



ІНДИКАТОР ПАРМЕТРІВ ТРЬОХФАЗНОЇ МЕРЕЖІ

ІПМ-103

НАСТАНОВА ЩОДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ

ПРМК.421457.113 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

	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	5
1.3.1 Аналогові вхідні сигнали	5
1.3.2 Імпульсні вихідні сигнали	6
1.3.3 Послідовний інтерфейс RS-485	6
1.3.4 Інтерфейс USB	7
1.3.5 Електричні дані	7
1.3.6 Умови експлуатування	7
1.4 Маркування та пакування	7
2 ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ	8
3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ	9
3.1 Конструкція індикатора	9
3.2 Передня панель індикатора	9
3.3 Призначення дисплея та індикаторів передньої панелі	9
3.4 Призначення клавш та їх комбінацій	12
3.5 Структурна схема	12
3.6 Принцип роботи індикатора	13
4. ВИКОРИСТАННЯ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ	15
4.1 Експлуатаційні обмеження під час використання індикатора	15
4.2 Підготовка індикатора до використання. Вимоги до місця встановлення	15
4.3 З'єднання із зовнішніми пристроями. Вхідні та вихідні ланцюги	15
4.4 Підключення електроживлення індикатора	16
4.5 Конфігурація індикатора	16
4.6 Режим РОБОТА	16
4.7 Режим КОНФІГУРАЦІЯ	17
4.8 Редагування та налаштування параметрів індикатора	17
4.9 Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті	20
4.10 Встановлення значень за замовчуванням	20
5. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	20
5.1 Загальні вказівки	20
5.2 Заходи безпеки	20
5.3 Порядок технічного обслуговування	21
6 ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ	21
6.1 Умови зберігання індикатора	21
6.2 Умови транспортування індикатора	22
7 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА	22
ДОДАТОК А - ГАБАРИТНІ ТА ПРИЄДНУВАЛЬНІ РОЗМІРИ	23
ДОДАТОК Б - ПІДКЛЮЧЕННЯ ІНДИКАТОРА. СХЕМИ ЗОВНІШНІХ З'ЄДНАНЬ	24
ДОДАТОК В. КОМУНІКАЦІЙНІ ФУНКЦІЇ	28
В.1 Організація інтерфейсного обміну ІПМ-103	28
В.2 Програмно доступні регістри ІПМ-103	29
В.3 MODBUS протокол	33
Додаток В.4 Формат команд	33
В.5 Рекомендації з програмування обміну даними з Індикатором	34
ЛИСТ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН	35

Ця настанова щодо експлуатування призначена для ознайомлення споживачів з призначенням, моделями, принципом дії, пристроєм, монтажем, експлуатацією та обслуговуванням **індикатора параметрів трьохфазної мережі ІПМ-103** (далі по тексті - **індикатор ІПМ-103**).

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 ІПМ-103 дозволяє забезпечити високу точність вимірювання значення технологічного параметра. *Відмінною особливістю* індикатора ІПМ-103 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-103-Т

де:

Т* - трансформатори струму:

0 – Внутрішні

1 – Зовнішні



В приладі ІПМ-103, є можливість вибору розташування вимірювальних трансформаторів струму.

Якщо внутрішні, діапазон вимірювання 0.05..5А та підключення на клеми приладу

Якщо зовнішні, діапазон вимірювання 0.05..5А та підключення через виносні трансформатори струму

1.2.2 Комплект поставки індикатора ІПМ-103 наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Комплект поставки індикатора ІПМ-103

Позначення	Найменування	Кількість
ПРМК.421457.113	Індикатор параметрів трьохфазної мережі ІПМ-103	1
ПРМК.421457.113 РЕ	Настанова щодо експлуатування	1*
ПРМК.421457.113 ПС	Паспорт	1
ЗЕМСТК05	Зовнішній трансформатор струму (0-5В)	1**
ПРМК.421457.087 ІН2	Комунікаційні функції. Інструкція (www.microl.ua)	
* - настанова доступна для завантаження на сайті http://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, %	± 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

Продовження Таблиці 1.3.1 – Технічні характеристики аналогових вхідних сигналів

Технічна характеристика	Значення
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 $\cos\phi$	
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	$<0.2\% / 10^\circ\text{C}$
Гальванічна розв'язка	Вхідні кола ізолювані від інших кіл. Напруга гальванічної розв'язки не менше 2500 В.

1.3.2 Імпульсні вихідні сигнали

1.3.2.1 Транзисторний вихід

Таблиця 1.3.4.1 - Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів. Транзисторний вихід

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	1 (імпульсний вихід повної потужності)
Тип виходу	Відкритий колектор (NPN транзистора)
Максимальна напруга комутації	≤ 40 В постійного струму
Максимальний струм навантаження кожного виходу	≤ 100 мА
Сигнал логічного "0"	Розімкнутий стан транзисторного ключа
Сигнал логічної "1"	Замкнутий стан транзисторного ключа.
Вид навантаження	Активна, індуктивна
Гальванічна розв'язка	Вихід ізолюваний. Напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В.

1.3.3 Послідовний інтерфейс RS-485

Таблиця 1.3.5 - 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.

1.3.4 Інтерфейс USB

Таблиця 1.3.6 - 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

1.3.5 Електричні дані

Таблиця 1.3.7 - Технічні характеристики електроживлення

Технічна характеристика	Значення
Живлення індикатора здійснюється від вимірювальної мережі: - змінного струму	від 90 В до 264 В, 50 Гц
Споживання індикатора від мережі: - змінного струму	≤ 2.0 Вт
Енергонезалежність даних	EEPROM, магнітоелектрична MVRAM

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 71 мм x 57 мм
Положення при монтажі	згідно з проектом
Маса блоку, не більше	300 г



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 60529:2014 – IP30.

1.3.8 По захищеності від дії кліматичних чинників індикатор відповідає виконанню групи В4 згідно з ДСТУ ІЕС 60654-1:2001, 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 60654-3:2001.

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-103 - 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-103 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 Мінімумально 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 Регулятори тривкі до дії електромагнітних завод, 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 Функціональні можливості

Внутрішня програмна пам'ять індикатора ІПМ-103 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 на OLED дисплеї,
- порівняння результату перетворення з уставками мінімум і максимум, і сигналізацію відхилень,
- цифрова фільтрація (для ослаблення впливу промислових перешкод),
- масштабування шкали вимірюваного параметра.

Індикатор ІПМ-103 конфігурується за допомогою передньої панелі приладу або через інтерфейс USB або RS-485 (протокол ModBus RTU).

Параметри конфігурації індикатора ІПМ-103 зберігаються в енергонезалежній пам'яті.

3. Конструкція та принцип роботи

3.1 Конструкція індикатора

Індикатор ІПМ-103 сконструйований за блочним принципом і включає:

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

3.2 Передня панель індикатора

Для кращого спостереження за технологічними параметрами індикатор ІПМ-103 обладнано активною цифровою індикацією для відображення вимірюваної величини, необхідною кількістю кнопок обслуговування та сигналізаційних світлодіодних індикаторів для різних статусних режимів та сигналів. Зовнішній вигляд передньої панелі індикатора ІПМ-103 наведено на рисунку 3.1.

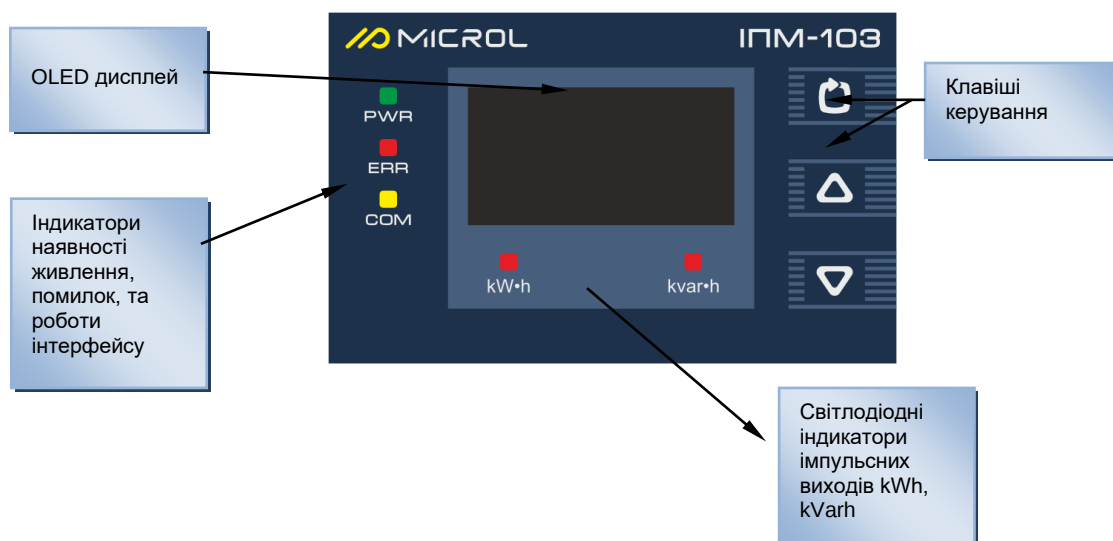


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд передньої панелі індикатора ІПМ-103

3.3 Призначення дисплея та індикаторів передньої панелі

Індикатор ІПМ-103 може працювати на двох рівнях:

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

У індикаторі ІПМ-103 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-103 подано напругу живлення
Індикатор ERR	Світиться, якщо присутні помилки в роботі ІПМ-103
Індикатор COM	Блимає, якщо відбувається передача даних інтерфейсним каналом зв'язку.
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

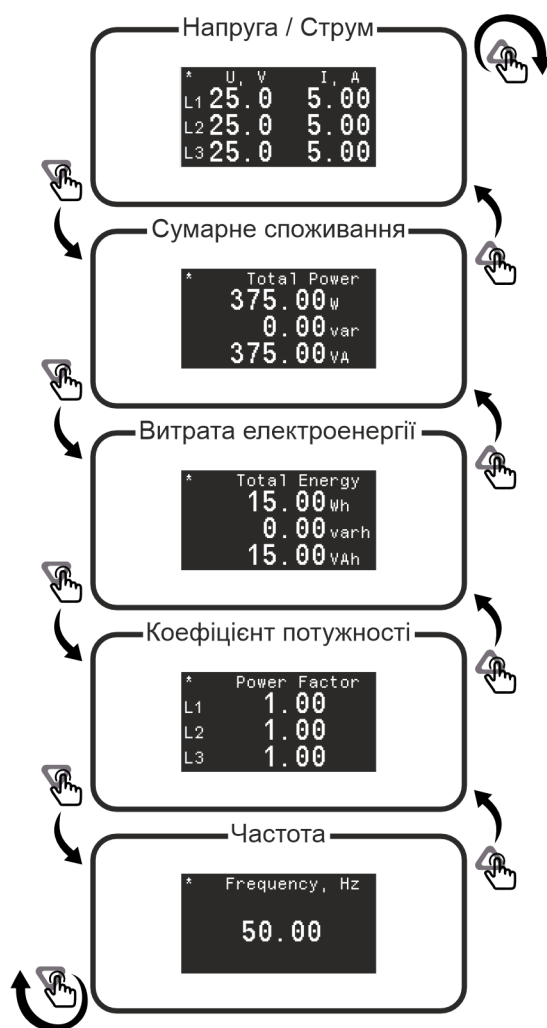


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд стандартних екранів контролю вхідних та розрахункових параметрів ІПМ-103

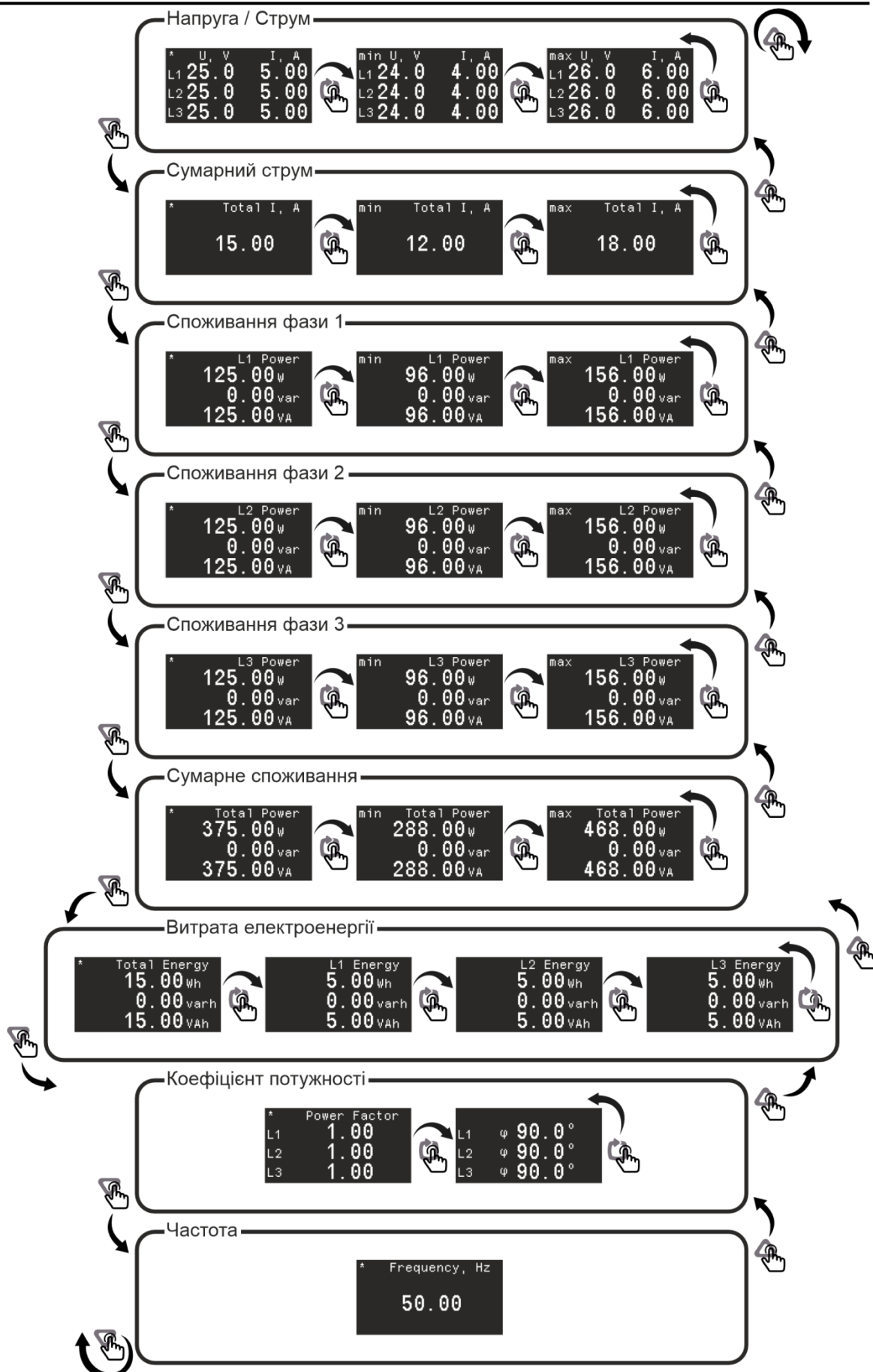


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд розширеного режиму відображення екранів контролю вхідних та розрахункових параметрів ІПМ-103

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 []

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

• Клавіша []

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.

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

• Клавіша []

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 аналогово - 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-103 наведена на рисунку 3.3.

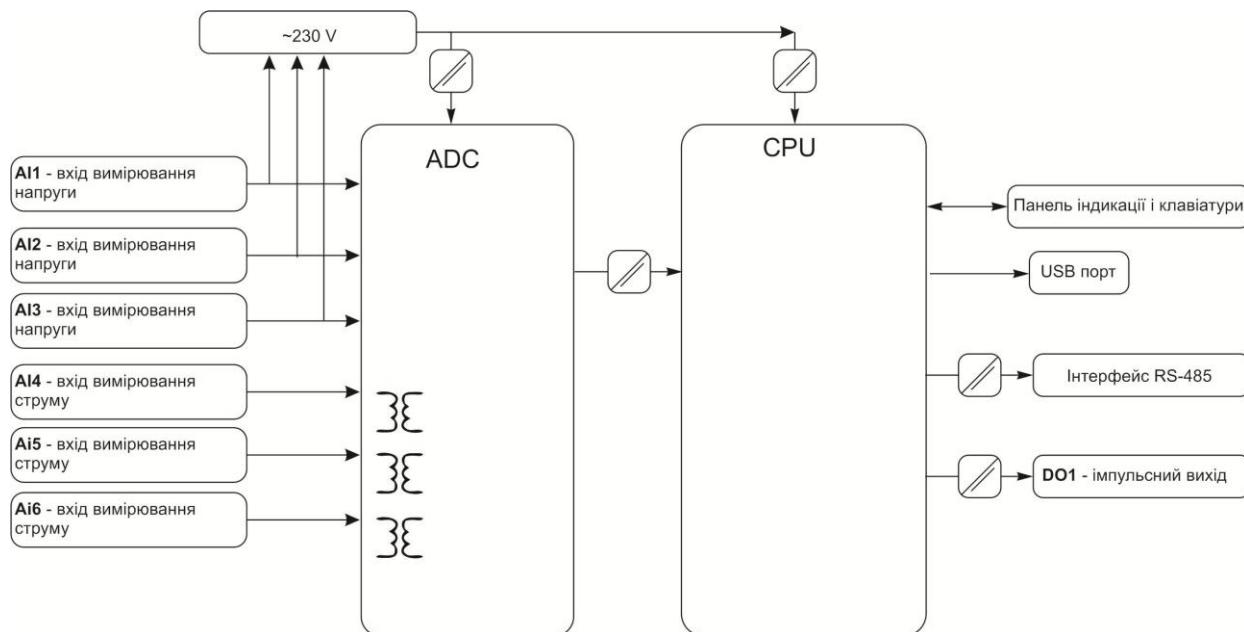


Рисунок 3.3 - Структурна схема індикатора ІПМ-103

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

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

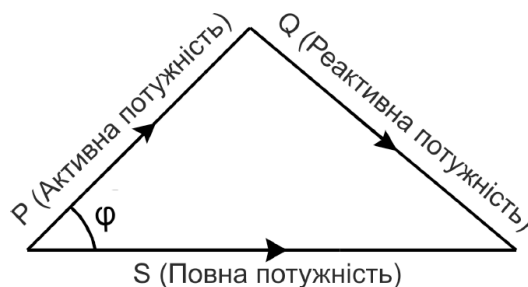


Рисунок 3.4 – Діаграма співвідношення потужностей

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 15 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-103 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 пилю 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-103 наведено у додатку А.

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

4.3.1 **УВАГА!!!** При підключенні індикатора ІПМ-103 дотримуватись вказівок заходів безпеки розділу 5.2 цієї інструкції.

4.3.2 Кабельні зв'язки, що з'єднують індикатор ІПМ-103, підключаються через клеми з'єднувальних роз'ємів відповідно до вимог "Правил улаштування електроустановок".

4.3.3 Підключення входів-виходів до індикатора ІПМ-103 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-103.

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 котушкам 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-103 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-103 зберігаються в енергонезалежній пам'яті.

4.5.3 Програма конфігурації індикатора ІПМ-103 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-103 здійснюють відповідно до схем зовнішніх з'єднань, наведених у додатку Б.

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

- **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** - перекіс по напрузі ($U > U+10\%$ або $U < U-10\%$) або відсутність вхідної напруги в одній або декількох фазах.
- **I UNBALANCE** - перекіс по струму ($I > I+50\%$ або $I < I-50\%$)

4.7 Режим КОНФІГУРАЦІЯ

ІПМ-103 – 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-103, згруповані у рівні меню.

Призначення рівнів конфігурації ІПМ-103 показано у таблиці 4.1.

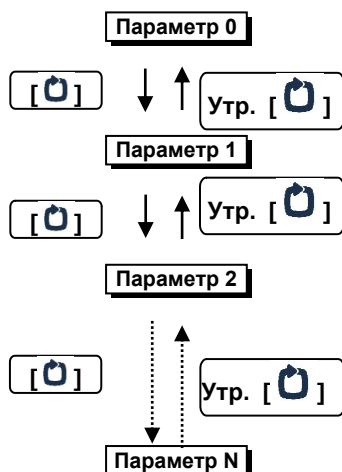
Таблиця 4.1 Призначення рівнів конфігурації ІПМ-103

Назва РІВНЯ	Призначення рівня
MAIN	Загальні налаштування індикатора
ALARM L1	Налаштування уставок для фази L1
ALARM L2	Налаштування уставок для фази L2
ALARM L3	Налаштування уставок для фази L3
OUT1	Налаштування першого дискретного виходу*
OUT2	Налаштування другого дискретного виходу*
OUT3	Налаштування третього дискретного виходу*
RS-485	Налаштування параметрів інтерфейсу RS-485
DISPLAY	Налаштування відображення

* В даній версії індикатора не використовуються

4.8 Редагування та налаштування параметрів індикатора

Вибір параметрів конфігурації



- Щоб вибрати параметри на кожному рівні, натисніть []. При кожному натисканні клавіші [] відбувається перехід до наступного параметра.
- Для переходу до попереднього параметра конфігурації використовується утримання [].

Зміна параметру в меню налаштувань

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

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

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

Одночасно утримуючи клавішу [] можна прискорити зміну числа.

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

При нажаті [] 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 [].

Для підтвердження зміни параметру натиснути [] після чого, якщо число достовірне, і входить в допустимі межі, відобразиться повідомлення "CONFIRM?", для остаточного підтвердження натиснути [], 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 [] виходить з режиму вводу значення

Для вводу значення з плаваючою комою, потрібно вибрати її клавішами [] 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 [], після чого, якщо число достовірне, і входить в допустимі межі, відобразиться повідомлення "CONFIRM?", для остаточного підтвердження натиснути [], щоб відмінити - **будь-яку іншу клавішу**.

Якщо значення не достовірне (має зайві нулі спереду або ззаду, 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

Параметри MAIN

V SCALE – масштабний коефіцієнт по напрузі

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

I SCALE - масштабний коефіцієнт по струму

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

AVG TIME - час усереднення

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

IRQ TIME - час утримування переривань

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

FREQ SELECT - вибір фази для читування частоти

Числове значення – від 0 до 2 за замовчуванням 0

PHASE SEL - вибір фаз, які будуть включені при обрахунку частоти імпульсних виходів (бітовий 0b000..0b111). Детальніше в дата шиті, регістр COMPMODE, поле TERMSEL

Числове значення – від 0 до 7 за замовчуванням 7

Параметри ALARM L1, ALARM L2, ALARM L3,

V MIN - уставка менше мінімуму для напруги (0..999999)

V MAX - уставка більше максимуму для напруги (0..999999)

I MIN - уставка менше мінімуму для струму (0..999999)

I MAX - уставка більше максимуму для струму (0..999999)

W MIN - уставка менше мінімуму для активної потужності (0..999999)

W MAX - уставка більше максимуму для активної потужності (0..999999)

W ACC - уставка перевищення накопиченого значення активної потужності (0..99999999)

VAR MIN - уставка менше мінімуму для реактивної потужності (-999999..999999)

VAR MAX - уставка більше максимуму для реактивної потужності (-999999..999999)

VAR ACC - уставка перевищення накопиченого значення реактивної потужності (0..99999999)

VA MIN - уставка менше мінімуму для повної потужності (0..999999)

VA MAX - уставка більше максимуму для повної потужності (0..999999)

VA ACC - уставка перевищення накопиченого значення повної потужності (0..99999999)

Параметри ALARM TOTAL

I MIN - уставка менше мінімуму для струму (0..999999)
I MAX - уставка більше максимуму для струму (0..999999)
W MIN - уставка менше мінімуму для активної потужності (0..999999)
W MAX - уставка більше максимуму для активної потужності (0..999999)
W ACC - уставка перевищення накопиченого значення активної потужності (0..99999999)
VAR MIN - уставка менше мінімуму для реактивної потужності (-999999..999999)
VAR MAX - уставка більше максимуму для реактивної потужності (-999999..999999)
VAR ACC - уставка перевищення накопиченого значення реактивної потужності (0..99999999)
VA MIN - уставка менше мінімуму для повної потужності (0..999999)
VA MAX - уставка більше максимуму для повної потужності (0..999999)
VA ACC - уставка перевищення накопиченого значення повної потужності (0..99999999)

Параметри для 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)
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)

Параметри DISPLAY – налаштування вікон 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 хвиликах.

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

- 0 – 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.

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-103 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 С3 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 мікропроцесорного індикатора

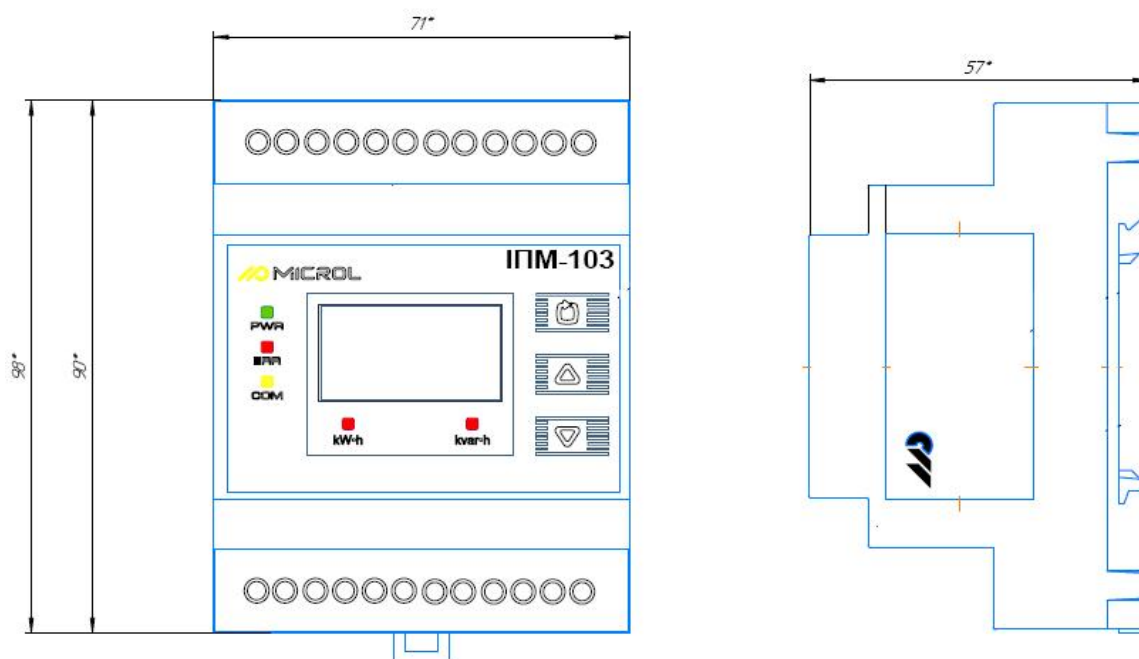


Рисунок А.2 - Габаритні розміри

Додаток Б - Підключення індикатора. Схеми зовнішніх з'єднань

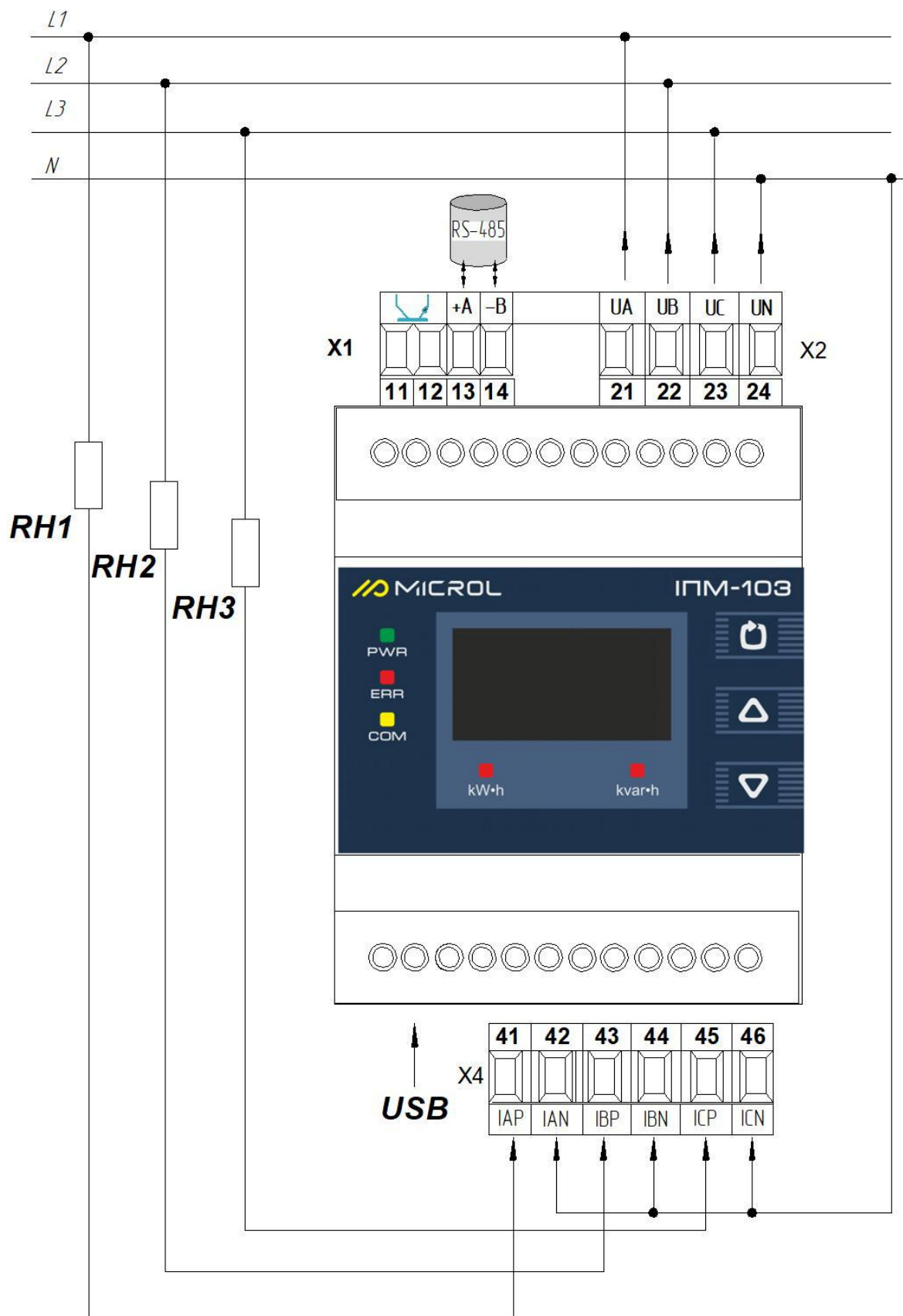


Рисунок Б.1 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-103 до трьох фазної мережі.

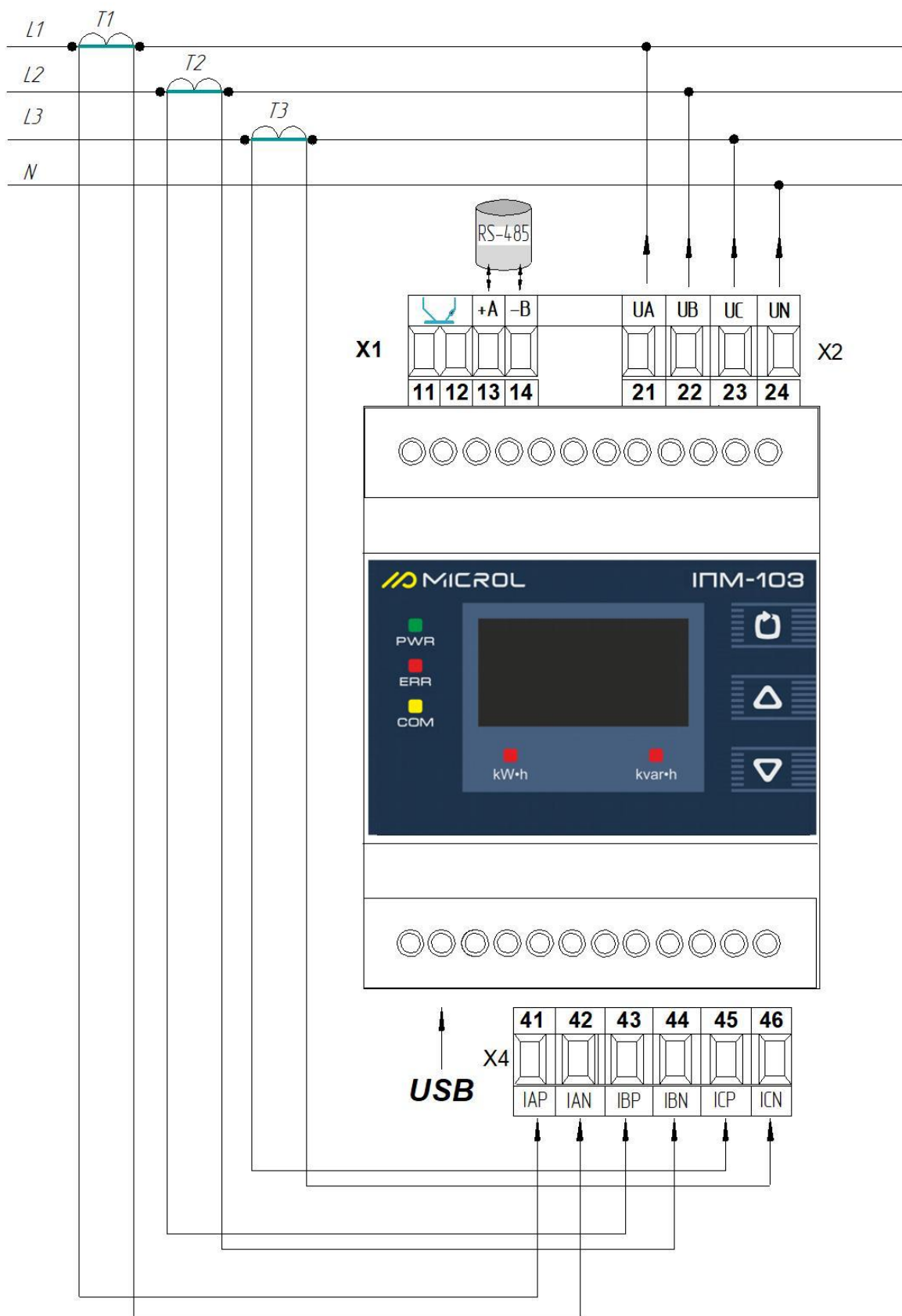


Рисунок Б.2 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-103 до трьох фазної мережі через трансформатори струму.

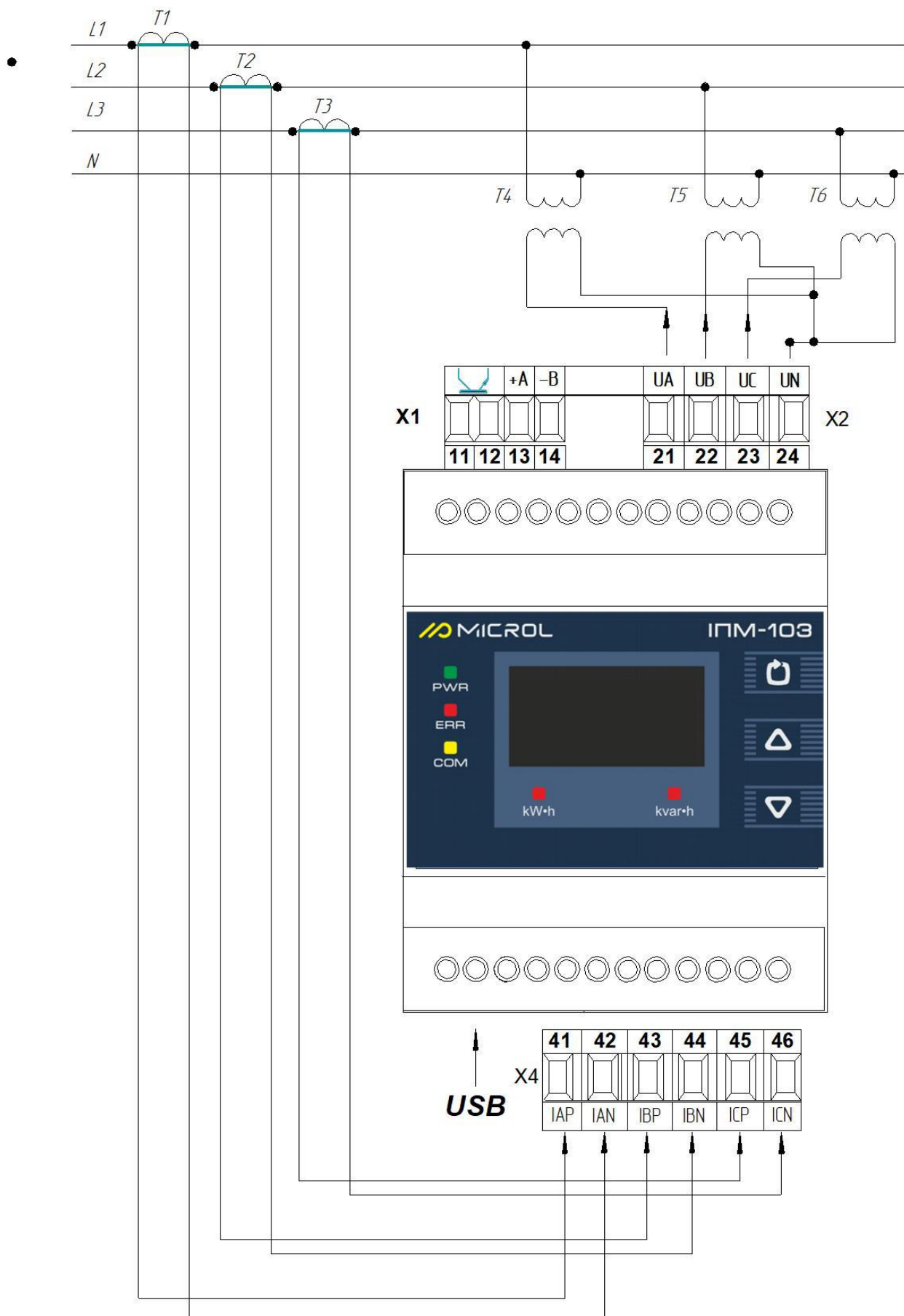


Рисунок Б.3 - Підключення зовнішніх ланцюгів індикатора ІПМ-103 трьох фазної мережі через трансформатори струму і трансформатори напруги.

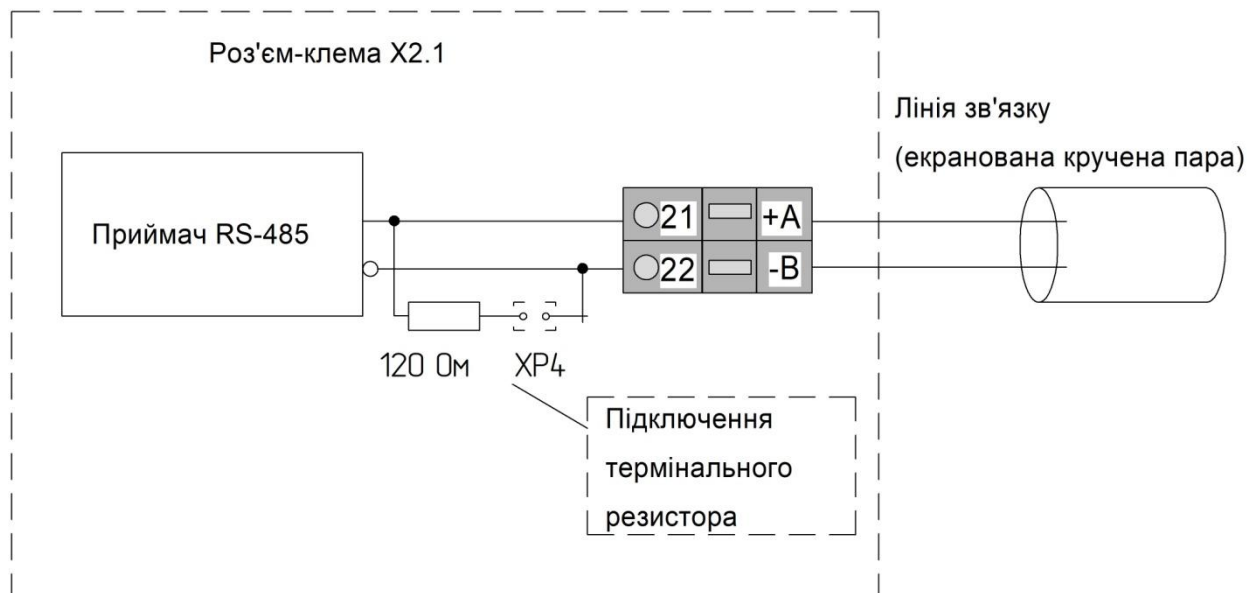


Рисунок Б.2 - Рекомендована схема підключення інтерфейсу RS-485

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.

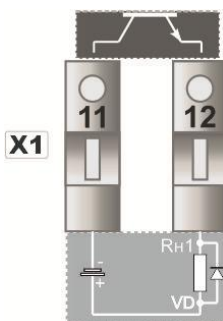


Рисунок Б.3 – Підключення імпульсного виходу до індикатора ІПМ-103

Додаток В. Комунікаційні функції

В.1 Організація інтерфейсного обміну ІПМ-103

Мікропроцесорний індикатор ІПМ-103 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-103 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-103 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

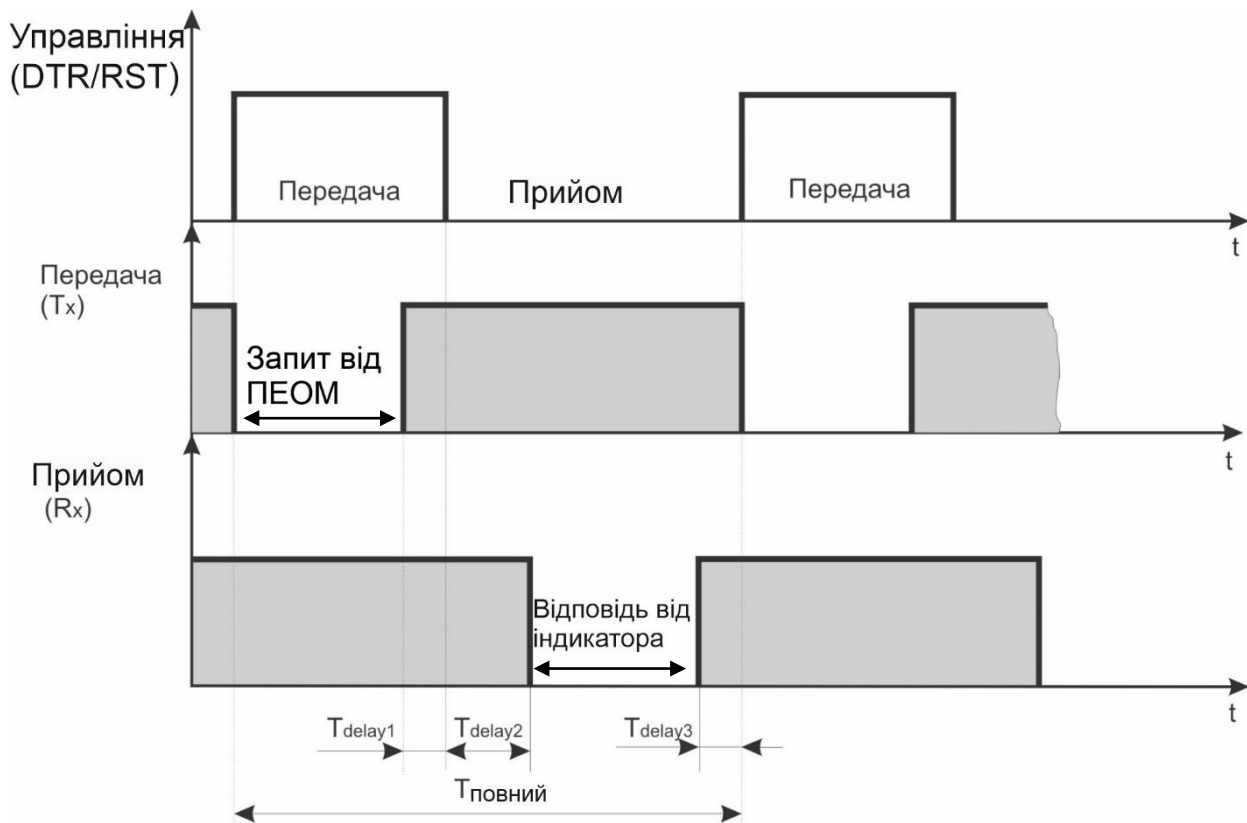


Рисунок В.1 - Часові діаграми управління передачею та прийомом блоку інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52)

T_{delay1} – затримка автоматичне перемикавання 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-103

Таблиця В.2. Програмно доступні регістри індикатора ІПМ-103

Функціональний код операції	№ Регістру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
Системні регістри				
03	6400	INT8	Регістр ідентифікації виробу	821
03	6401	INT8	Версія ПЗ	01
06	0	INT8	Команди керування Індикатором	1281 – Збереження налаштувань 1282 – Збереження налаштувань та перезавантаження приладу 1283 – завантаження з профілю 1284 – перезавантаження 1600 – кинути всі акумульовані значення потужності
03/06	1	INT8	Поточний номер налаштувань користувача	Від 1 до 5
03/06	2	INT8	Запис номеру налаштувань користувача	Від 1 до 2
03/06	3	INT8	Читання номеру налаштувань користувача	Від 1 до 2
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
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
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

продовження таблиці В.2 - Програмно доступні реєстри індикатора ІПМ-103

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
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
Уставки сигналізації				
Регістри уставок накопичених значень				
03/06	2304	FLOAT	Накопичене значення активної потужності фази А	Від 0 до 99 999 999
03/06	2306	FLOAT	Накопичене значення реактивної потужності фази А	Від 0 до 99 999 999
03/06	2308	FLOAT	Накопичене значення повної потужності фази А	Від 0 до 99 999 999
03/06	2310	FLOAT	Накопичене значення активної потужності фази В	Від 0 до 99 999 999
03/06	2312	FLOAT	Накопичене значення реактивної потужності фази В	Від 0 до 99 999 999

Функціональний код операції	№ Реєстру	Формат даних	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
03/06	2314	FLOAT	Накопичене значення повної потужності фази В	Від 0 до 99 999 999
03/06	2316	FLOAT	Накопичене значення активної потужності фази С	Від 0 до 99 999 999
03/06	2318	FLOAT	Накопичене значення реактивної потужності фази С	Від 0 до 99 999 999
03/06	2320	FLOAT	Накопичене значення повної потужності фази С	Від 0 до 99 999 999
03/06	2322	FLOAT	Накопичене сумарне значення активної потужності	Від 0 до 99 999 999
03/06	2324	FLOAT	Накопичене сумарне значення реактивної потужності	Від 0 до 99 999 999
03/06	2326	FLOAT	Накопичене сумарне значення повної потужності	Від 0 до 99 999 999
03/06	2328	DOUBLE	Накопичене значення активної потужності фази А	Від 0 до 99 999 999
03/06	2332	DOUBLE	Накопичене значення реактивної потужності фази А	Від 0 до 99 999 999
03/06	2336	DOUBLE	Накопичене значення повної потужності фази А	Від 0 до 99 999 999
03/06	2340	DOUBLE	Накопичене значення активної потужності фази В	Від 0 до 99 999 999
03/06	2344	DOUBLE	Накопичене значення реактивної потужності фази В	Від 0 до 99 999 999
03/06	2348	DOUBLE	Накопичене значення повної потужності фази В	Від 0 до 99 999 999
03/06	2352	DOUBLE	Накопичене значення активної потужності фази С	Від 0 до 99 999 999
03/06	2356	DOUBLE	Накопичене значення реактивної потужності фази С	Від 0 до 99 999 999
03/06	2364	DOUBLE	Накопичене сумарне значення активної потужності	Від 0 до 99 999 999
03/06	2368	DOUBLE	Накопичене сумарне значення реактивної потужності	Від 0 до 99 999 999
03/06	2372	DOUBLE	Накопичене сумарне значення повної потужності	Від 0 до 99 999 999
03/06	2360	DOUBLE	Накопичене значення повної потужності фази С	Від 0 до 99 999 999
Реєстри уставок мінімуму				
03/06	10496	FLOAT	Уставка мінімуму напруги фази А	Від 0 до 99999
03/06	10498	FLOAT	Уставка мінімуму напруги фази В	Від 0 до 99999
03/06	10500	FLOAT	Уставка мінімуму напруги фази С	Від 0 до 99999
03/06	10502	FLOAT	Уставка мінімуму струму фази А	Від 0 до 99999
03/06	10504	FLOAT	Уставка мінімуму струму фази В	Від 0 до 99999
03/06	10506	FLOAT	Уставка мінімуму струму фази С	Від 0 до 99999
03/06	10508	FLOAT	Уставка мінімуму активної потужності фази А	Від – 99999 до 99999
03/06	10510	FLOAT	Уставка мінімуму реактивної потужності фази А	Від – 99999 до 99999
03/06	10512	FLOAT	Уставка мінімуму повної потужності фази А	Від 0 до 99999
03/06	10514	FLOAT	Уставка мінімуму активної потужності фази В	Від – 99999 до 99999
03/06	10516	FLOAT	Уставка мінімуму реактивної потужності фази В	Від – 99999 до 99999
03/06	10518	FLOAT	Уставка мінімуму повної потужності фази В	Від 0 до 99999
03/06	10520	FLOAT	Уставка мінімуму активної потужності фази С	Від – 99999 до 99999
03/06	10522	FLOAT	Уставка мінімуму реактивної потужності фази С	Від – 99999 до 99999
03/06	10524	FLOAT	Уставка мінімуму повної потужності фази С	Від 0 до 99999
03/06	10526	FLOAT	Уставка мінімуму сумарної активної потужності	Від – 99999 до 99999
03/06	10528	FLOAT	Уставка мінімуму сумарної реактивної потужності	Від – 99999 до 99999
03/06	10530	FLOAT	Уставка мінімуму сумарної повної потужності	Від 0 до 99999
03/06	10532	FLOAT	Уставка мінімуму сумарного струму	Від 0 до 99999
Реєстри уставок максимуму				
03/06	18688	FLOAT	Уставка Максимуму напруги фази А	Від 0 до 99999
03/06	18690	FLOAT	Уставка Максимуму напруги фази В	Від 0 до 99999
03/06	18692	FLOAT	Уставка Максимуму напруги фази С	Від 0 до 99999
03/06	18694	FLOAT	Уставка Максимуму струму фази А	Від 0 до 99999
03/06	18696	FLOAT	Уставка Максимуму струму фази В	Від 0 до 99999
03/06	18698	FLOAT	Уставка Максимуму струму фази С	Від 0 до 99999
03/06	18700	FLOAT	Уставка Максимуму активної потужності фази А	Від – 99999 до 99999
03/06	18702	FLOAT	Уставка Максимуму реактивної потужності фази А	Від – 99999 до 99999
03/06	18704	FLOAT	Уставка Максимуму повної потужності фази А	Від 0 до 99999
03/06	18706	FLOAT	Уставка Максимуму активної потужності фази В	Від – 99999 до 99999
03/06	18708	FLOAT	Уставка Максимуму реактивної потужності фази В	Від – 99999 до 99999
03/06	18710	FLOAT	Уставка Максимуму повної потужності фази В	Від 0 до 99999
03/06	18712	FLOAT	Уставка Максимуму активної потужності фази С	Від – 99999 до 99999
03/06	18714	FLOAT	Уставка Максимуму реактивної потужності фази С	Від – 99999 до 99999
03/06	18716	FLOAT	Уставка Максимуму повної потужності фази С	Від 0 до 99999
03/06	18718	FLOAT	Уставка Максимуму сумарної активної потужності	Від – 99999 до 99999
03/06	18720	FLOAT	Уставка Максимуму сумарної реактивної потужності	Від – 99999 до 99999
03/06	18722	FLOAT	Уставка Максимуму сумарної повної потужності	Від 0 до 99999
03/06	18724	FLOAT	Уставка Максимуму сумарного струму	Від 0 до 99999
Реєстри 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
Реєстри 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 Staterlq	Від 10 до 1
03/06	8204	UINT8	Вибір фази для вимірювання частоти	Від 0 до 2

продовження таблиці В.2 - Програмно доступні реєстри індикатора ІПМ-103

Реєстри станів Modbus				
03	16384	UINT32	Стан уставок по мінімуму	Від 0 до 19
03	16386	UINT32	Стан уставок по максимуму	Від 0 до 19
03	16388	UINT32	Стан уставок акумульованих значень	Від 0 до 17
03	16390	UINT32	Стан переривань мікросхеми	Від 0 до 31
03	16392	UINT32	Пікове значення напруги мікросхеми	Від 0 до 31
03	16394	UINT32	Пікове значення струму мікросхеми	Від 0 до 31
Реєстри 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
Реєстр помилок індикатора				
03/06	6912	UINT8	Код помилки	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 - перекид по напрузі ($U > U+10\%$ або $U < U-10\%$) або відсутність вхідної напруги в одній або декількох фазах. 6 - I UNBALANCE - перекид по струму ($I > I+50\%$ або $I < I-50\%$)

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-103 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

В.3.2 Device Address. Адреса пристрою

Адреса пристрою (slave-пристрою) в мережі (1-255), за яким звертається SCADA система (master-пристрій) зі своїм запитом. Коли віддалений пристрій 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-103 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 пристрою, 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 пристроєм, 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 пристрою.

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, ІндикаторІПМ-103 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

B.5 Рекомендації з програмування обміну даними з Індикатором

B.5.1 При операціях вводу / виводу (з програмним керуванням DTR / RTS), необхідно утримувати сигнал DTR / RTS до закінчення передачі кадру запиту. Для визначення моменту передачі останнього символу з буфера передачі COM порту рекомендується використовувати цю функцію:

```
void WaitForClearBuf (void)
{
    byte Stat;

    __asm
    {
        a1: mov dx, 0x3FD
        in al, dx
        test al, 0x20
        jz a1
        a2: in al, dx
        test al, 0x40
        jz a2
    }
}
```

B.5.2 Кадр відповіді від індикатора передається приладом з затримкою 3 - 9 мс від моменту прийняття кадру запиту. Для очікування кадру відповіді не рекомендується використовувати WinApi: Sleep (), а використовувати OVERLAPPED структуру і визначати отримання відповіді від індикатора наступним кодом:

```
while (dwCommEvent! = EV_RXCHAR)
{
    int tik = :: GetTickCount ();
    :: WaitCommEvent (DriverHandle, & dwCommEvent, & Rd2);
    TimeOut = TimeOut + (:: GetTickCount () - tik);
    if (TimeOut > 100) break;
}
```

TimeOut - таймаут на отримання відповіді.

B.5.3 Після передачі кадру відповіді приладу необхідна пауза = 1мс для перемикавання в режим прийому. Для очікування також не рекомендується використовувати функцію WinApi Sleep ().

Лист реєстрації змін

Змін.	Номери листів (сторінок)			Усього аркушів у документі	№ документа	Вхідний № супроводжуючого документа та дата	Підп.	Дата
	Змінених	Замінених	Нових					
1.01		29-32			ver. 821.01	Оновлено таблицю реєстрів, додано додаткові реєстри.	Фединяк В.В	03.01.2024
1.02				35	ver. 821.01	Виправлено помилку в таблиці реєстрів	Фединяк В.В	11.04.2025
1.03				35	ver. 821.01	Додано зовнішній трансформатор струму в комплекті постачання	Фединяк В.В	05.11.2025