазного струму
 K_I – коефіцієнт трансформації за струмом.

3.6.3 Вимірювання повної, активної та реактивної потужності

Значення повної, активної та реактивної потужності одержують обчисленням за формулами, що описані нижче.

Повна потужність

$$S = V_{rms} * I_{rms}$$

або

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Активна потужність

$$P = V_{rms} * I_{rms} * \cos \varphi ,$$

де φ – кут зміщення між V та I .

Реактивна потужність

$$Q = V_{rms} * I_{rms} * \sin \varphi ,$$

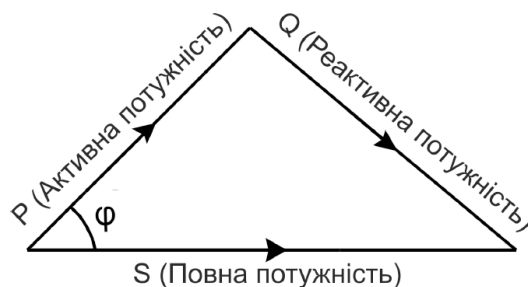


Рисунок 3.4 – Діаграма співвідношення потужностей

Частота першої гармоніки

Для вимірювання частоти першої гармоніки використовується функція спеціалізованого АЦП «перетину сигналом нульового рівня». Тоді, у першому каналі напруги АЦП формує сигнали для мікроконтролера, різниця між якими за часом перераховується у частоту, при цьому значення частоти повинно попасти у діапазон від 45 до 65 Гц.

Коефіцієнт потужності

Значення коефіцієнту потужності $\cos\phi$ одержують обчисленням за наступною формулою:

$$\cos\phi = P/S$$

Коефіцієнт потужності розраховується у діапазоні вимірювання потужності - від 0,02 до 2 кВт.

3.6.4 Використання узгоджувальних трансформаторів

Допускається підключення каналів напруги або каналів струму через узгоджувальні трансформатори, у цьому випадку необхідно встановити у параметрах **V SCALE** або **I SCALE** значення коефіцієнтів трансформації зовнішніх трансформаторів. За умовчанням мається на увазі, що трансформатор не використовується, та значення цього параметру рівне 1.0. Параметри можуть набувати значень від 0.001 до 9999.

Наприклад, якщо необхідно виміряти напругу 600 В, але пристрій виміряє напругу до 400 В, припустимо, використовується знижувальний трансформатор 600/300. Тоді значення параметра **V SCALE** буде рівне 2.

Параметри, що походять від напруги та струму, такі як потужність, у випадку використання узгоджувальних трансформаторів перераховуються пристроєм з урахуванням значень коефіцієнтів трансформації (**V SCALE** або **I SCALE**).

Наприклад, якщо необхідно виміряти повну потужність 3,3 кВА, при цьому напруга укладається у діапазон та складає 230 В, але струм навантаження до 150 А та використовується трансформатор струму 30/5, з **I SCALE** = 6, відповідно, у результаті обчислень пристрій видасть значення повної потужності 3,3 кВА.

4. Використання за призначенням

4.1 Експлуатаційні обмеження під час використання індикатора

4.1.1 Місце встановлення індикатора ІПМ-113 має відповідати таким умовам:

- забезпечувати зручні умови для обслуговування та демонтажу;
- температура та відносна вологість навколишнього повітря повинна відповідати вимогам кліматичного виконання індикатора;
- навколишнє середовище не повинно містити струмопровідних домішок, а також домішок, які спричиняють корозію деталей індикатора;
- 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 Під час експлуатування індикатора необхідно виключити:

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

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

4.2 Підготовка індикатора до використання. Вимоги до місця встановлення

4.2.1 Звільніть індикатор від пакування.

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

4.2.3 Індикатор повинен встановлюватись у закритому вибухобезпечному та пожежобезпечному приміщенні. Використовуйте індикатор при температурі та вологості, що відповідають вимогам та умовам експлуатування зазначеним у розділі 1.3 цієї настанови.

4.2.4 Не захащуйте простір навколо пристрою для нормального теплообміну. Відведіть достатньо місця для вентиляції пристрою. Не закривайте вентиляційні отвори на корпусі пристрою. Якщо індикатор нагрівається, використовуйте вентилятор для охолодження до температури нижче 70°C.

4.2.5 Габаритні та приєднувальні розміри індикатора ІПМ-113 наведено у додатку А.

4.3 З'єднання із зовнішніми пристроями. Вхідні та вихідні ланцюги

4.3.1 **УВАГА!!!** При підключенні індикатора ІПМ-113 дотримуватись вказівок заходів безпеки розділу 5.2 цієї інструкції.

4.3.2 Кабельні зв'язки, що з'єднують індикатор ІПМ-113, підключаються через клеми з'єднувальних роз'ємів відповідно до вимог "Правил улаштування електроустановок".

4.3.3 Підключення входів-виходів до індикатора ІПМ-113 проводять відповідно до схем зовнішніх з'єднань, наведених у додатку Б.

4.3.4 При підключенні ліній зв'язку до вхідних та вихідних клем вживайте заходів щодо зменшення впливу наведених шумів: використовуйте вхідні та (або) вихідні шумоподавлюючі фільтри для індикатора (в т.ч. мережеві), шумоподавлюючі фільтри для периферійних пристроїв, використовуйте внутрішні цифрові фільтри входів ІПМ-113.

4.3.5 Не допускається об'єднувати в одному кабелі (джгуті) ланцюги, якими передаються вхідні сигнали, інтерфейсні сигнали і силові сигнальні. 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 обладнання.

4.3.6 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.

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

4.3.8 Підключайте стабілізатори або фільтри шуму до периферійних пристроїв, що генерують електромагнітні та імпульсні перешкоди (зокрема, моторам, трансформаторам, соленоїдам, магнітним катушкам та іншим пристроям, що мають випромінюючі компоненти).

4.4 Підключення електроживлення індикатора

4.4.1 **УВАГА!!!** При підключенні електроживлення індикатора дотримуватись вказівок заходів безпеки розділу 5.2 цієї настанови.

4.4.2 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 настанов щодо експлуатування. При необхідності для безперервних технологічних процесів повинен бути передбачений захист від відключення (або виходу з ладу) системи подачі електроживлення – встановленням джерел безперебійного живлення.

4.4.3 Встановлюючи шумопригнічуючий фільтр (сигнальний або мережевий), обов'язково уточніть його параметри (напруга, що використовується, і струми, що пропускаються). Розташовуйте фільтр якомога ближче до індикатора.

4.5 Конфігурація індикатора

4.5.1 Індикатор ІПМ-113 конфігурується за допомогою передньої панелі індикатора, через гальванічно розділений інтерфейс RS-485 (протокол ModBus) що дозволяє також використовувати індикатор як віддалений прилад при роботі в сучасних мережах управління та збору інформації, або через спеціально передбачений USB порт.



Послідовний інтерфейс USB призначений тільки для конфігурування індикатора.

4.5.2 Параметри конфігурації індикатора ІПМ-113 зберігаються в енергонезалежній пам'яті.

4.5.3 Програма конфігурації індикатора ІПМ-113 має бути складена заздалегідь та оформлена у вигляді таблиці, що позбавить користувача помилок при введенні параметрів конфігурації.

4.6 Режим РОБОТА

Індикатор переходить на цей рівень щоразу, коли включається живлення.

З цього рівня можна перейти на рівень конфігурації та налаштувань.

В процесі роботи можна здійснювати моніторинг, тобто. візуально відстежувати вимірювані величини, на світлодіодних індикаторах період слідування вихідний імпульсів активної і реактивної потужності.

Підключення входів-виходів до індикатора ІПМ-113 здійснюють відповідно до схем зовнішніх з'єднань, наведених у додатку Б.

Свічення індикатора **ERR** на передній панелі вказує на наявність помилок в роботі індикатора:

- **SAFE MODE** — безпековий режим
- **SYS ERR** - помилка мікросхеми АЦП
- **EEPROM ERR** - помилка мікросхеми пам'яті
- **IWDG RELOAD** - відбулося перезавантаження сторожовим таймером
- **DISPLAY ERR** – немає обміну даних з дисплеєм
- **CT REVERSAL** – не вірне підключення струмового трансформатора ($PF < 0$), необхідно поміняти місцями провідники зовнішнього підключення струмових входів
- **V UNBALANCE** - перебіс по напрузі ($U > U+10\%$ або $U < U-10\%$) або відсутність вхідної напруги в одній або декількох фазах.
- **I UNBALANCE** - перебіс по струму ($I > I+50\%$ або $I < I-50\%$)

4.7 Режим КОНФІГУРАЦІЯ

ІПМ-113 – компактний індикатор, що вільно конфігурується, який працює відповідно до налаштувань і параметрів, які задає користувач проводячи конфігурацію приладу.

Виклик рівня конфігурації та налаштувань здійснюється з рівня **РОБОТА** тривалим, більше 3-х секунд, натисканням клавіші [].

При цьому з'являється діалогове вікно доступу до рівня **КОНФІГУРАЦІЯ**:

PASSWORD

0

З англійської «password» – пароль.

За допомогою кнопок на передній панелі індикатора [] і [] встановити значення пароля, **2** і натиснути клавішу [].

Якщо пароль введено неправильно, то індикатор перейде назад на рівень **РОБОТА**.

Параметри кожного меню розділені за групами, кожна з яких називається "рівень". Кожне задане значення (елемент налаштування) у цих рівнях називається "параметром". Параметри, що використовуються в індикаторі ІПМ-113, згруповані у рівні меню.

Призначення рівнів конфігурації ІПМ-113 показано у таблиці 4.1.

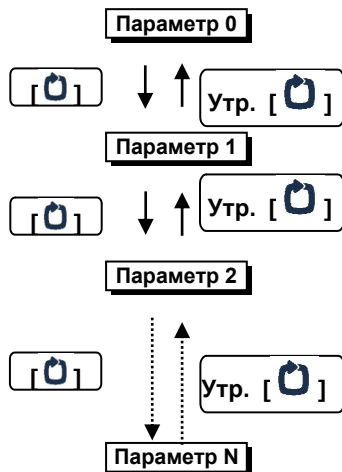
Таблиця 4.1 Призначення рівнів конфігурації ІПМ-113

Назва РІВНЯ	Призначення рівня
MAIN	Загальні налаштування індикатора
ALARM 1	Налаштування блоку сигналізації 1
ALARM 2	Налаштування блоку сигналізації 2
ALARM 3	Налаштування блоку сигналізації 3
ALARM 4	Налаштування блоку сигналізації 4
ALARM 5	Налаштування блоку сигналізації 5
ALARM 6	Налаштування блоку сигналізації 6
ALARM 7	Налаштування блоку сигналізації 7
ALARM 8	Налаштування блоку сигналізації 8
ALARM 9	Налаштування блоку сигналізації 9
FUNC BLOCK 1	Налаштування блоку логіки 1
FUNC BLOCK 2	Налаштування блоку логіки 2
FUNC BLOCK 3	Налаштування блоку логіки 3
DO 1	Налаштування першого дискретного виходу*
DO 2	Налаштування другого дискретного виходу*
DO 3	Налаштування третього дискретного виходу*
AO 1	Налаштування першого аналогового виходу*
AO 2	Налаштування другого аналогового виходу*
AO 3	Налаштування третього аналогового виходу*
RS-485	Налаштування параметрів інтерфейсу RS-485
DISPLAY	Налаштування відображення

* Налаштування проводиться тільки коли замовлено відповідні вихідні пристрої.

4.8 Редагування та налаштування параметрів індикатора

4.8.1 Вибір параметрів конфігурації



- Щоб вибрати параметри на кожному рівні, натисніть [0]. При кожному натисканні клавіші [0] відбувається перехід до наступного параметра.

- Для переходу до попереднього параметра конфігурації використовується утримання [0].

Зміна параметру в меню налаштувань

Для зміни вибраного параметру потрібно натиснути клавішу [0], після чого значення параметру почне мигати.

Зміна числа здійснюється клавішами [Δ] - "+1", і [▽] - "-1".

Утримуючи відповідну клавішу число буде змінюватись циклічно, при переході розряду через нуль почне змінюватись наступний розряд.

Одночасно утримуючи клавішу [0] можна прискорити зміну числа.

При утримуванні клавіші [Δ] або [▽] число обмежене допустимим діапазоном значень і зупиниться при досягненні межі.

При нажаті [Δ] або [▽] число буде змінюватись по колу в межах допустимого діапазону.

Зміна значень з плаваючою комою здійснюється по черзі (окремо ціла частина, окремо дробова) переключення між частинами здійснюється клавішею [0].

Для підтвердження зміни параметру натиснути [0] після чого, якщо число достовірне, і входить в допустимі межі, відобразиться повідомлення "CONFIRM?", для остаточного підтвердження натиснути [0], щоб відмінити - будь-яку іншу клавішу.

Якщо число виходить за допустимі межі для обраного параметру, число заміниться на значення межі, яку воно перевищує.

Якщо значення параметру не було змінено, клавіша [0] виходить з режиму вводу значення

Для вводу значення з плаваючою комою, потрібно вибрати її клавішами [Δ] і [▽] в тому розряді, де це необхідно, при цьому в числі не може бути більше ніж одна кома, **для перенесення коми в інший розряд, спершу потрібно забрати кому з попереднього розряду.**

Для підтвердження зміни параметру натиснути [0], після чого, якщо число достовірне, і входить в допустимі межі, відобразиться повідомлення "CONFIRM?", для остаточного підтвердження натиснути [0], щоб відмінити - будь-яку іншу клавішу.

Якщо значення не достовірне (має зайві нулі спереди або ззаді, або кількість знаків після коми більша ніж допустима), число заміниться на достовірне найближче до того, що було введено (наприклад -0012,34000 -> -12,34)

Якщо число виходить за допустимі межі для обраного параметру, число заміниться на значення межі, яку воно перевищує

Якщо значення параметру не було змінено, клавіша [] виходить з режиму вводу значення

4.8.2 Параметри меню конфігурації

4.8.2.1 Параметри меню MAIN

V SCALE – масштабний коефіцієнт по напрузі

Числове значення – від 0 до 99999,0 одиниць вимірювання індикатора, за замовчуванням 1.0



Якщо вимірюється напруга прямим підключенням, без застосування трансформатора напруги, тоді повинно бути значення по замовчуванні = 1,0

Якщо використовується підключення через зовнішні трансформатори напруги, необхідно змінити коефіцієнт згідно дільника трансформатора напруги.

I SCALE - масштабний коефіцієнт по струму

Числове значення – від 0 до 99999,0 одиниць вимірювання індикатора за замовчуванням 1.0



Якщо вимірюється струм прямим підключенням (до 5A), без застосування трансформатора струму, тоді повинно бути значення по замовчуванні = 1,0

Якщо використовується підключення через зовнішні трансформатори струму, необхідно змінити коефіцієнт згідно дільника трансформатора струму.

AVG TIME - час усереднення

Числове значення – в межах від 1 до 9999 сек, за замовчуванням 10.0 сек



Величина часу усереднення вимірювань. Чим більший час тим плавніше вимірювання але рідше оновлюються дані.

IRQ TIME - час утримування переривань

Числове значення – в межах від 1 до 9999 сек, за замовчуванням 10.0 сек

FREQ SELECT - вибір фази для зчитування частоти

Числове значення – від 0 до 2 (0 – фаза А, 1 – фаза В, 2 – фаза С), за замовчуванням 0 (фаза А)



Необхідно вибрати фазу, по якій буде вимірюватися і розраховуватися частоти

PHASE SEL 1 - вибір фаз, які будуть включені при обрахунку частоти імпульсних виходів (бітовий 0b000..0b111). **Числове значення** – від 0 до 7 за замовчуванням 7

PHASE SEL 2 - вибір фаз, які будуть включені при обрахунку частоти імпульсних виходів (бітовий 0b000..0b111). **Числове значення** – від 0 до 7 за замовчуванням 7

PHASE SEL 3 - вибір фаз, які будуть включені при обрахунку частоти імпульсних виходів (бітовий 0b000..0b111). **Числове значення** – від 0 до 7 за замовчуванням 7

METER CONST — кількість імпульсів на kWh імпульсних виходів



Параметри налаштовують період формування і спрацювання виходу, а також індикаторів kWh та kVarh в режимі імпульсів в залежності від зміни величини вимірювання (споживання потужності).

CONN MODE – тип підключення.

Числове значення від — 0 до 1 (0 – зірка, 1 – трикутник)

4.8.2.2 Параметри ALARM 1- ALARM 9

В даному пункті меню, налаштовуються логіка роботи та параметри функції сигналізації або спрацювання дискретних виходів. Передбачені наступні параметри:

SOURCE - джерело сигналу (вхідний параметр) ALARMx (0..33), для вибраного номера блоку сигналізації:

- 0 - напруга L1
- 1 - напруга L2
- 2 - напруга L3
- 3 - струм L1
- 4 - струм L2
- 5 - струм L3
- 6 - активна потужність L1
- 7 - реактивна потужність L1
- 8 - повна потужність L1
- 9 - активна потужність L2
- 10 - реактивна потужність L2
- 11 - повна потужність L2
- 12 - активна потужність L3
- 13 - реактивна потужність L3
- 14 - повна потужність L3
- 15 - сумарна активна потужність
- 16 - сумарна реактивна потужність
- 17 - сумарна повна потужність
- 18 - сумарний струм
- 19 - косинус фі L1
- 20 - косинус фі L2
- 21 - косинус фі L3
- 22 - акумульована активна потужність L1
- 23 - акумульована реактивна потужність L1
- 24 - акумульована повна потужність L1
- 25 - акумульована активна потужність L2
- 26 - акумульована реактивна потужність L2
- 27 - акумульована повна потужність L2
- 28 - акумульована активна потужність L3
- 29 - акумульована реактивна потужність L3
- 30 - акумульована повна потужність L3
- 31 - сумарна акумульована активна потужність
- 32 - сумарна акумульована реактивна потужність
- 33 - сумарна акумульована повна потужність

MODE – режим роботи ALARMx (0..3), для вибраного номера блоку сигналізації (див таблицю 4.1):

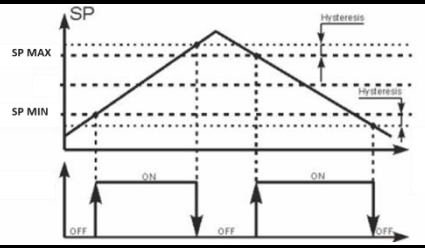
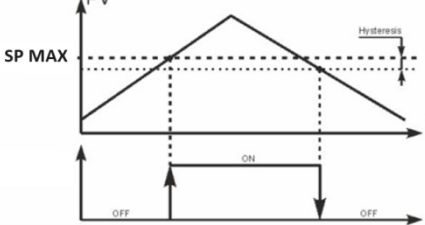
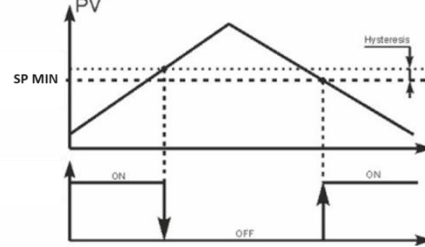
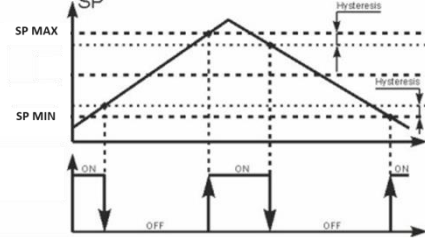
- 0 — в межах **SP MIN** та **SP MAX**
- 1 — вище максимуму **SP MAX**
- 2 — нижче мінімуму **SP MIN**
- 3 — поза межами **SP MIN** та **SP MAX**

SP MIN - уставка нижче мінімуму (-99999..99999), для вибраного номера блоку сигналізації:

SP MAX - уставка вище максимуму (-99999..99999), для вибраного номера блоку сигналізації:

HYSTERESIS - гістерезис ALARMx (0..99999), для вибраного номера блоку сигналізації:

Таблиця 4.1 – Режим роботи блоків сигналізації ALARMx

Значення параметрів ALT.1÷ALT.4	Стан вихідних сигналів	Опис роботи
0 – параметр в межах вказаних уставок SP MIN та SP MAX		Сигналізація спрацює, коли параметр увійде в межі SP MIN та SP MAX заданої точки, та вимкнеться, коли параметр вийде за вказані межі, але з урахуванням гістерезису HYSTERESIS
1 – параметр більший, ніж уставка SP MAX		Сигналізація спрацює, коли параметр стане більшим за уставку SP MAX , та вимкнеться, коли параметр стане меншим, але з урахуванням гістерезису HYSTERESIS
2 – параметр менший, ніж уставка SP MIN		Сигналізація спрацює, коли параметр стане меншим за уставку SP MIN , та вимкнеться, коли параметр стане більшим, але з урахуванням гістерезису HYSTERESIS
3 – параметр поза межами вказаних уставок SP MIN та SP MAX		Сигналізація спрацює, коли параметр відхилиться від заданої точки так, що вийде за межі SP MIN та SP MAX , та вимкнеться, коли параметр увійде за вказані межі, але з урахуванням гістерезису HYSTERESIS

4.8.2.3 Параметри FUNC BLOCK1 - FUNC BLOCK3

Дане меню, дає можливість налаштувати більш розширену систему сигналізації. Кожен функціональний блок дає можливість згрупувати ALARM у спільну функцію, які будуть працювати по логіці «І» чи «АБО». Для використання даної функції, необхідно в параметрі **«Mode»** - вибрати функцію та в параметрі **«SOURCE»** - вибрати які саме ALARM будуть використанні, якщо 1 використовується та 0 – якщо ні.

MODE – режим роботи FUNC BLOCK

0 - «АБО»

1 - «І»

SOURCE x (0..6) – 9 джерел входів в кожному із джерел вказати 0 (ні) або 1 (так)

0 - не задіяно

1 - ALARM1

2 - ALARM2

3 - ALARM3

4 - ALARM4

5 - ALARM5

6 - ALARM6

7 - ALARM7

8 - ALARM8

9 - ALARM9

4.8.2.4 Параметри DO1 – DO3

В даному пункті меню, налаштовується можливість включення/виключення 3-х дискретних виходів, по логіці або ALARM або FUNC BLOCK. По замовчуванні логіка спрацювання **виключена**. Для використання, необхідно в меню **«SOURCE»**, встановити значення відмінне від 0.

SOURCE - джерело сигналу для ДО (0..13):

- 0 – вимкнено
- 1 - ALARM1
- 2 - ALARM2
- 3 - ALARM3
- 4 - ALARM4
- 5 - ALARM5
- 6 - ALARM6
- 7 - ALARM7
- 8 - ALARM8
- 9 - ALARM9
- 10 - FUNC BLOCK1
- 11 - FUNC BLOCK2
- 12 - FUNC BLOCK3
- 13 - мережеве керування

INVERSE - інверсія роботи дискретного виходу:

- 0 - активний високий рівень
- 1 - активний низький рівень

SAFE STATE — стан DO в безпековому режимі (коли управління виходом по мережі):

- 0 - низький рівень
- 1 - високий рівень
- 2 - попередній стан

INIT STATE — початковий стан DO (коли управління виходом по мережі):

- 0 - низький рівень
- 1 - високий рівень
- 2 - попередній стан

4.8.2.5 Параметри AO1 – AO3

В даному пункті меню, налаштовується можливість перетворення вхідних сигналів (на вибір в меню **«SOURCE»**,) у вихідний аналоговий сигнал, уніфікованого типу – **функція перетворення**. По замовчуванні функція виключена. Для використання, необхідно в меню **«SOURCE»**, встановити значення відмінне від 0.

SOURCE - джерело сигналу для АО (0..35)

- 0 – вимкнено
- 1 - напруга L1
- 2 - напруга L2
- 3 - напруга L3
- 4 - струм L1
- 5 - струм L2
- 6 - струм L3
- 7 - активна потужність L1
- 8 - реактивна потужність L1
- 9 - повна потужність L1
- 10 - активна потужність L2
- 11 - реактивна потужність L2
- 12 - повна потужність L2
- 13 - активна потужність L3
- 14 - реактивна потужність L3

- 15 - повна потужність L3
- 16 - сумарна активна потужність
- 17 - сумарна реактивна потужність
- 18 - сумарна повна потужність
- 19 - сумарний струм
- 20 - косинус фі L1
- 21 - косинус фі L2
- 22 - косинус фі L3
- 23 - акумульована активна потужність L1
- 24 - акумульована реактивна потужність L1
- 25 - акумульована повна потужність L1
- 26 - акумульована активна потужність L2
- 27 - акумульована реактивна потужність L2
- 28 - акумульована повна потужність L2
- 29 - акумульована активна потужність L3
- 30 - акумульована реактивна потужність L3
- 31 - акумульована повна потужність L3
- 32 - сумарна акумульована активна потужність Вт
- 33 - сумарна акумульована реактивна потужність Вт
- 34 - сумарна акумульована повна потужність Вт
- 35 - сумарна активна потужність кВт
- 36 - сумарна реактивна потужність кВт
- 37 - сумарна повна потужність кВт
- 38 - сумарна акумульована активна потужність кВт
- 39 - сумарна акумульована реактивна потужність кВт
- 40 - сумарна акумульована повна потужність кВт
- 41 - мережеве керування



В параметрі «**SOURCE**», меню «**AO**» вибирається вхідний сигнал (параметр), який необхідно лінійно перетворювати у вихідний аналоговий сигнал.

MODE – тип вихідного аналогового сигналу (0..5)

- 0 - 0..10 В
- 1 - 0..20 мА
- 2 - 4..20 мА
- 3..5 – резерв

SCALE MIN- нижня межа параметру (-99999..99999)

SCALE MAX - верхня межа параметру (-99999..99999)



В параметрах «**SCALE MIN**» та «**SCALE MAX**», налаштовується шкала аналогового виходу з врахуванням діапазону зміни вхідного параметра, який вибраний в параметрі «**SOURCE**», меню «**AO**».

4.8.2.6 Параметри для RS-485

В даному пункті меню, налаштовується параметри роботи інтерфейсу RS-485.

ADDRESS - адреса пристрою

- 0 – пристрій вимкнено від мережі
- 1 – 255 – адрес пристрою в мережі (по замовчуванні 10)

SPEED - швидкість обміну даних по мережі RS485 (біт/с)

- 0 – 2400
- 1 – 4800
- 2 – 9600
- 3 – 14400
- 4 – 19200
- 5 – 28800

- 6 – 38400
- 7 – 57600
- 8 – 76800
- 9 – 115200 (по замовчуванні)
- 10 – 230400
- 11 – 460800
- 12 – 921600

PAR CONTR - контроль парності

- 0 – без контролю
- 1 – контроль парності
- 2 – контроль непарності

STOP BIT – кількість стоп біт

- 0 – один біт
- 1 – два біти

BYTES ORDER - порядок слідування байт

- 0 – порядок передачі байт A, B, C, D. (Big-endian)
- 1 – порядок передачі байт D, C, B, A. (Little-endian) - по замовчуванні
- 2 – порядок передачі байт B, A, D, C. (Big-endian byte swap) - по замовчуванні
- 3 – порядок передачі байт C, D, A, B. (Little-endian byte swap) - по замовчуванні

4.8.2.6 Параметри DISPLAY

В даному пункті меню, налаштовується вікна відображення в режимі РОБОТА.

BLANK TIME - час вимкнення підсвітки дисплею:

- 0 – завжди ввімкнений
- «1 ÷ 60» – час через який буде вимкнено підсвітку дисплею, якщо не було будь яких натискань на клавіші передньої панелі протягом визначеного часу в хвилинах.

EXTEND VIEW - ввімкнення розширеного режиму відображення:

- 1 – ввімкнено,
- 0 – вимкнено

UPDATE TIME - період оновлення даних на індикаторі

Числове значення – від 10 до 60 000 мсек за замовчуванням 500 мсек

4.9 Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті

Після редагування параметрів конфігурації необхідно записати в енергонезалежну пам'ять, щоб після відключення живлення індикатора вони збереглися. В індикаторі передбачено запис до п'яти різних параметрів налаштування користувача які визначаються як профіль.

Параметри SYSTEM

SAVE – зберегти налаштування

- 1 – параметри налаштування будуть збережені в енергонезалежну пам'ять і вступають в дію лише після включення і виключення живлення.
- 2 – параметри налаштування будуть збережені в енергонезалежну пам'ять і автоматично прилад буде перезавантажено під нові налаштування

LOAD – завантаження налаштувань

- 1 – налаштування будуть завантажені з обраного профілю.
- 2 – налаштування будуть завантажені з обраного профілю і автоматично прилад буде перезавантажено під нові налаштування

PROFILE - вибір профілю

- 1 – профіль по замовчуванню (заводський)
- «1 ÷ 5» – профіль користувача

4.10 Встановлення значень за замовчуванням

Для відновлення параметрів налаштування підприємства виробника (установлення значень за замовчуванням) необхідно:

- вимкнути живлення індикатора,
- натиснути клавішу [],
- утримуючи клавішу [] включити живлення,
- відпустити клавішу [].

Після операції відновлення параметрів налаштування необхідно зробити збереження параметрів в енергонезалежній пам'яті

4.11 Калібрування аналогового виходу

Підключіть до аналогового виходу вимірювальний прилад в залежності від типу необхідного виходу міліамперметр для вихідних сигналів 0-20 mA, 4-20 mA, або вольтметр для вихідного сигналу 0-10 V. Діапазон вимірювання та похибка вимірювання приладу повинна забезпечувати вимоги до калібрування.

Для входу в режим калібрування утримувати клавішу [], після чого ввести **пароль 12**

На дисплеї відобразиться CALIBRATION, натиснути клавішу [], для входу в дане меню

AO3 LOW - встановлення нижньої межі вихідного сигналу, натиснути клавішу [] і клавішами [] і [] встановити на вимірювальному приладі початкове значення вихідного сигналу 0,0 mA 4.0 mA або 0,0 V, натиснути клавішу []

AO3 HIGH - встановлення верхньої межі вихідного сигналу, натиснути клавішу [] і клавішами [] і [] встановити на вимірювальному приладі кінцеве значення вихідного сигналу 20,0 mA або 10,0 V, натиснути клавішу []

AO3 TEST - тестування вихідного сигналу, натиснути клавішу [] і клавішами [] і [] встановіть рівень вихідного сигналу у відсотках від діапазону зміни, проконтролюйте по вимірювальному приладу похибку встановлення вихідного сигналу.

SAVE - збереження калібровок та перезавантаження

DEFAULT - калібровки за замовчуванням

5. Технічне обслуговування

5.1 Загальні вказівки

5.1.1 Технічне обслуговування - комплекс робіт, які проводяться періодично у плановому порядку на працездатному блоці з метою запобігання відмовам, продовження його строку служби за рахунок виявлення та усунення перед відмовного стану для підтримання нормальних умов експлуатування.

5.1.2 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.

5.2 Заходи безпеки



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

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

5.2.3 До експлуатування індикатора допускаються особи, які мають дозвіл для роботи на електроустановках напругою до 1000 В та вивчили настанову щодо експлуатування у повному обсязі.

5.2.4 Експлуатація індикатора дозволяється за наявності інструкції з техніки безпеки, затвердженої підприємством-споживачем у встановленому порядку та враховує специфіку застосування індикатора на конкретному об'єкті. При експлуатуванні необхідно дотримуватись вимог чинних правил ПТЕ та ПТБ для електроустановок напругою до 1000В.

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

5.2.6 Забороняється підключати та відключати з'єднувачі при увімкненому електроживленні.

5.2.7 Ретельно здійснюйте підключення з дотриманням полярності. Неправильне підключення роз'ємів під час увімкненого живлення може призвести до пошкодження електронних компонентів індикатора.

5.2.8 Не підключайте клеми, що не використовуються.

5.2.9 Під час розбирання індикатора для усунення несправностей Індикатор повинен бути відключений від мережі електроживлення.

5.2.10 При вийманні індикатора з корпусу не торкайтеся його електричних компонентів і не піддавайте внутрішні вузли та частини ударам.

5.2.11 Розташовуйте Індикатор якнайдалі від пристроїв, що генерують високочастотні випромінювання (наприклад, ВЧ-печі, ВЧ-зварювальні апарати, машини або прилади, що використовують імпульсні напруги), щоб уникнути збоїв у роботі.

5.3 Порядок технічного обслуговування

5.3.1 Залежно від регулярності проведення технічного обслуговування повинно бути:

- а) періодичне, яке виконується через календарні проміжки часу;
- б) адаптивним, яке виконується за потребою, тобто, залежно від фактичного стану індикатора та наявності вільного обслуговуючого персоналу.

5.3.2 Встановлюються такі види технічного обслуговування:

а) технічне обслуговування під час зберігання, яке полягає у переконсервації індикатора при досягненні граничного терміну консервації під час зберігання відповідно до вимог експлуатаційної документації;

б) технічне обслуговування при транспортуванні, яке полягає у підготовці індикатора до транспортування, демонтажу з технологічного обладнання та упаковці перед транспортуванням;

в) технічне обслуговування під час експлуатування, яке полягає у підготовці індикатора перед введенням в експлуатацію, у процесі її експлуатування та в періодичній перевірці працездатності індикатора.

5.3.3 Періодичне технічне обслуговування при експлуатуванні індикатора встановлюється споживачем з урахуванням інтенсивності та умов експлуатування, але не рідше ніж один раз на рік. Для індикаторів ІПМ-113 доцільна щоквартальна періодичність технічного обслуговування під час експлуатування.

5.3.4 Періодичне обслуговування повинно проводитись у такому порядку:

- а) провести роботи, що виконуються під час технічного огляду;
- б) перевірити опір ізоляції;
- в) перевірити працездатність індикатора.

5.3.5 Технічний огляд індикатора виконується обслуговуючим персоналом у такому порядку:

- а) перед початком зміни слід здійснити зовнішній огляд індикатора. Особливу увагу слід звернути на чистоту поверхні, маркування та відсутність механічних ушкоджень.
- б) перевірити надійність кріплення індикатора;
- в) перевірити технічний стан провідників (кабелів) на цілісність та захищеність від механічних пошкоджень.

6 Зберігання та транспортування

6.1 Умови зберігання індикатора

6.1.1 Термін зберігання в споживчій тарі - не більш 1 року.

6.1.2 Індикатор повинен зберігатися в сухому і вентильованому приміщенні при температурі навколишнього повітря від мінус 40°C до плюс 70°C і відносній вологості від 30 до 80% (без конденсації вологи). Дані вимоги є рекомендованими.

6.1.3 Повітря в приміщенні не повинно містити пилу і домішки агресивних парів і газів, що викликають корозію (зокрема: газів, що містять сірчисті з'єднання або аміак).

6.1.4 У процесі зберігання або експлуатування не кладіть важкі предмети на прилад і не піддавайте його ніякому механічному впливу, так як пристрій може деформуватися і пошкодитися.

6.2 Умови транспортування індикатора

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

6.2.2 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 індикатора.

6.2.4 Перед розпакуванням після транспортування при мінусовій температурі індикатор необхідно витримати протягом 3 годин в умовах зберігання 1 згідно з ГОСТ 15150.

7 Гарантії виробника

7.1 Виробник гарантує відповідність індикатора стандарту організації СОУ ПРМК-407:2015. При недотриманні споживачем вимог умов транспортування, зберігання, монтажу, налагодження та експлуатування, зазначених в цій інструкції, споживач позбавляється права на гарантію.

7.2 Гарантійний термін експлуатування - 5 років з дня відвантаження індикатора. Гарантійний термін експлуатування індикаторів, які поставляються на експорт - 18 місяців з дня проходження їх через державний кордон України.

7.3 За домовленістю зі споживачем підприємство-виробник здійснює післягарантійне технічне обслуговування, технічну підтримку і технічні консультації по всіх видах своєї продукції.



При недотриманні умов експлуатування, зберігання, транспортування, налагодження і монтажу, зазначених в цьому посібнику, споживач втрачає право гарантії на індикатор.

Гарантія не поширюється на індикатори, що мають механічні пошкодження, ознаки проведення некваліфікованого ремонту і модернізації.

Додаток А - Габаритні та приєднувальні розміри



Рисунок А.1 – Зовнішній вигляд індикатора

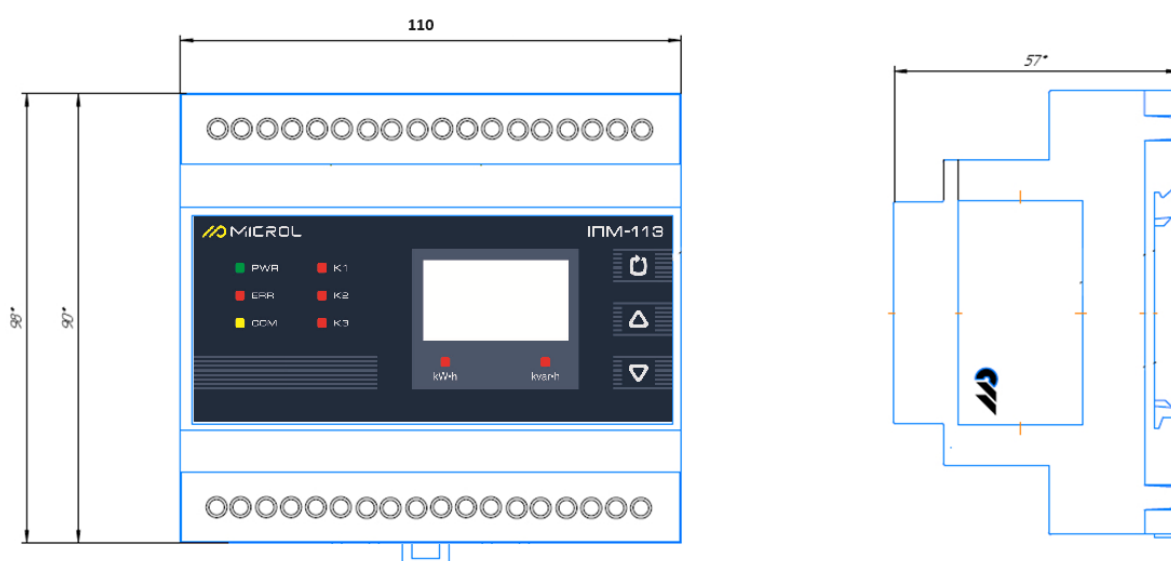


Рисунок А.2 - Габаритні розміри

Додаток Б - Підключення індикатора. Схеми зовнішніх з'єднань

Додаток Б.1 Схема зовнішніх з'єднань

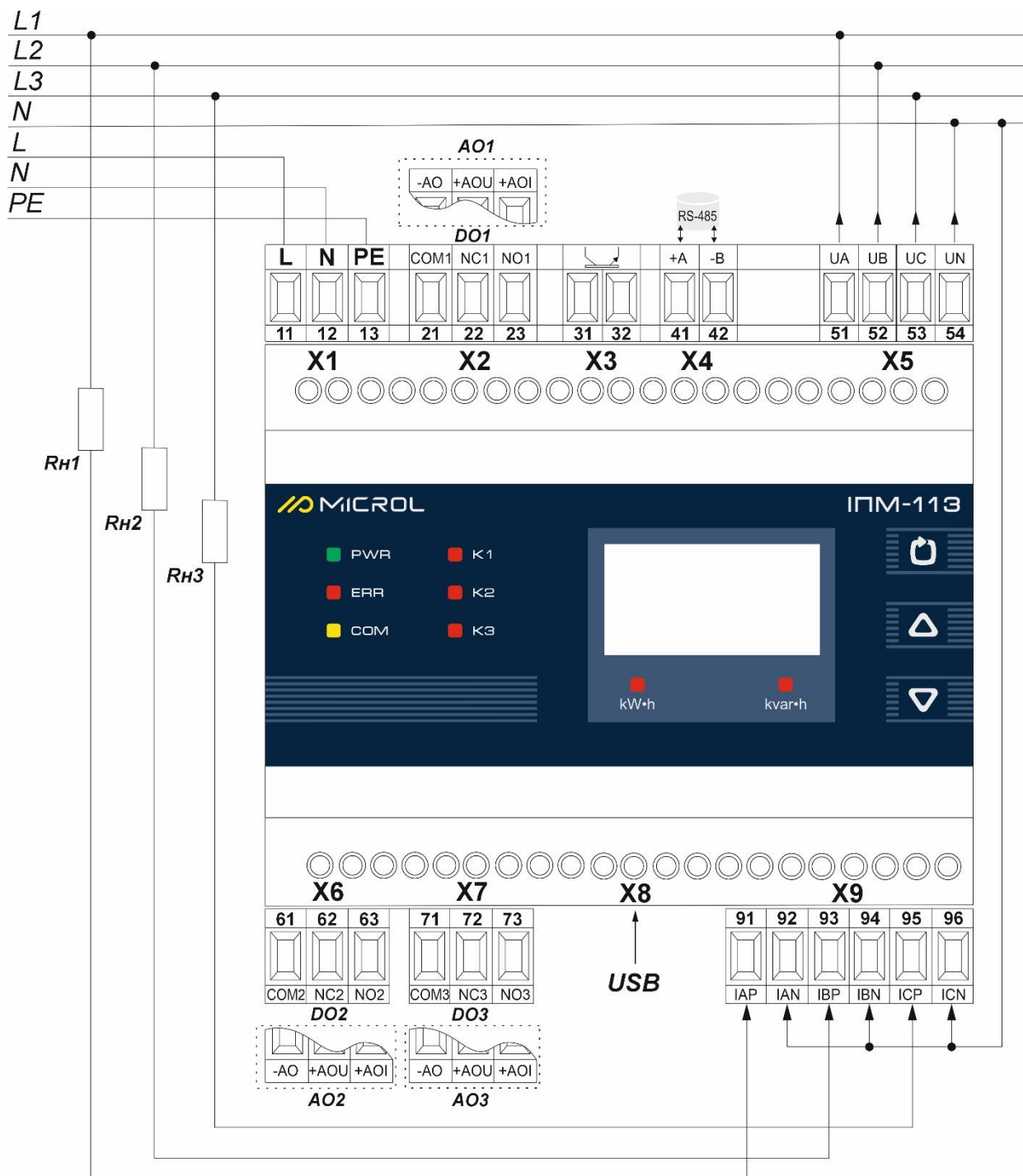


Рисунок Б.1 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-113 до трьох фазної мережі.

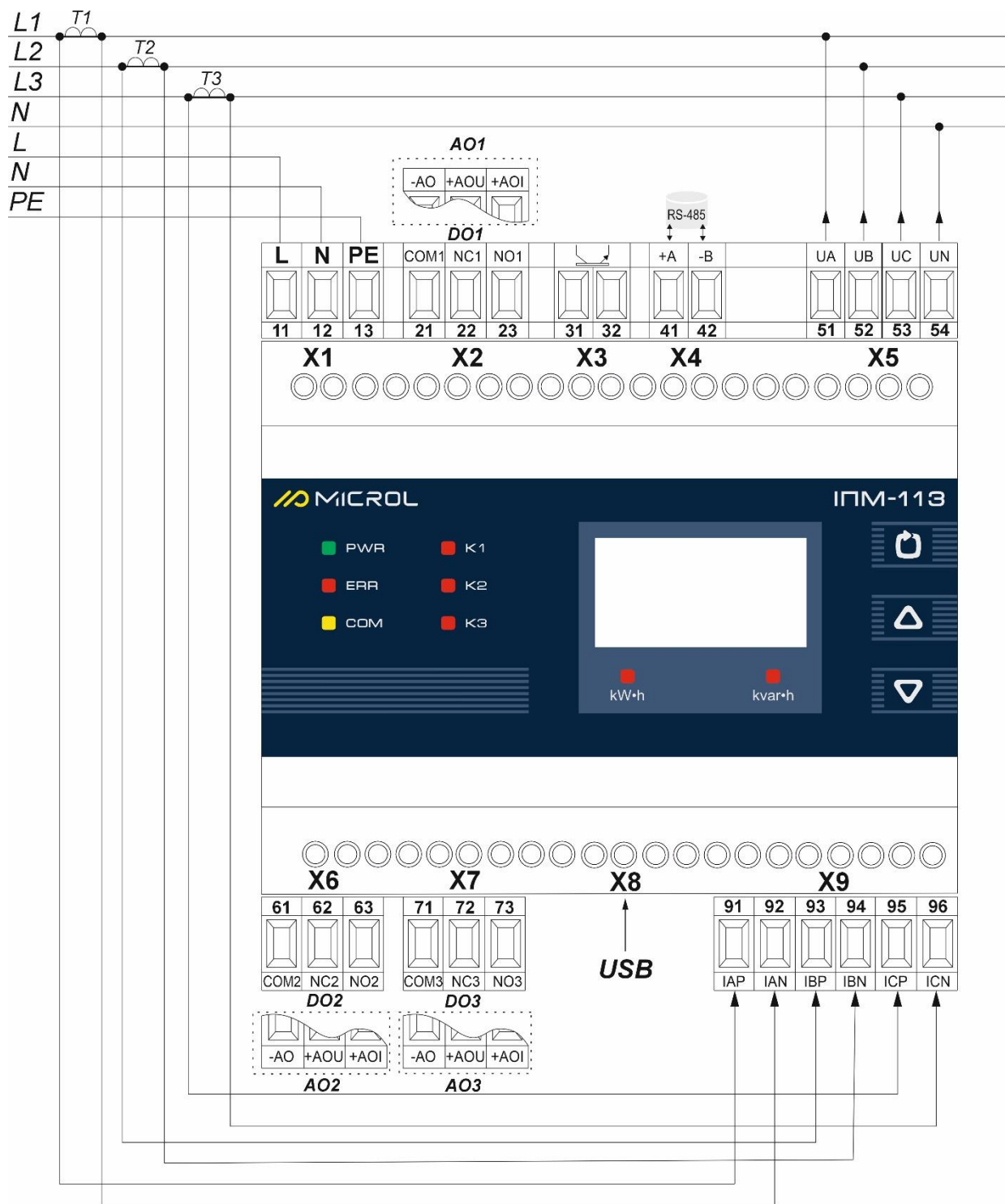


Рисунок Б.2 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-113 до трьох фазної мережі через трансформатори струму.

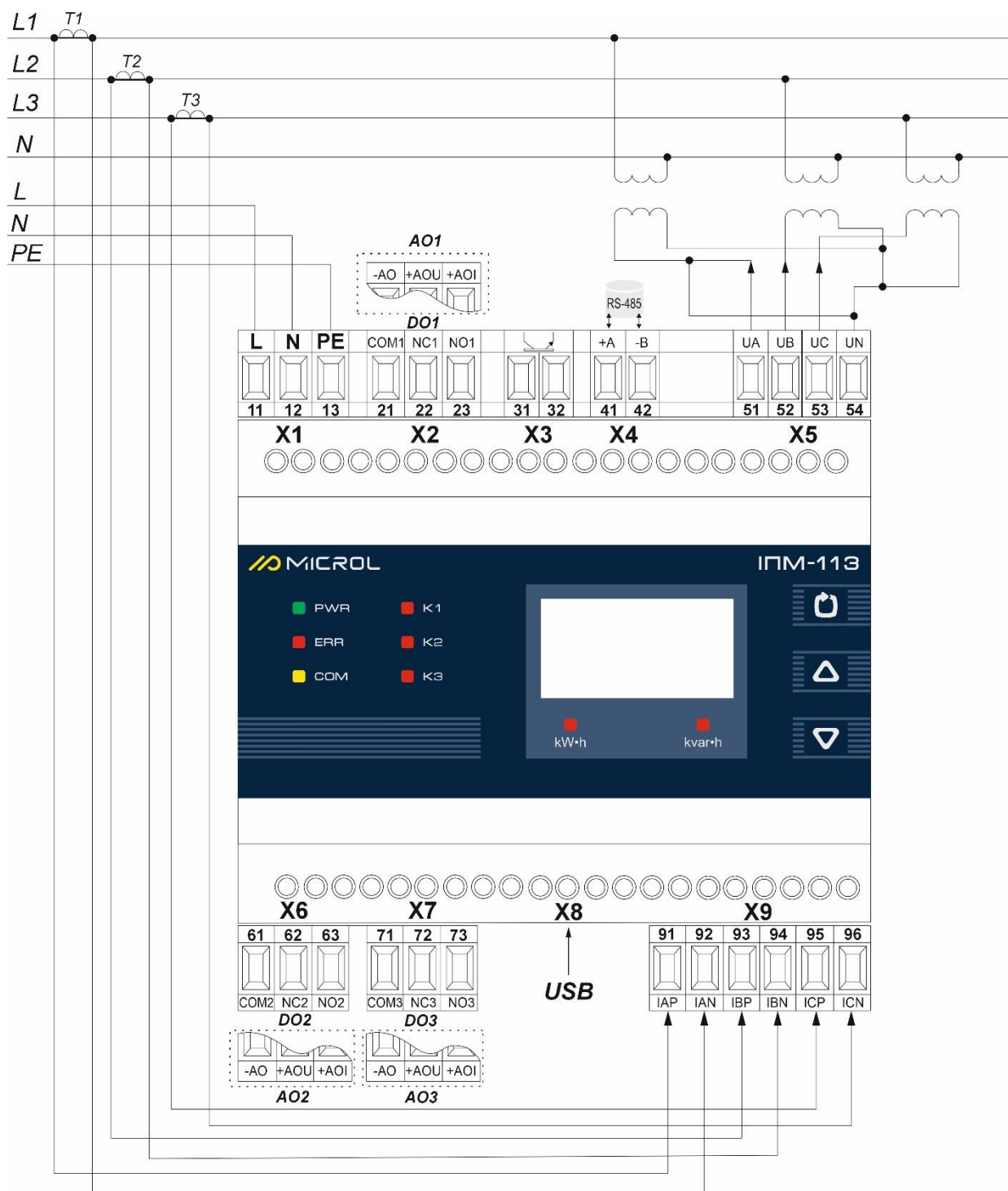


Рисунок Б.3 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-113 трьох фазної мережі через трансформатори струму і трансформатори напруги.

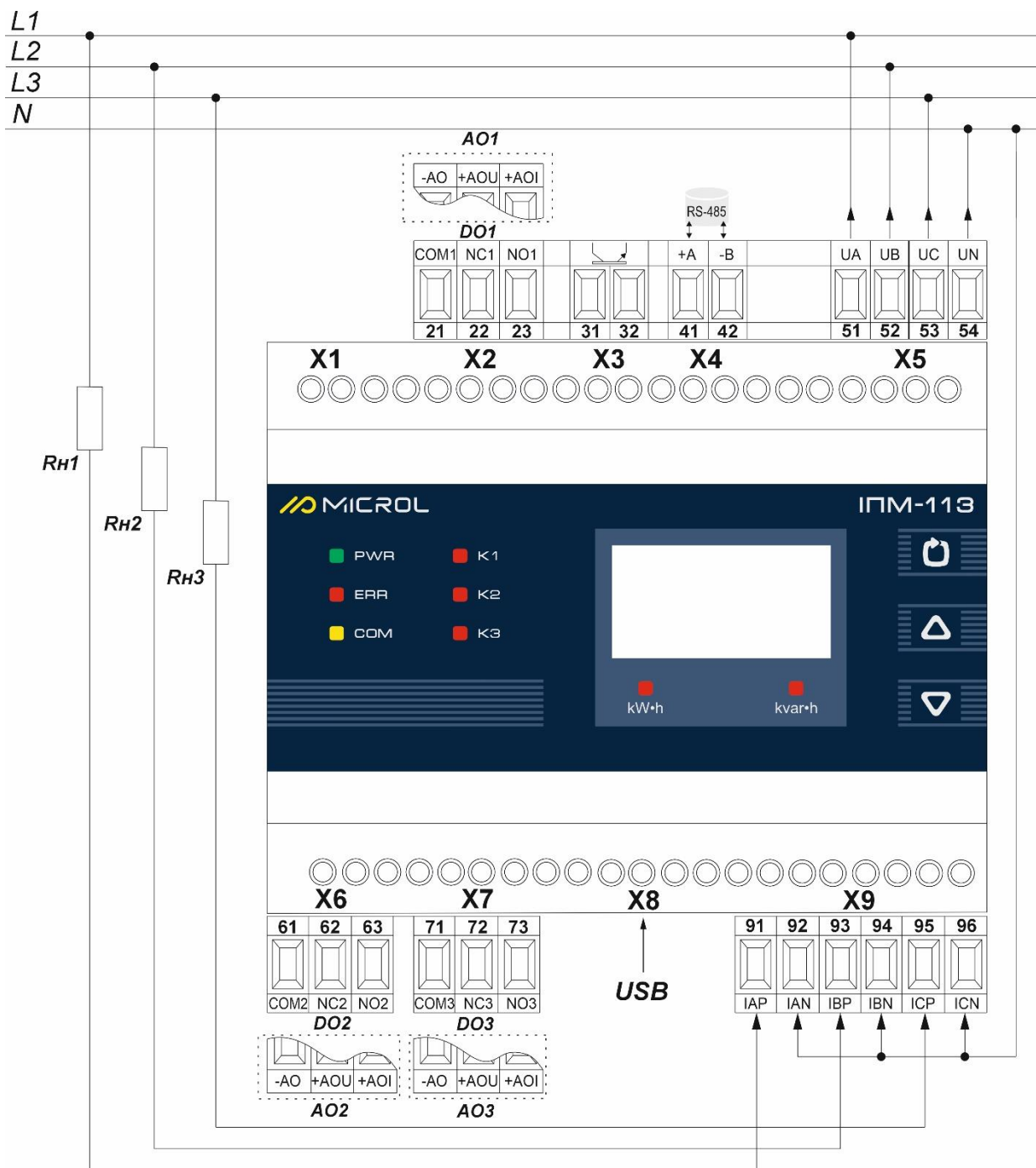


Рисунок Б.4 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-113 з живленням від вимірювальної мережі.

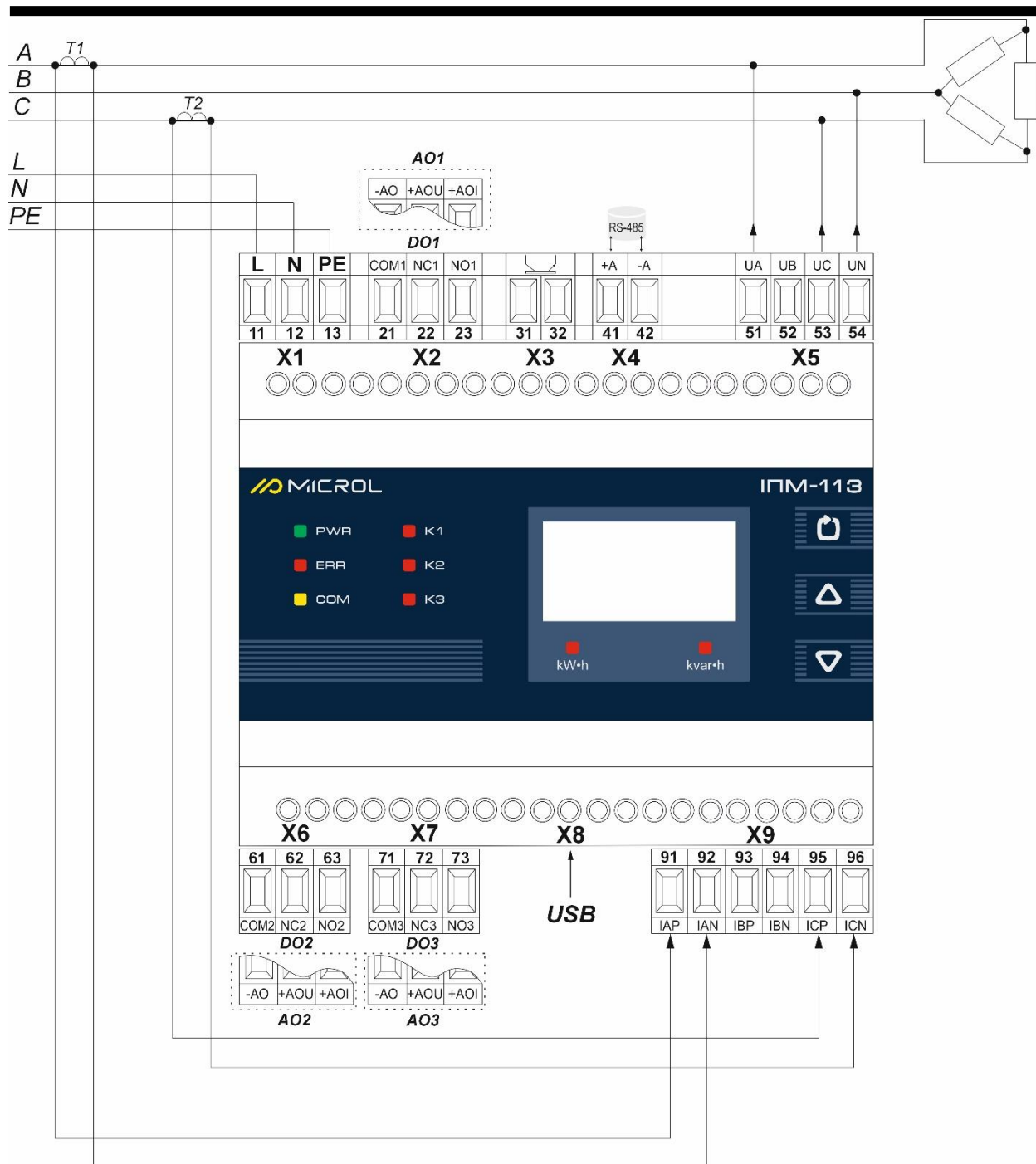


Рисунок Б.5 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-113 до трьох фазної мережі за схемою трикутника (схема Арона). Перед підключенням індикатора за схемою трикутника, додатково програмним способом в конфігурації індикатора в параметрі CONN MODE встановити значення 1.

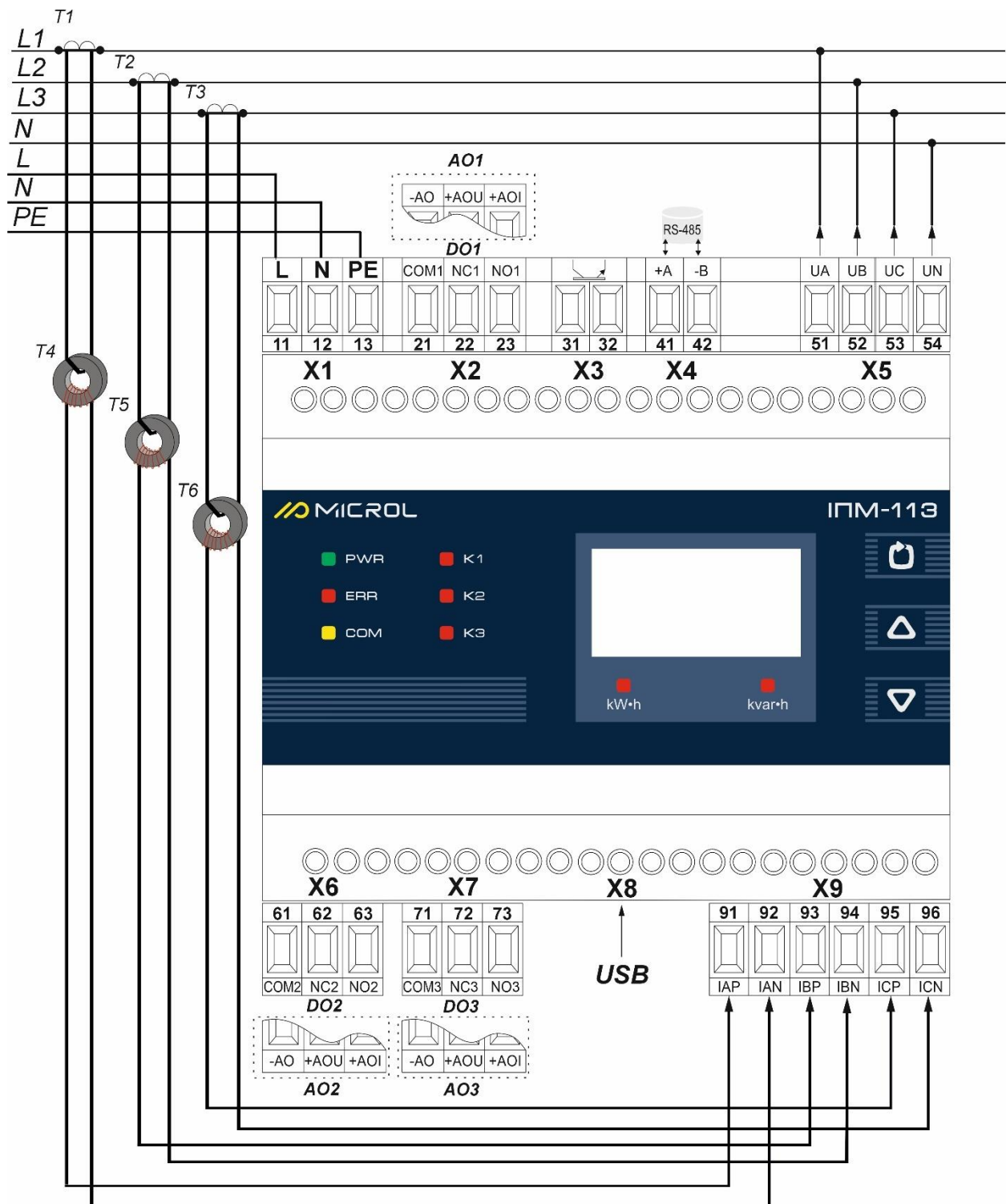


Рисунок Б.6 - підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-113 до трьох фазної мережі через трансформатори струму і вимірювальні виносні трансформатори струму Т4...Т6 типу ЗМСТ

Додаток Б.2 Підключення вихідних, керуючих сигналів

Б.2.1 Підключення дискретних вихідних сигналів

Б.2.1.1 Вихід транзисторного типу, в кодї замовлення «Т»

Схема підключення наведена на рисунку нижче:

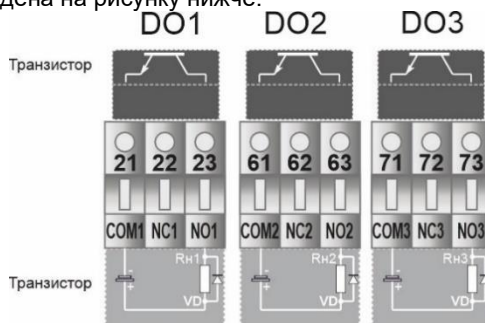


Рисунок Б.2.1 – Схема підключення виходу, тип «Т» - транзисторний

Транзисторний вихід застосовується, як правило, для керування силовим транзистором або низьковольтним електромагнітним та твердотільним реле. Щоб уникнути виходу з ладу транзистора через великий струм самоіндукції, слід встановити діод VD, розрахований на струм не менше 1А і напруга не менше 100 В, паралельно обмотці зовнішнього реле Rн.

При підключенні індуктивних навантажень (реле, пускачі, контактори, соленоїди і т.п.) до дискретних транзисторних виходів регулятора, щоб уникнути виходу з ладу вихідного транзистора через великий струм самоіндукції, паралельно навантаженню (обмотці реле) необхідно встановлювати блокуючий діод VD - див. рисунок 8. 1. Зовнішній діод встановлювати на кожному каналі, до якого підключене індуктивне навантаження.

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

Б.2.1.2 Вихід транзисторного типу, в кодї замовлення «Р»

Схема підключення наведена на рисунку нижче:

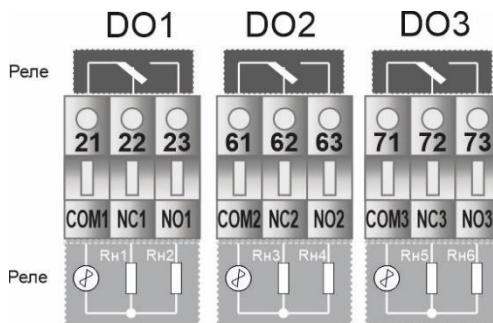


Рисунок Б.2.2 – Схема підключення виходу, тип «Р» - перекидне реле

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

Приклад такої схеми зображений на рисунку 8.2.3.

Рекомендується для кола змінного струму напругою 220 В замість RC-ланцюжка використовувати варистор СН2-1 на напругу 420 В. Застосування варистора дозволяє запобігти не тільки індуктивні наводки, а й погасити великі сплески сигналу, що виникають в силових колах живлення від іншого обладнання.



Максимально допустима напруга і максимально допустимий струм:

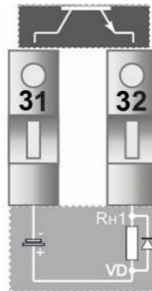
- до 250 В (5 А) змінного струму при резистивному навантаженні;
- до 250 В (3 А) змінного струму при індуктивному навантаженні ($\cos\phi = 0,4$);
- від 5 В (10 мА) до 30 В (5 А) постійного струму при резистивному навантаженні.

Б.2.1.3 Імпульсний вихід DO:

1.1 Навантажувальна здатність імпульсного виходу:

- транзистор до 40 В, 100 мА

- 1.2 При підключенні індуктивних навантажень (реле, пускачі, контактори, соленоїди тощо) до імпульсних транзисторних виходів індикатора, щоб уникнути виходу з ладу вихідного транзистора через великий струм самоіндукції паралельно навантаженню (обмотці реле) необхідно встановлювати блоки див. схему підключення на рис. 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.



Б.2.2 Підключення аналогових вихідних сигналів

Б.2.2.1 Підключення аналогових вихідних сигналів, постійного струму 0-20, 4-20 мА

Схема підключення наведена на рисунку нижче:

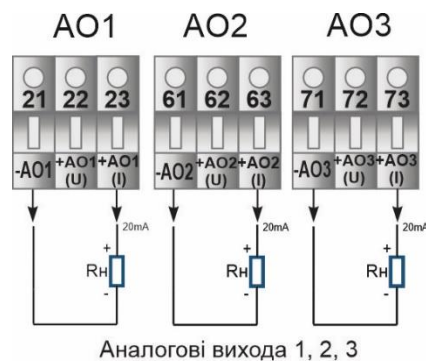


Рисунок Б.2.3 – Схема підключення виходу, тип «1-3» - постійного струму

Б.2.2.2 Підключення аналогових вихідних сигналів, напруги 0-10В постійного струму

Схема підключення наведена на рисунку нижче:

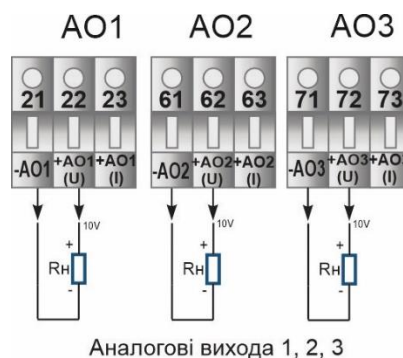


Рисунок Б.2.4 – Схема підключення виходу, тип «1-3» - постійного струму



Аналогові виходи типу, активного типу, і додаткового живлення не потребують.

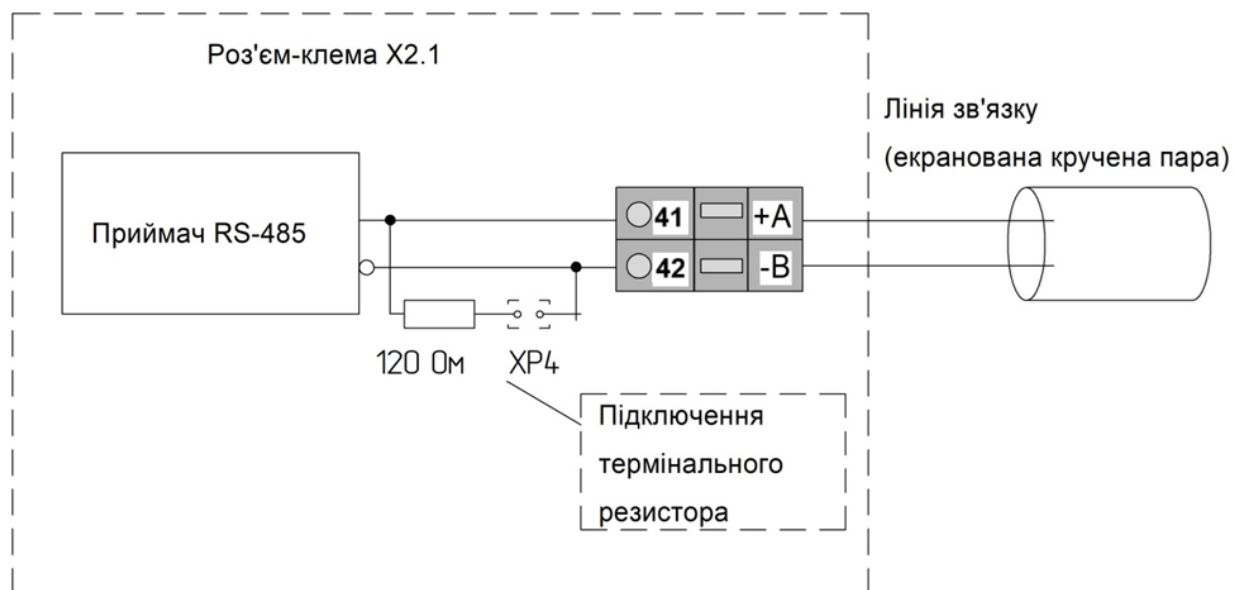


Рисунок Б.2.5 - Рекомендована схема підключення інтерфейсу RS-485

Додаток В. Комунікаційні функції

В.1 Організація інтерфейсного обміну ІПМ-113

Мікропроцесорний індикатор ІПМ-113 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 індикатора для використання як віддаленого контролера 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), в режимі "No Group Write" - стандартний протокол без підтримки групового управління дискретними сигналами.

Програмно доступні регістри індикатора ІПМ-113 наведені у таблиці В.2 розділу В.2.

У кадрі запиту керуючим пристроєм індикатора кількість регістрів, що запитуються, не повинна перевищувати 16. Якщо замовлено більше 16 регістрів, індикатор ІПМ-113 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

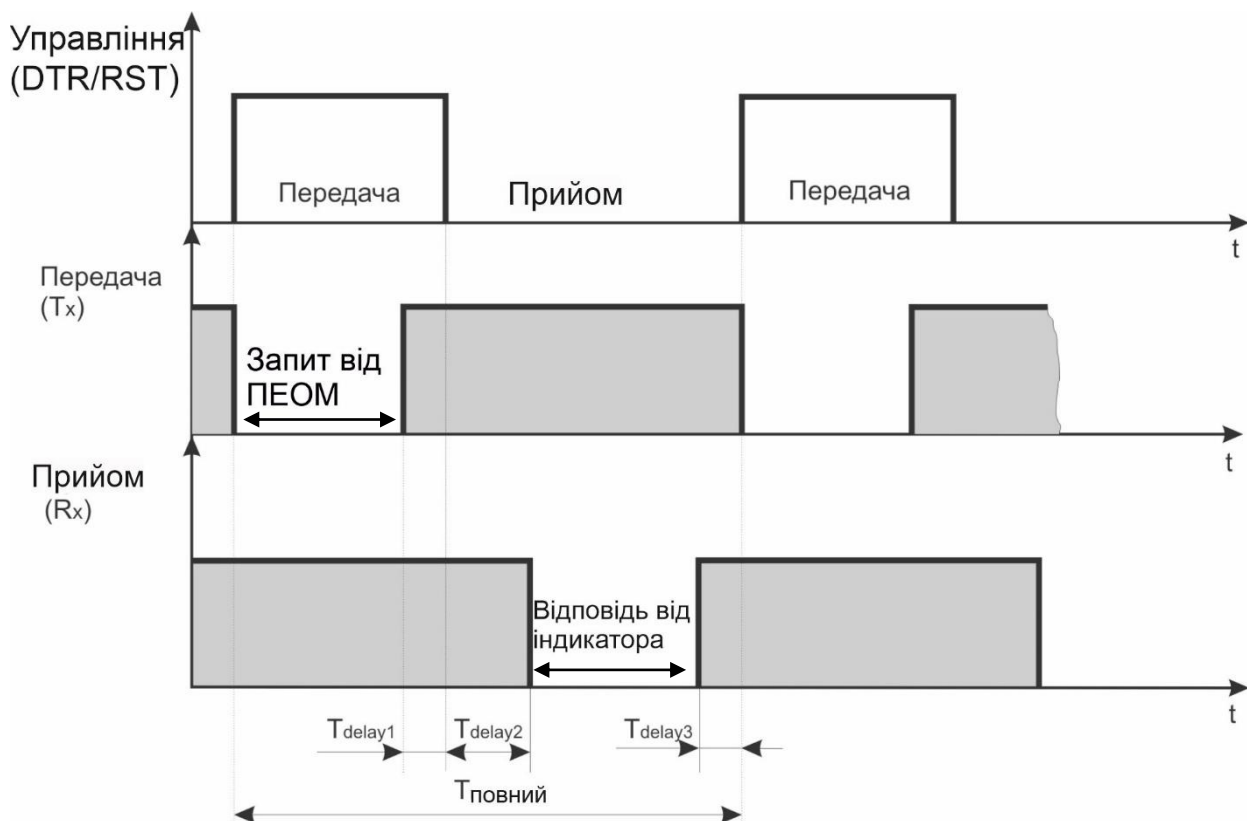


Рисунок В.1 - Часові діаграми управління передачею та прийомом блоку інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52)

T_{delay1} – затримка автоматичне перемикання БПІ-485 (БПІ-52) прийом даних. Вона становить час передачі одного байта.

T_{delay2} - час реакції пристрою на запит даних.

T_{delay3} – затримка на передачу останнього байта із буфера в лінію.

$T_{\text{повний}}$ - мінімальний час відповіді.

В.2 Програмно доступні регістри ІПМ-113

Таблиця В.2. Програмно доступні регістри індикатора ІПМ-113

Функціональний код операції	№ Регістру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
Системні регістри				
03	6400	INT	Регістр ідентифікації виробу	822
03	6401	INT	Версія ПЗ	01
03	6912	INT	Коди помилок	0 - SYS ERR - помилка мікросхеми АЦП 1 - EEPROM ERR - помилка мікросхеми пам'яті 2 - IWDG RELOAD - відбулося перезавантаження сторожовим таймером 3 - DISPLAY ERR – немає обміну даних з дисплеєм 4 - CT REVERSAL – не вірне підмикання струмового трансформатора (PF < 0), необхідно поміняти місцями провідники зовнішнього підключення струмових входів 5 - V UNBALANCE - перебіс по напрузі ($U > U+10\%$ або $U < U-10\%$) або відсутність вхідної напруги в одній або декількох фазах. 6 - I UNBALANCE - перебіс по струму ($I > I+50\%$ або $I < I-50\%$)
06	0	INT8	Команди керування Індикатором	1281 – Збереження налаштувань 1282 – Збереження налаштувань та перезавантаження приладу 1283 – завантаження з профілю 1284 – перезавантаження 1600 – скинути всі акумуляовані значення потужності
03/06	1	INT	Поточний номер налаштувань користувача	Від 1 до 5
03/06	2	INT	Запис номеру налаштувань користувача	Від 1 до 2
03/06	3	INT	Читання номеру налаштувань користувача	Від 1 до 2
03/06	200	FLOAT	Значення аналогового виходу АО1	Від 1 до 100
03/06	202	FLOAT	Значення аналогового виходу АО2	Від 1 до 100
03/06	204	FLOAT	Значення аналогового виходу АО3	Від 1 до 100
01/02/03/06	8960	INT	Стан дискретного виходу DO1	0 або 1
01/02/03/06	8961	INT	Стан дискретного виходу DO2	0 або 1
01/02/03/06	8962	INT	Стан дискретного виходу DO3	0 або 1
Статусні регістри вхідних/вихідних сигналів				
Регістри поточних значень				
03	1024	FLOAT	Поточна напруга фази А	Від 0 до 250
03	1026	FLOAT	Поточна напруга фази В	Від 0 до 250
03	1028	FLOAT	Поточна напруга фази С	Від 0 до 250
03	1030	FLOAT	Поточний струм фази А	Від 0 до 999 999
03	1032	FLOAT	Поточний струм фази В	Від 0 до 999 999
03	1034	FLOAT	Поточний струм фази С	Від 0 до 999 999
03	1036	FLOAT	Поточна активна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	1038	FLOAT	Поточна реактивна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	1040	FLOAT	Поточна повна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	1042	FLOAT	Поточна активна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	1044	FLOAT	Поточна реактивна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	1046	FLOAT	Поточна повна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	1048	FLOAT	Поточна активна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	1050	FLOAT	Поточна реактивна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	1052	FLOAT	Поточна повна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	1054	FLOAT	Поточна активна потужність сумарна	Від 0 до 999 999
03	1056	FLOAT	Поточна реактивна потужність сумарна	Від 0 до 999 999
03	1058	FLOAT	Поточна повна потужність сумарна	Від 0 до 999 999
03	1060	FLOAT	Поточний сумарний струм	Від 0 до 999 999
03	1062	FLOAT	Косинус фази А (коефіцієнт потужності)	Від 0 до 1

продовження таблиці В.2 - Програмно доступні регістри індикатора ІПМ-113

Функціональний код операції	№ Регістру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
03	1064	FLOAT	Косинус фази В (коефіцієнт потужності)	Від 0 до 1
03	1066	FLOAT	Косинус фази С (коефіцієнт потужності)	Від 0 до 1
03	1068	FLOAT	Частота мережі	Від 45 до 55
03	1070	FLOAT	Фазовий зсув А	Від 0 до 90
03	1072	FLOAT	Фазовий зсув В	Від 0 до 90
03	1074	FLOAT	Фазовий зсув С	Від 0 до 90
Сигналізації				
Регістри уставок накопичених значень				
03/06	2304	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM1	Від 0 до 33
03/06	2305	INT	MODE – режим роботи ALARM1	Від 0 до 3
03/06	2306	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM1	Від -99999 до 99999
03/06	2308	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM1	Від -99999 до 99999
03/06	2310	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM1	Від 0 до 99999
03/06	2312	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM2	Від 0 до 33
03/06	2313	INT	MODE – режим роботи ALARM2	Від 0 до 3
03/06	2314	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM2	Від -99999 до 99999
03/06	2316	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM2	Від -99999 до 99999
03/06	2318	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM2	Від 0 до 99999
03/06	2320	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM3	Від 0 до 33
03/06	2321	INT	MODE – режим роботи ALARM3	Від 0 до 3
03/06	2322	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM3	Від -99999 до 99999
03/06	2324	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM3	Від -99999 до 99999
03/06	2326	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM3	Від 0 до 99999
03/06	2328	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM4	Від 0 до 33
03/06	2329	INT	MODE – режим роботи ALARM4	Від 0 до 3
03/06	2330	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM4	Від -99999 до 99999
03/06	2332	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM4	Від -99999 до 99999
03/06	2334	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM4	Від 0 до 99999
03/06	2336	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM5	Від 0 до 33
03/06	2337	INT	MODE – режим роботи ALARM5	Від 0 до 3
03/06	2338	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM5	Від -99999 до 99999
03/06	2340	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM5	Від -99999 до 99999
03/06	2342	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM6	Від 0 до 99999
03/06	2344	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM6	Від 0 до 33
03/06	2345	INT	MODE – режим роботи ALARM6	Від 0 до 3
03/06	2346	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM6	Від -99999 до 99999
03/06	2348	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM6	Від -99999 до 99999
03/06	2350	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM6	Від 0 до 99999
03/06	2352	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM7	Від 0 до 33
03/06	2353	INT	MODE – режим роботи ALARM7	Від 0 до 3
03/06	2354	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM7	Від -99999 до 99999
03/06	2356	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM7	Від -99999 до 99999
03/06	2358	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM7	Від 0 до 99999
03/06	2360	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM8	Від 0 до 33
03/06	2361	INT	MODE – режим роботи ALARM8	Від 0 до 3
03/06	2362	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM8	Від -99999 до 99999
03/06	2364	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM8	Від -99999 до 99999
03/06	2366	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM8	Від 0 до 99999
03/06	2368	INT	SOURCE - джерело сигналу ALARM9	Від 0 до 33
03/06	2369	INT	MODE – режим роботи ALARM9	Від 0 до 3
03/06	2370	FLOAT	SP MIN - уставка нижче мінімуму ALARM9	Від -99999 до 99999
03/06	2372	FLOAT	SP MAX - уставка вище максимуму ALARM9	Від -99999 до 99999
03/06	2374	FLOAT	HYSTERESIS - гістерезис ALARM9	Від 0 до 99999
Аналогові виходи				
03/06	2816	INT	SOURCE - джерело сигналу для АО1	Від 0 до 35
03/06	2817	INT	MODE – тип вихідного аналогового сигналу АО1	Від 0 до 5
03/06	2818	FLOAT	SCALE MIN - нижня межа параметру АО1	Від -99999 до 99999
03/06	2820	FLOAT	SCALE MAX - верхня межа параметру АО1	Від -99999 до 99999
03/06	2822	INT	SOURCE - джерело сигналу для АО2	Від 0 до 35
03/06	2823	INT	MODE – тип вихідного аналогового сигналу АО2	Від 0 до 5
03/06	2824	FLOAT	SCALE MIN - нижня межа параметру АО2	Від -99999 до 99999
03/06	2826	FLOAT	SCALE MAX - верхня межа параметру АО2	Від -99999 до 99999
03/06	2828	INT	SOURCE - джерело сигналу для АО3	Від 0 до 35
03/06	2829	INT	MODE – тип вихідного аналогового сигналу АО3	Від 0 до 5
03/06	2830	FLOAT	SCALE MIN - нижня межа параметру АО3	Від -99999 до 99999
03/06	2832	FLOAT	SCALE MAX - верхня межа параметру АО3	Від -99999 до 99999

Функціональний код операції	№ Регістру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
Дискретні виходи				
03/06	11008	INT	SOURCE - джерело сигналу для DO1	Від 0 до 13
03/06	11009	INT	INVERSE - інверсія роботи дискретного виходу DO1	0 - активний високий рівень 1 - активний низький рівень
03/06	11010	INT	SAFE STATE — стан DO1 в безпековому режимі	0 - низький рівень 1 - високий рівень 2 - попередній стан
03/06	11011	INT	INIT STATE — початковий стан DO1	0 - низький рівень 1 - високий рівень 2 - попередній стан
03/06	11012	INT	SOURCE - джерело сигналу для DO2	Від 0 до 13
03/06	11013	INT	INVERSE - інверсія роботи дискретного виходу DO2	0 - активний високий рівень 1 - активний низький рівень
03/06	11014	INT	SAFE STATE — стан DO2 в безпековому режимі	0 - низький рівень 1 - високий рівень 2 - попередній стан
03/06	11015	INT	INIT STATE — початковий стан DO2	0 - низький рівень 1 - високий рівень 2 - попередній стан
03/06	11016	INT	SOURCE - джерело сигналу для DO3	Від 0 до 13
03/06	11017	INT	INVERSE - інверсія роботи дискретного виходу DO3	0 - активний високий рівень 1 - активний низький рівень
03/06	11018	INT	SAFE STATE — стан DO3 в безпековому режимі	0 - низький рівень 1 - високий рівень 2 - попередній стан
03/06	11019	INT	INIT STATE — початковий стан DO3	0 - низький рівень 1 - високий рівень 2 - попередній стан
Регістри налаштування дисплею				
03/06	6656	UINT16	Час виключення індикатора (BLANK TIME)	Від 0 до 60 сек
03/06	6657	UINT8	Положення коми для параметру	0 - 4
03/06	6658	UINT16	Час оновлення інформації на дисплеї	Від 10 до 60 000 мсек
03/06	6659	UINT8	Розширений режим відображення	0 – 1
Регістри налаштування вимірювання				
03/06	8192	FLOAT	Масштабний коефіцієнт по напрузі	Від 0 до 99 999
03/06	8194	FLOAT	Масштабний коефіцієнт по струму	Від 0 до 99 999
03/06	8196	UINT16	Час усереднення для параметру avg	Від 10 до 1
03/06	8198	UINT16	Час утримування переривання в реєстрі Statelrq	Від 10 до 1
03/06	8204	UINT8	Вибір фази для вимірювання частоти	Від 0 до 2
Регістри мінімальних значень				
03	9216	FLOAT	Мінімальна напруга фази А	Від 0 до 250
03	9218	FLOAT	Мінімальна напруга фази В	Від 0 до 250
03	9220	FLOAT	Мінімальна напруга фази С	Від 0 до 250
03	9222	FLOAT	Мінімальний струм фази А	Від 0 до 999 999
03	9224	FLOAT	Мінімальний струм фази В	Від 0 до 999 999
03	9226	FLOAT	Мінімальний струм фази С	Від 0 до 999 999
03	9228	FLOAT	Мінімальна активна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	9230	FLOAT	Мінімальна реактивна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	9232	FLOAT	Мінімальна повна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	9234	FLOAT	Мінімальна активна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	9236	FLOAT	Мінімальна реактивна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	9238	FLOAT	Мінімальна повна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	9240	FLOAT	Мінімальна активна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	9242	FLOAT	Мінімальна реактивна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	9244	FLOAT	Мінімальна повна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	9246	FLOAT	Мінімальна сумарна активна потужність	Від 0 до 999 999
03	9248	FLOAT	Мінімальна сумарна реактивна потужність	Від 0 до 999 999
03	9250	FLOAT	Мінімальна сумарна повна потужність	Від 0 до 999 999
03	9252	FLOAT	Мінімальний сумарний струм	Від 0 до 999 999
Регістри максимальних значень				
03	17408	FLOAT	Максимальна напруга фази А	Від 0 до 250
03	17410	FLOAT	Максимальна напруга фази В	Від 0 до 250
03	17412	FLOAT	Максимальна напруга фази С	Від 0 до 250
03	17414	FLOAT	Максимальний струм фази А	Від 0 до 250
03	17416	FLOAT	Максимальний струм фази В	Від 0 до 250
03	17418	FLOAT	Максимальний струм фази С	Від 0 до 999 999
03	17420	FLOAT	Максимальна активна потужність фази А	Від 0 до 999 999

продовження таблиці В.2 - Програмно доступні реєстри індикатора ІПМ-113

Функціональний код операції	№ Регистру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
03	17422	FLOAT	Максимальна реактивна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	17424	FLOAT	Максимальна повна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	17426	FLOAT	Максимальна активна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	17428	FLOAT	Максимальна реактивна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	17430	FLOAT	Максимальна повна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	17432	FLOAT	Максимальна активна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	17434	FLOAT	Максимальна реактивна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	17436	FLOAT	Максимальна повна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	17438	FLOAT	Максимальна сумарна активна потужність	Від 0 до 999 999
03	17440	FLOAT	Максимальна сумарна реактивна потужність	Від 0 до 999 999
03	17442	FLOAT	Максимальна сумарна повна потужність	Від 0 до 999 999
03	17444	FLOAT	Максимальний сумарний струм	Від 0 до 999 999
Регістри усереднених значень				
03	25600	FLOAT	Усереднена напруга фази А	Від 0 до 250
03	25602	FLOAT	Усереднена напруга фази В	Від 0 до 250
03	25604	FLOAT	Усереднена напруга фази С	Від 0 до 250
03	25606	FLOAT	Усереднений струм фази А	Від 0 до 999 999
03	25608	FLOAT	Усереднений струм фази В	Від 0 до 999 999
03	25610	FLOAT	Усереднений струм фази С	Від 0 до 999 999
03	25612	FLOAT	Усереднена активна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	25614	FLOAT	Усереднена реактивна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	25616	FLOAT	Усереднена повна потужність фази А	Від 0 до 999 999
03	25618	FLOAT	Усереднена активна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	25620	FLOAT	Усереднена реактивна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	25622	FLOAT	Усереднена повна потужність фази В	Від 0 до 999 999
03	25624	FLOAT	Усереднена активна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	25626	FLOAT	Усереднена реактивна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	25628	FLOAT	Усереднена повна потужність фази С	Від 0 до 999 999
03	25630	FLOAT	Усереднена сумарна активна потужність	Від 0 до 999 999
03	25632	FLOAT	Усереднена сумарна реактивна потужність	Від 0 до 999 999
03	25634	FLOAT	Усереднена сумарна повна потужність	Від 0 до 999 999
03	25636	FLOAT	Усереднений сумарний струм	Від 0 до 999 999
Регістри акумульованих значень				
03	33792	FLOAT	Акумульоване значення активної потужності фази А	Від 0 до 999 999
03	33794	FLOAT	Акумульоване значення реактивної потужності фази А	Від 0 до 999 999
03	33796	FLOAT	Акумульоване значення повної потужності фази А	Від 0 до 999 999
03	33798	FLOAT	Акумульоване значення активної потужності фази В	Від 0 до 999 999
03	33800	FLOAT	Акумульоване значення реактивної потужності фази В	Від 0 до 999 999
03	33802	FLOAT	Акумульоване значення повної потужності фази В	Від 0 до 999 999
03	33804	FLOAT	Акумульоване значення активної потужності фази С	Від 0 до 999 999
03	33806	FLOAT	Акумульоване значення реактивної потужності фази С	Від 0 до 999 999
03	33808	FLOAT	Акумульоване значення повної потужності фази С	Від 0 до 999 999
03	33810	FLOAT	Акумульоване сумарне значення активної потужності	Від 0 до 999 999
03	33812	FLOAT	Акумульоване сумарне значення реактивної потужності	Від 0 до 999 999
03	33814	FLOAT	Акумульоване сумарне значення повної потужності	Від 0 до 999 999
03	33816	DOUBLE	Акумульоване значення активної потужності фази А	Від 0 до 999 999
03	33820	DOUBLE	Акумульоване значення реактивної потужності фази А	Від 0 до 999 999
03	33824	DOUBLE	Акумульоване значення повної потужності фази А	Від 0 до 999 999
03	33828	DOUBLE	Акумульоване значення активної потужності фази В	Від 0 до 999 999
03	33832	DOUBLE	Акумульоване значення реактивної потужності фази В	Від 0 до 999 999
03	33836	DOUBLE	Акумульоване значення повної потужності фази В	Від 0 до 999 999
03	33840	DOUBLE	Акумульоване значення активної потужності фази С	Від 0 до 999 999
03	33844	DOUBLE	Акумульоване значення реактивної потужності фази С	Від 0 до 999 999
03	33848	DOUBLE	Акумульоване значення повної потужності фази С	Від 0 до 999 999
03	33852	DOUBLE	Акумульоване сумарне значення активної потужності	Від 0 до 999 999
03	33856	DOUBLE	Акумульоване сумарне значення реактивної потужності	Від 0 до 999 999
03	33860	DOUBLE	Акумульоване сумарне значення повної потужності	Від 0 до 999 999
Сумарні значення				
03	41984	FLOAT	Поточна активна потужність сумарна	Від 0 до 999 999
03	41986	FLOAT	Поточна реактивна потужність сумарна	Від 0 до 999 999
03	41988	FLOAT	Поточна повна потужність сумарна	Від 0 до 999 999
03	41990	FLOAT	Акумульоване значення активної потужності сумарне	Від 0 до 999 999
03	41992	FLOAT	Акумульоване значення реактивної потужності сумарне	Від 0 до 999 999
03	41994	FLOAT	Акумульоване значення повної потужності сумарне	Від 0 до 999 999

Функціональний код операції	№ Регістру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
Регістри налаштувань інтерфейсу RS-485				
03/06	14592	UINT8	Адрес пристрою в мережі (ADDRESS)	Від 0 до 255
03/06	14593	UINT8	Мережева швидкість пристрою (SPEED)	Від 0 до 9
03/06	14594	UINT8	Контроль парності (PAR CONTR)	0-2
03/06	14595	UINT8	Кількість СТОП біт (STOP BIT)	0-1
03/06	14596	UINT8	Порядок слідування байт в протоколі (BYTES ORDER)	0-3

В.3 MODBUS протокол

В.3.1 Формат кожного байта, який приймається і 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 наступного:

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

Де $k \leq 16$ - кількість запитуваних регістрів. Якщо в кадрі запиту замовлено більше 16 регістрів, Індикатор ІПМ-113 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

В.3.2 Device Address. Адреса пристрою

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

В.3.3 Function Code. Функціональний код операції

Індикатор ІПМ-113 підтримує наступні функції:

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

В.3.4 Data Field. Поле переданих даних

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

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

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

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

В.3.5 CRC Check. Поле значення контрольної суми

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

Після формування повідомлення (**address, function code, data**) передавальний пристрій розраховує CRC код і поміщає його в кінець повідомлення. Приймальний пристрій розраховує CRC код прийнятого повідомлення і порівнює його з переданим CRC кодом. Якщо CRC код не співпадає, це означає що має місце комунікаційна помилка. Пристрій не виконує дій і не дає відповідь в разі виявлення CRC помилки.

Послідовність CRC розрахунків:

1. Завантаження CRC регістра (16 біт) одиницями (FFFFh).
2. Виключаюче АБО (ИЛИ) з першими 8 біт байта повідомлення і вмістом CRC регістра.
3. Зсув результату на один біт вправо.
4. Якщо зрушується біт = 1, виключаюче АБО вмісту регістра з A001h значенням.
5. Якщо зрушується біт нуль, повторити крок 3.

6. Повторювати кроки 3, 4 і 5 поки 8 зсувів не матимуть місце.
7. Виключаюче АБО з наступними 8 біт байта повідомлення і вмістом CRC регістра.
8. Повторювати кроки від 3 до 7 поки всі байти повідомлення не будуть оброблені.
9. Кінцеве вміст регістра і буде значенням контрольної суми.

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

Додаток В.4 Формат команд

Читання кількох регістрів. Read Multiple Register (03)

Наступний формат використовується для передачі запитів від ПК і відповідей від віддаленого приладу.

Запит пристрою SEND 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 більше 16 регістрів, Індикатор ІПМ-113 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

Приклад 1:

1. Читання регістра

Запит пристрою. SEND 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:

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

03E8 Hex = 1000 Dec

2. Запис в регістр (06)

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

Запит і відповідь пристрою. Send to / Return from device:

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

Лист реєстрації змін

Змін.	Номери листів (сторінок)			Усього аркушів у документі	№ документа	Вхідний № супроводжуючого документа та дата	Підп.	Дата
	Змінених	Замінен	Нових					
1.02			44	44	ver. 822.01	Оновлено схеми під'єднань	Федияк В.В	25.10.2024
1.03				44	ver. 822.01	Виправлено помилки в пункті 4.8.2.6 .	Федияк В.В	08.04.2025
1.04				44	ver. 822.01	Виправлено помилку в описі реєстрів, додано пункт 4.11	Федияк В.В	11.04.2025
1.05				44	ver. 822.01	Виправлено помилку в коді замовлення	Федияк В.В	19.05.2025
1.06				44	ver. 822.01	Додано схему підключень Б.5 та Б.6 Додано опцію Т в код замовлення.	Федияк В.В	21.05.2025
1.07				44	ver. 822.01	Оновлено код замовлення	Федияк В.В	01.07.2025