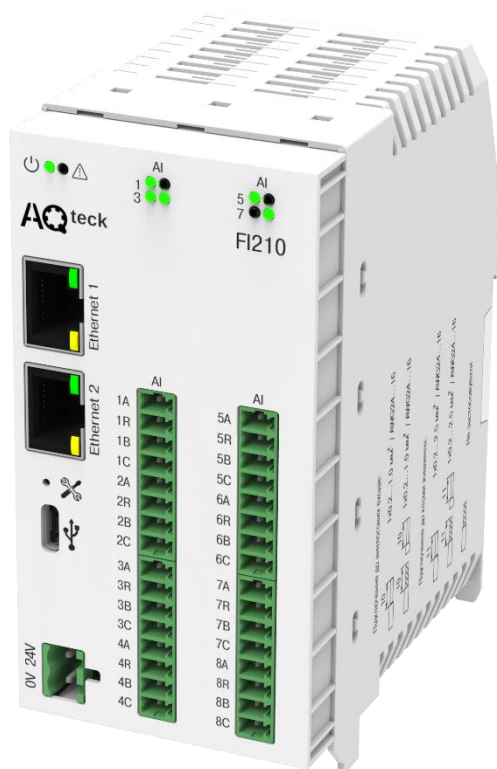


FI210-4(8)T

Модуль аналогового вводу



Настанова щодо експлуатування

АРАВ.426433.027-15 НЕ

АРАВ.426433.027-16 НЕ

04.2025

версія 1.1

Зміст

Попереджувальні повідомлення	3
Використовувані аббревіатури	4
Вступ	5
1 Призначення	6
2 Технічні характеристики та умови експлуатування.....	7
2.1 Технічні характеристики	7
2.2 Ізоляція вузлів пристрою	9
2.3 Умови експлуатування.....	9
3 Заходи безпеки	11
4 Монтаж	12
5 Підключення	13
5.1 Рекомендації щодо підключення	13
5.2 Призначення рознімачів та елементів керування	13
5.3 Призначення контактів клемника	15
5.4 Підключення до аналогових входів	16
5.4.1 Загальна інформація	16
5.4.2 Підключення термоперетворювачів опору (ТО).....	16
5.4.3 Підключення термоелектричних перетворювачів (ТП)	17
5.4.4 Підключення активного датчика з вихідним сигналом напруги постійного струму ..	17
5.4.5 Підключення датчика з вихідним сигналом сили струму постійної напруги	18
5.4.6 Підключення датчика резистивного типу.....	18
5.4.7 Підключення датчика типу «сухий контакт»	18
5.5 Підключення за інтерфейсом Ethernet	19
6 Побудова і принцип роботи.....	21
6.1 Принцип роботи.....	21
6.2 Індикація та керування.....	21
6.3 Годинник реального часу	22
6.4 Запис архіву.....	22
6.5 Режими обміну даними	24
6.5.1 Включення датчика до списку опитування	24
6.5.2 Встановлення діапазону вимірювання	24
6.5.3 Налаштування цифрової фільтрації вимірювань	25
6.5.4 Робота за протоколом Modbus TCP	26
6.5.5 Робота за протоколом Modbus TCP	27
6.5.6 Коді помилок для протоколу Modbus	33
6.5.7 Робота за протоколом MQTT	35
6.5.8 Робота за протоколом SNMP	37
6.5.9 Діагностика роботи первинних датчиків	38
6.5.10 Помилки датчиків.....	38
7 Налаштування	40
7.1 Підключення до ПЗ «AQteck Tool Max».....	40
7.2 Налаштування мережевих параметрів	41
7.3 Налаштування параметрів обміну за протоколом MQTT1	41
7.4 Налаштування параметрів обміну за протоколом SNMP	43
7.5 Пароль доступу до модуля.....	43
7.6 Оновлення вбудованого ПЗ	43
7.7 Налаштування годинника реального часу	44

7.8 Відновлення заводських налаштувань.....	45
8 Технічне обслуговування.....	46
8.1 Загальні вказівки	46
8.2 Батарея	46
9 Комплектність	47
10 Маркування	48
11 Пакування.....	49
12 Транспортування та зберігання	50
Додаток А. Розрахунок вектора ініціалізації для шифрування файлу архіву	51

Попереджувальні повідомлення

У цій настанові застосовуються такі попередження:



НЕБЕЗПЕКА

Ключове слово НЕБЕЗПЕКА повідомляє про **безпосередню загрозу небезпечної ситуації**, яка призведе до смерті або серйозної травми, якщо їй не запобігти.



УВАГА

Ключове слово УВАГА повідомляє про **потенційно небезпечну ситуацію**, яка може призвести до незначних травм.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Ключове слово ПОПЕРЕДЖЕННЯ повідомляє про **потенційно небезпечну ситуацію**, яка може призвести до пошкодження майна.



ПРИМІТКА

Ключове слово ПРИМІТКА звертає увагу на корисні поради та рекомендації, а також інформацію для ефективної та безперебійної роботи обладнання.

Обмеження відповідальності
За жодних обставин ТОВ «АКУТЕК» та його контрагенти не нестимуть юридичної відповідальності та не визнаватимуть за собою яких-небудь зобов'язань у зв'язку з будь-яким збитком, що виник внаслідок встановлення або використання пристрою з порушенням чинної нормативно-технічної документації.

Використовувані аббревіатури

АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

ДЗП – додаткова зведена похибка.

ДМЧ – доступна металева частина (доступна для дотику користувачем).

ЕМЗ – електромагнітні завади.

НСХ – номінальна статична характеристика.

ОЗП – основна зведена похибка.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПК – персональний комп'ютер.

ПЛК – програмований логічний контролер.

АІ – аналоговий вхід.

RTC – годинник реального часу.

USB – послідовний інтерфейс для підключення периферійних пристроїв до обчислювальної техніки.

UTC – всесвітній координований час.

Вступ

Цю Настанову щодо експлуатування призначено для ознайомлення обслуговуючого персоналу з побудовою, принципом роботи, конструкцією, технічним експлуатуванням та обслуговуванням модуля дискретного виводу FI210-T (надалі за текстом – «пристрій» або «модуль»).

Підключення, налаштування і технічне обслуговування пристрою повинні виконувати тільки кваліфіковані фахівці після ознайомлення з цією Настановою щодо експлуатування.

Модуль має два виконання за кількістю входів:

- AQTECK FI210-4T** – модуль з 4 універсальними аналоговими входами,
- AQTECK FI210-8T** – модуль з 8 універсальними аналоговими входами.

Перелік датчиків, які можуть бути підключені до модуля:

- термоперетворювачі опору (ТО);
- термоелектричні перетворювачі (ТП);
- активні датчики з виходом у вигляді напруги або струму;
- датчики резистивного типу.

Кожний вхід може бути налаштований для вимірювання окремого типу вхідного сигналу.

Детальну інформацію щодо характеристик пристрою наведено в цій настанові.

ТОВ «АКУТЕК» заявляє, що пристрій відповідає технічному регламенту з електромагнітної сумісності обладнання та технічному регламенту низьковольтного електричного обладнання. Повний текст декларації про відповідність доступний на сторінці пристрою на сайті aqteck.ua.

1 Призначення

Модуль призначено для збирання даних із вбудованих аналогових входів та передачі їх виконавчим пристроям на об'єктах автоматизації. Керування модулем, а також отримання даних здійснюється за допомогою ПЛК, панельного контролера, ПК та іншого керівного пристрою.

Пристрій використовується поза сферою законодавчо регульованої метрології.

2 Технічні характеристики та умови експлуатування

2.1 Технічні характеристики

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики

Найменування	Значення
Живлення	
Напруга живлення	10...48 В (номінальна 24 В)
Споживана потужність, не більше	9 Вт
Захист від переполюсування напруги живлення	Є
Інтерфейси	
Інтерфейс обміну	здвоєний Ethernet 10/100 Mbps
Інтерфейс конфігурування	USB 2.0 (USB Type-C), Ethernet 10/100 Mbps
Протоколи зв'язку, що використовуються для передавання інформації	Modbus TCP; MQTT; SNMP; NTP
Версія протоколу IP	IPv4
Аналогові входи	
Кількість входів	4 або 8 (залежно від виконання)
Типи вимірюваного сигналу	Наведено в таблиці 2.2
Розрядність АЦП	16 біт
Час вимірювання одного входу, не більше: ТП та уніфіковані сигнали постійної напруги та струму	0,6 с
ТО та 0-5 кОм	0,9 с
Межа ОЗП при вимірюванні: ТО, 0-5 кОм та уніфіковані сигнали постійної напруги та струму	±0,25 %
ТП	±0,5 %
ДЗП, викликана впливом ЕМЗ, не більше:	±0,25 %
ДЗП, викликана зміною температури зовнішнього середовища, на кожні 10 градусів, не більше	0,2 від ОЗП
Опір вбудованого токовимірювального резистора	51 Ом
Вбудована Flash-пам'ять (архів)	
Кількість циклів запису і стирання	До 100000
Максимальний розмір файлу архіву	2 кБ
Максимальна кількість файлів архіву	1000
Мінімальний період запису архіву	10 с (за умовчанням – 30 с)

Таблиця 2.2 – Датчики і вхідні сигнали

Датчик або вхідний сигнал	Діапазон вимірювань	Значення одиниці молодшого розряду ¹⁾	Межа ОЗП
ТО згідно з ДСТУ 2858			
50М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-180...+200 °C	0,1 °C	$\pm 0,25 \%$
Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
50П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
100М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-180...+200 °C		
Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
100П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
100Н ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-60...+180 °C		
Pt 500 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
500П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
500М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-180...+200 °C		
500Н ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-60...+180 °C		
1000М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-180...+200 °C		
Pt 1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
1000П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-200...+850 °C		
1000Н ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-60...+180 °C		
ТО згідно з ДСТУ ГОСТ 6651-2014 ²⁾			
Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-50...+200 °C	0,1 °C	$\pm 0,25 \%$
Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-50...+200 °C		
Cu 500 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-50...+200 °C		
Cu 1000 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	-50...+200 °C		
ТО згідно з ГОСТ 6651-78 ²⁾			
R ₀ = 53 Ом, W ₁₀₀ = 1,4260	-50...+180 °C	0,1 °C	$\pm 0,25 \%$
ТП згідно з ДСТУ EN 60584-1-2016			
ТХК (L)	-200...+800 °C	0,1 °C	$\pm 0,5 \%$ $\pm 0,25 \%$ ³⁾
ТЗК (J)	-210...+1200 °C		
ТНН (N)	-270...+1300 °C		
ТХА (K)	-270...+1300 °C		
ТПП 10 (S)	-50...+1750 °C		
ТПП 13 (R)	-50...+1750 °C		
ТПР (B)	+200...+1800 °C		
ТВР (A)	0...+2500 °C		
ТМК (T)	-270...+400 °C		
ТП згідно з DIN 43710			
L	-200...+900 °C	1 °C	$\pm 0,5 \%$, $\pm 0,25 \%$ ³⁾
ТП згідно з ДСТУ 28372)			
ТВР (A-2)	0...+1800 °C	0,1 °C	$\pm 0,5 \%$ $\pm 0,25 \%$ ³⁾
ТВР (A-3)			
Сигнали постійної напруги, постійного струму та опору			
Струм від 0 до 5 мА	0...100 %	0,1 %	$\pm 0,25 \%$
Струм від 0 до 20 мА			
Струм від 4 до 20 мА			
Напруга від -1 до 1 В			

Продовження таблиці 2.2

Датчик або вхідний сигнал	Діапазон вимірювань	Значення одиниці молодшого розряду ¹⁾	Межа ОЗП
Сигнали постійної напруги, постійного струму та опору			
Напруга від -5 до 50 мВ	0...100 %	0,1 %	± 0,25 %
Опір від 0 до 2 кОм		1 Ом	
Опір від 0 до 5 кОм			
¹⁾ При значенні виміряного сигналу, що відображається, більше 999,9 та нижче –199,9 ціна одиниці молодшого розряду становить 1 °С. ²⁾ Цей нормативний документ відмінено в Україні та використовується як довідковий ресурс. ³⁾ Основна зведена похибка без алгоритму компенсації «холодного спаю».			

2.2 Ізоляція вузлів пристрою

Схему гальванічно ізольованих вузлів і міцність гальванічної ізоляції наведено на [рисунку 2.1](#).

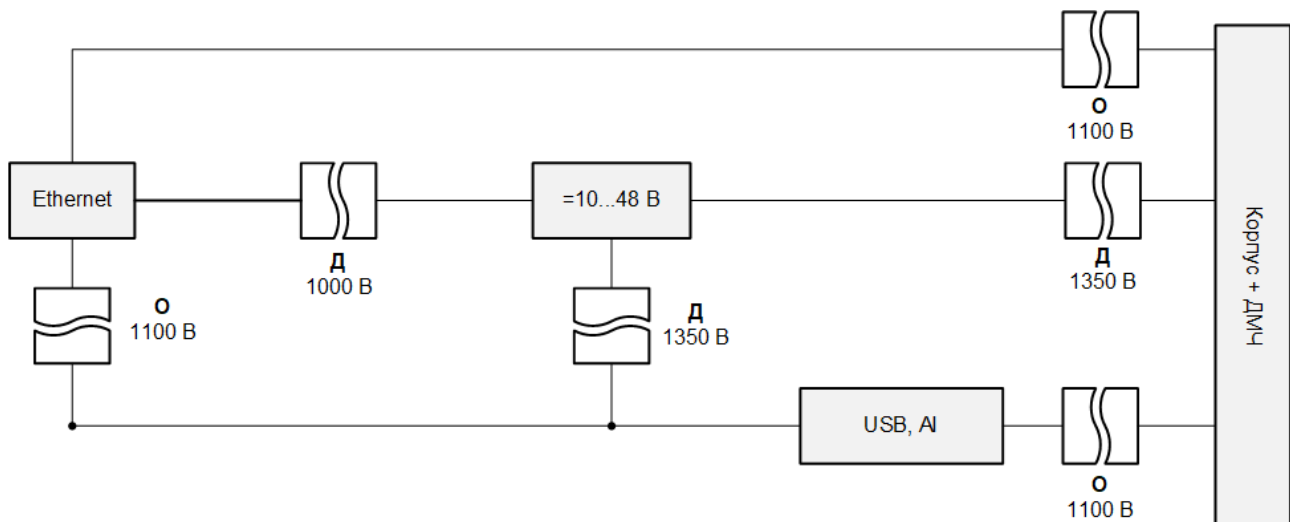


Рисунок 2.1 – Ізоляція вузлів пристрою

Таблиця 2.3 – Типи ізоляції за ДСТУ EN 61131-2

Тип	Опис
Основна (О)	Ізоляція для частин обладнання, що перебувають під напругою, з метою захисту від ураження електричним струмом. Електрична міцність основної ізоляції пристрою перевіряється типовими випробуваннями: застосуванням випробувальної змінної напруги, величина якої відрізняється для різних кіл пристрою.
Додаткова (Д)	Незалежна ізоляція, на додаток до основної ізоляції для гарантії захисту від ураження електричним струмом у разі відмови основної ізоляції. Електрична міцність додаткової ізоляції пристрою перевіряється типовими випробуваннями випробувальної змінної напруги різної величини (діюче значення).

2.3 Умови експлуатування

Пристрій призначений для експлуатування за таких умов:

- температура навколишнього повітря від мінус 40 до плюс 55 °С;
- відносна вологість повітря від 10 % до 95 % (за +35 °С без конденсації вологи);
- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа;
- закриті вибухобезпечні приміщення без агресивних парів і газів.

Пристрій відповідає вимогам щодо стійкості до впливу електромагнітних завад відповідно до ДСТУ EN 61131-2 та ДСТУ EN 61000-6-2.

За рівнем випромінювання радіозавад (завадоемісії) пристрій відповідає нормам, встановленим ДСТУ EN 61131-2 і ДСТУ EN 61000-6-4.

За стійкістю до механічних впливів під час експлуатування пристрій відповідає ДСТУ ІЕС 60068-2-6 і ДСТУ ІЕС 60068-2-27.

За стійкістю до кліматичних впливів під час експлуатування пристрій відповідає ДСТУ ІЕС 60068-2-1, ДСТУ ІЕС 60068-2-2 і ДСТУ ІЕС 60068-2-78.

3 Заходи безпеки

За способом захисту від ураження електричним струмом модуль відповідає класу II за ДСТУ EN 61140.

Під час експлуатування та технічного обслуговування необхідно дотримуватися вимог Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил улаштування електроустановок.

Пристрій слід встановлювати у спеціалізованих шафах, доступ до яких дозволений тільки кваліфікованим фахівцям. Будь-які підключення до пристрою і роботи з його технічного обслуговування слід проводити тільки при вимкненому живленні пристрою і підключених до нього пристроїв.

Не допускається потрапляння вологи на контакти вихідного рознімача і внутрішні електроелементи пристрою.

**УВАГА**

Заборонено використовувати пристрій за наявності в атмосфері кислот, лугів, мастил та інших агресивних речовин.

4 Монтаж

Пристрій встановлюється в шафі електрообладнання.

Конструкція шафи повинна забезпечувати захист пристрою від потрапляння вологи, бруду та сторонніх предметів.

Для установлення пристрою необхідно:

1. Переконайтеся в наявності вільного простору для підключення пристрою та прокладення проводів.
2. Закріпити пристрій на DIN-рейці.



УВАГА

Під час монтажу необхідно забезпечити наявність вільного простору 50 мм над пристроєм та під ним.

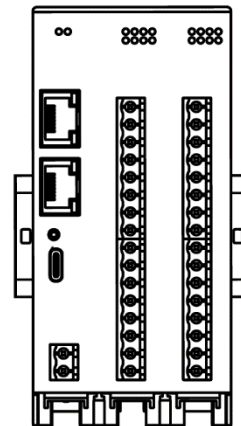


Рисунок 4.1 – Приклад правильного встановлення

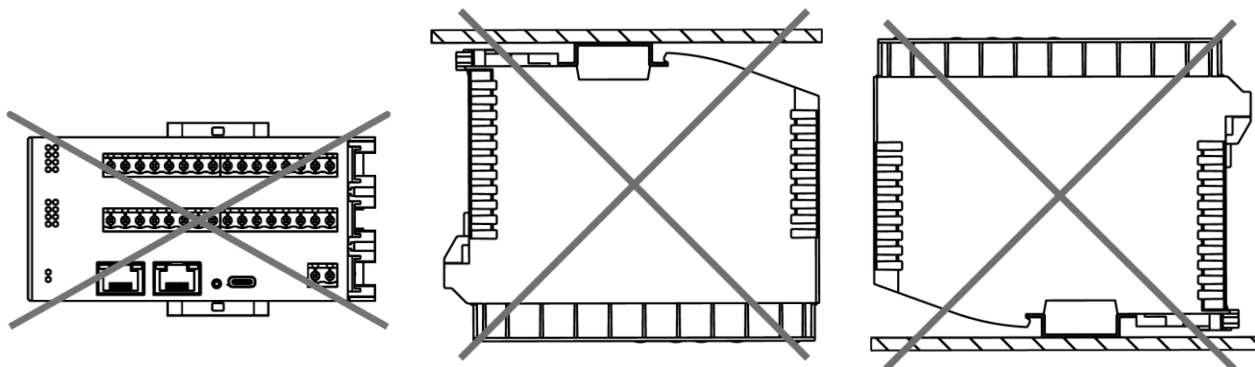


Рисунок 4.2 – Приклади помилкового встановлення

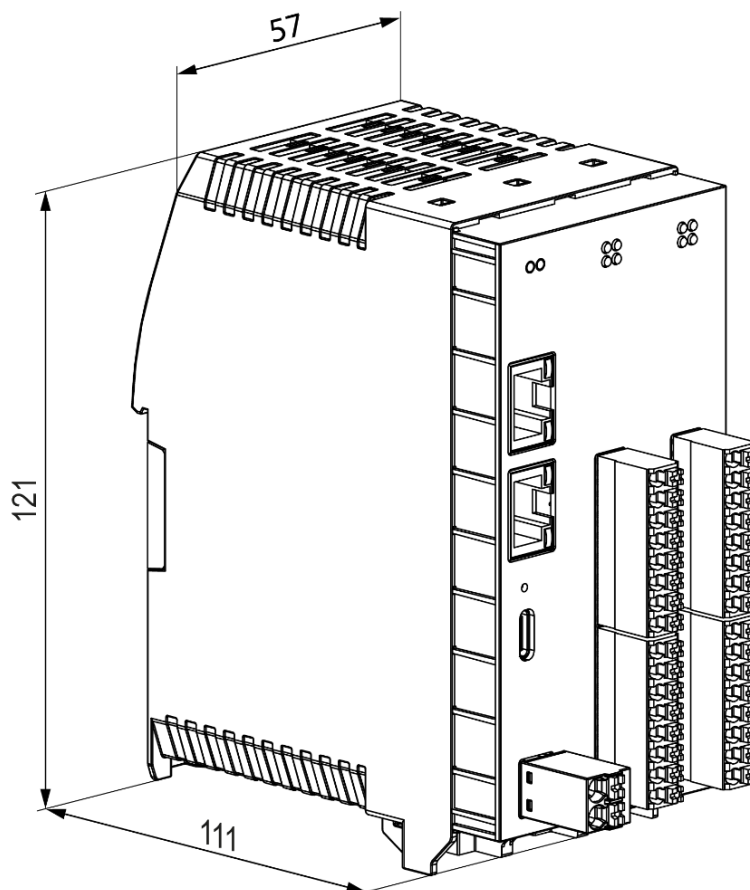


Рисунок 4.3 – Габаритний кресленик

5 Підключення

5.1 Рекомендації щодо підключення

Монтаж зовнішніх підключень здійснюється проводом перетином не більше 1,0 мм² (детальна інформація розміщена на корпусі пристрою).

Для багатожильних проводів треба використовувати наконечники.

Монтаж дротів живлення необхідно виконувати за допомогою відповідного клемника з комплекту постачання.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Підключення і технічне обслуговування виконувати тільки при відключеному живленні модуля і підключених до нього пристроїв.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Забороняється підключати декілька дротів до однієї клеми без використання наконечників.

Загальні вимоги до ліній з'єднань:

- під час прокладання кабелів слід виділити лінії зв'язку, що з'єднують пристрій з датчиком, у самостійну трасу (або кілька трас), розташовуючи її (або їх) окремо від силових кабелів, а також від кабелів, що створюють високочастотні й імпульсні завади;
- для захисту входів пристрою від впливу промислових електромагнітних завад лінії зв'язку пристрою з датчиком слід екранувати. У якості екранів можуть бути використані як спеціальні кабелі з екрануючим обплетенням, так і заземлені сталеві труби відповідного діаметру. Екрани кабелів з екрануючим обплетенням слід підключити до контакту функціонального заземлення (FE) у щиті керування;
- фільтри мережевих завад слід встановлювати у лініях живлення пристрою;
- іскрогасні фільтри слід встановлювати у лініях комутації силового обладнання.

Монтуючи систему, в якій працює пристрій, слід враховувати правила організації ефективного заземлення:

- усі заземлювальні лінії слід прокладати за схемою «зірка» із забезпеченням хорошого контакту із заземлюваним елементом;
- усі заземлювальні кола повинні бути виконані проводами найбільшого перетину.

5.2 Призначення рознімачів та елементів керування

На лицьовій панелі пристрою розташовані (рисунки 5.1):

- два рознімачі Ethernet (тип RJ45);
- USB (Type-C);
- рознімач для підключення живлення пристрою;
- рознімачі для підключення датчиків;
- елементи індикації – світлодіоди;
- сервісна кнопка.

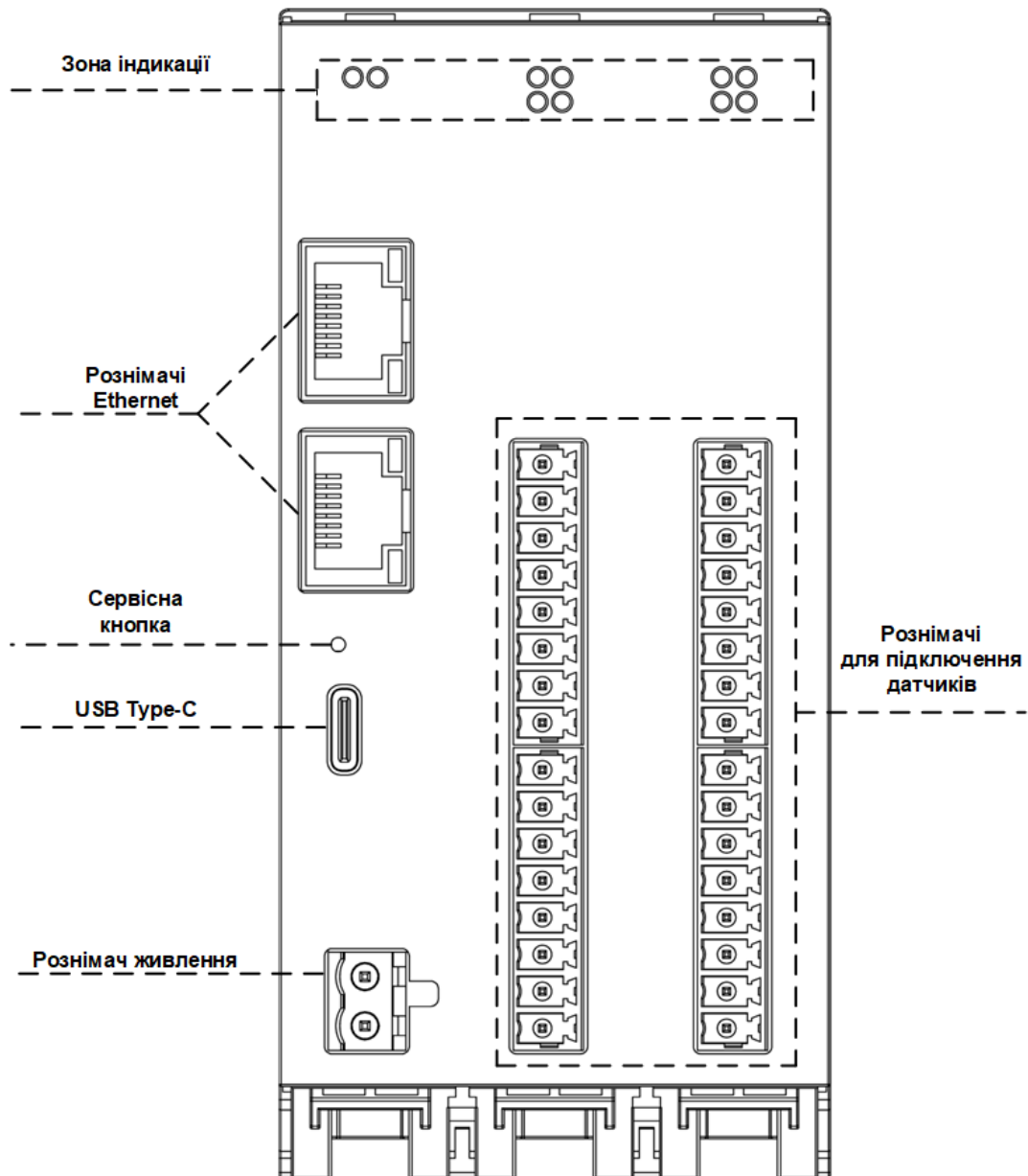


Рисунок 5.1 – Рознімачі та елементи керування пристрою

5.3 Призначення контактів клемника

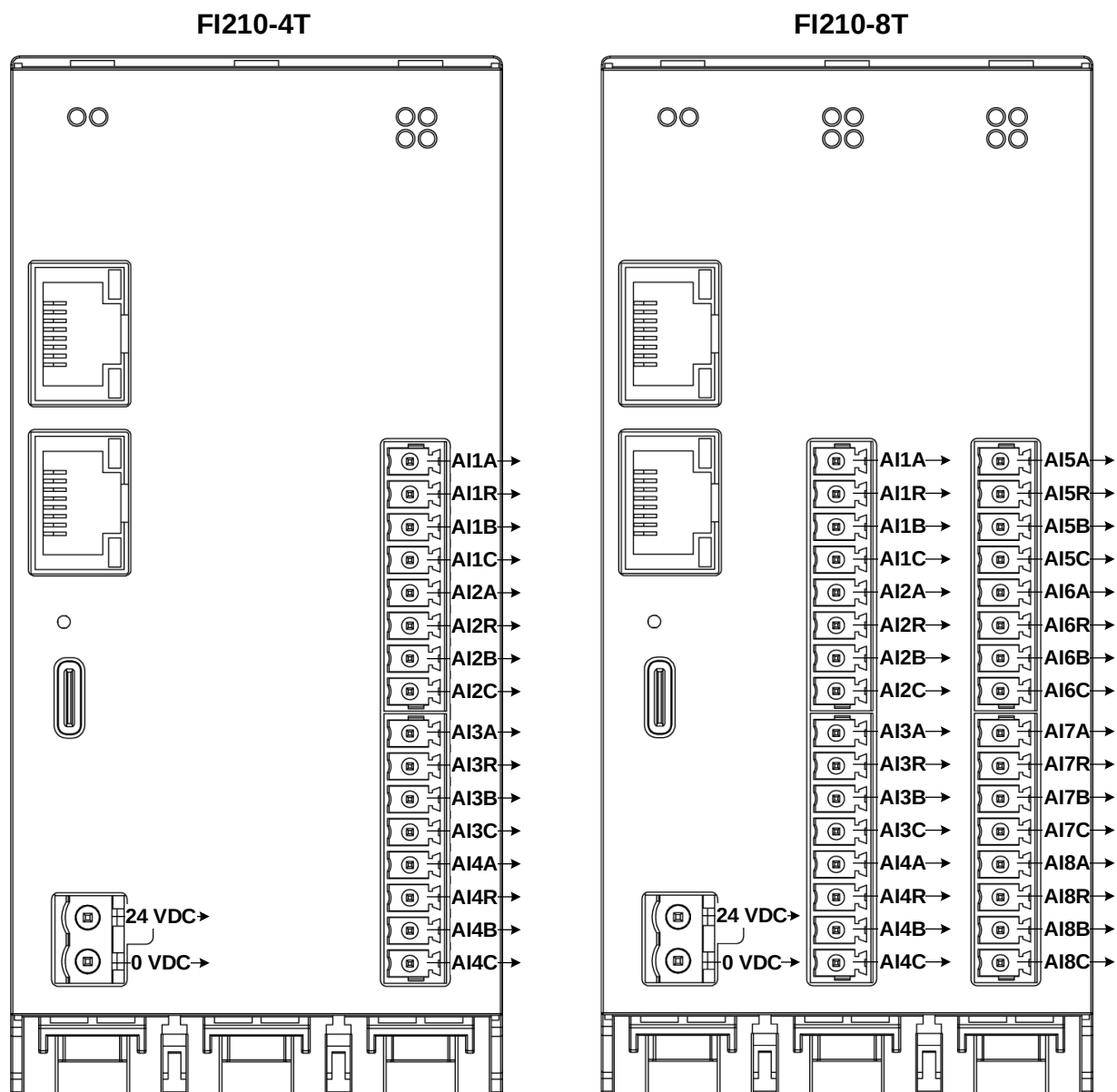


Рисунок 5.2 – Призначення контактів клемника

Таблиця 5.1 – Призначення контактів клемника пристрою

Найменування контакту		Призначення
Живлення пристрою	24 VDC	Підключення напруги живлення пристрою
	0 VDC	
Аналогові входи	AIxA, AIxB, AIXC, AIXR	Підключення датчиків до аналогових входів (див. розділ 5.4)



УВАГА

Допускається застосовувати джерело живлення зі струмом навантаження не більше 8 А.



УВАГА

Довжина кабелю живлення не повинна перевищувати 30 м.



УВАГА

Використання джерел живлення без потенційної розв'язки або з базовою (основною) ізоляцією ліній низької напруги від ліній змінного струму, може призвести до появи небезпечної напруги у лініях пристрою.

5.4 Підключення до аналогових входів

5.4.1 Загальна інформація

Вхідні вимірювальні пристрої в модулі є універсальними, тобто до них дозволяється підключати будь-які первинні перетворювачі (датчики) та уніфіковані сигнали з перерахованих в [таблиці 2.2](#). Кожний аналоговий вхід є незалежним, тому дозволено одночасне підключення різних типів датчиків в будь-яких комбінаціях.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Для захисту вхідних ланцюгів модуля від можливого ураження статичним розрядом, накопиченим на лініях зв'язку «модуль-датчик», перед підключенням до клем необхідно зняти розряд, шляхом з'єднання ланцюгів датчика з гвинтом (шиною) функціонального заземлення (FE) щита.

Під час перевірки справності датчика та лінії зв'язку слід відключити модуль від мережі живлення. Щоб уникнути виходу модуля з ладу при «продзвонюванні» зв'язків слід використовувати вимірювальні пристрої з напругою живлення не більше 4,5 В. Для більш високих напруг живлення цих пристроїв відключення датчика від модуля обов'язково.

Параметри лінії з'єднання модуля з датчиком наведено в [таблиці 5.2](#).

Таблиця 5.2 – Параметри лінії зв'язку модуля з датчиками

Тип датчика	Довжина лінії, м, не більше	Опір лінії, Ом, не більше	Виконання лінії
ТО	100	15	Трипроводова, проводи рівної довжини та перерізу
ТП	20	100 ¹⁾	Термоелектродний кабель (компенсаційний)
Уніфікований сигнал сили струму постійної напруги	100	100	Двопроводова
Уніфікований сигнал напруги постійного струму	100	50	Двопроводова
Опір	10	5	Трипроводова

¹⁾ Допускається опір лінії понад 100 Ом за наявності в ланцюзі джерела живлення достатньої напруги



ПРИМІТКА

Час опитування входу залежить від типу датчика (див. [таблиці 2.2](#)). Входи розбиті на групи по 2 канали. Опитування входів відбувається послідовно в кожній групі незалежно від іншої. Наприклад, опитування двох входів займе час, що дорівнює сумі опитувань входу 1 і входу 2.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Підключення датчиків напруги та струму необхідно виконувати виключно за схемою, зображеною нижче. Вбудований захист від неправильного підключення гарантує захист аналогового входу **протягом 30 секунд з моменту подачі сигналу**. Тривале використання модуля з неправильним підключенням вхідних сигналів може привести до погіршення метрологічних характеристик або навіть виходу з ладу всього вимірювального вузла.



УВАГА

Вихід модуля з ладу внаслідок неправильного підключення вхідних сигналів не підлягає гарантійному обслуговуванню.

5.4.2 Підключення термоперетворювачів опору (ТО)

Вихідні параметри ТО визначаються їх НСХ відповідно до ДСТУ 2858, ДСТУ ГОСТ 6651-2014, ГОСТ 6651-78 (див. [таблицю 2.2](#)).

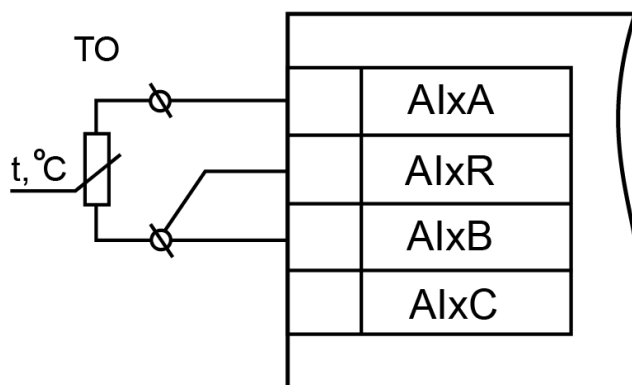


Рисунок 5.3 – Схема підключення ТО

Щоб уникнути впливу опорів з'єднувальних проводів на результати виміру температури, підключення датчика до модуля слід проводити за трипроводовою схемою. При такій схемі до одного з виводів ТО підключаються одночасно два проводи, що з'єднують його з модулем, а до іншого виводу – третій з'єднувальний провід. Для повної компенсації впливу з'єднувальних проводів на результати вимірювань необхідно, щоб їх опори були рівні один одному (достатньо використовувати однакові дроти рівної довжини).

5.4.3 Підключення термоелектричних перетворювачів (ТП)

Вихідні параметри ТП визначаються їх НСХ відповідно до ДСТУ EN 60584-1-2016, DIN 43710, ДСТУ 2837.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Для роботи з модулем можуть бути використані тільки термопари з ізованими та незаземленими робочими спаями, оскільки негативні виводи їх вільних кінців об'єднані між собою на вході модуля.

Якщо підключення вільних кінців ТП безпосередньо до контактів модуля неможливе, то з'єднання ТП з модулем необхідно виконувати за допомогою компенсаційних термоелектродних проводів чи кабелів з обов'язковим дотриманням полярності їх включення. Використання термоелектродних кабелів дозволяє збільшити довжину провідників термопари та «перенести» її вільні кінці до клемника модуля.

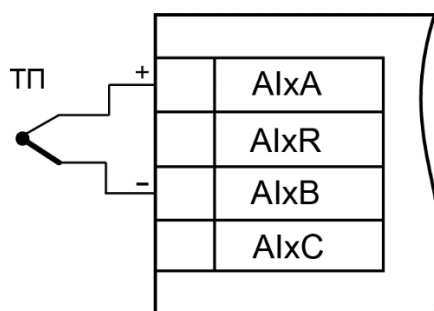


Рисунок 5.4 – Схема підключення ТП

Для коректного обчислення параметрів у схемі передбачено автоматичну корекцію показань модуля за температурою холодного спаю. Температуру холодного спаю вимірює датчик, розташований на платі модуля. Модуль має вбудовані датчики холодного спаю (один датчик на кожні два канали).

Автоматична корекція забезпечує правильні показання модуля у разі зміни температури навколишнього середовища.

5.4.4 Підключення активного датчика з вихідним сигналом напруги постійного струму

Живлення активних датчиків повинно здійснюватися від зовнішнього блока живлення. Підключати активні перетворювачі з вихідним сигналом у вигляді постійної напруги ($-1...+1$ В і $-50...+50$ мВ) дозволяється безпосередньо до вхідних контактів модуля.

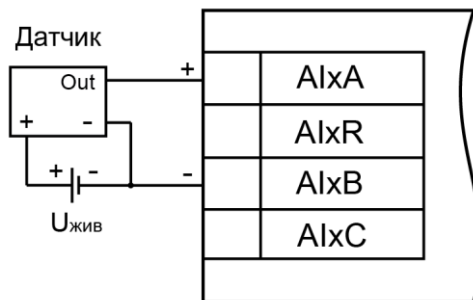


Рисунок 5.5 – Схема підключення датчиків із уніфікованими вихідними сигналами постійної напруги $-50...+50$ мВ та $-1...+1$ В за двопроводовою схемою



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У разі використання активних датчиків слід мати на увазі, що «мінусові» виводи їх вихідних сигналів у модулі об'єднані між собою.

5.4.5 Підключення датчика з вихідним сигналом сили струму постійної напруги

Живлення активних датчиків повинно здійснюватися від зовнішнього блока живлення. Підключати активні перетворювачі з вихідним сигналом у вигляді постійної напруги ($-1...+1$ В і $-50...+50$ мВ) і сили струму постійної напруги ($0...5$ мА, $0(4)...20$ мА) дозволяється безпосередньо до вхідних контактів модуля.

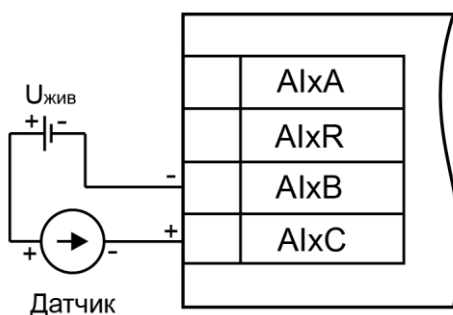


Рисунок 5.6 – Схема підключення датчиків із уніфікованим вихідним сигналом сили струму постійної напруги $4...20$ мА за двопроводовою схемою



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У разі використання активних датчиків слід мати на увазі, що «мінусові» виводи їх вихідних сигналів у модулі об'єднані між собою.

5.4.6 Підключення датчика резистивного типу

Модуль здатний обробляти сигнали датчиків резистивного типу з опором $0...2$ кОм або $0...5$ кОм.

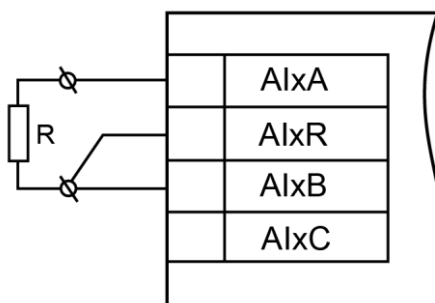
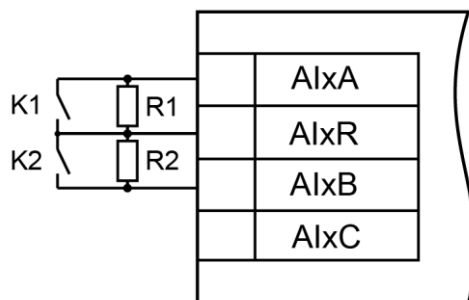


Рисунок 5.7 – Схема підключення датчиків резистивного типу $0...2$ кОм або $0...5$ кОм

5.4.7 Підключення датчика типу «сухий контакт»

Кожен аналоговий вхід пристрою може бути використаний для підключення двох дискретних датчиків типу «сухий контакт». В якості датчиків можуть бути вимикачі, кнопки, контактні групи реле і т.п.



$R1, R2 = 200 \dots 3000 \text{ Ом}$

Рисунок 5.8 – Схема підключення дискретних датчиків типу «сухий контакт»

В якості шунтувальних опорів можна використовувати будь-які резистори в діапазоні від 200 до 3000 Ом.

Під час опитування датчика типу «сухий контакт» його стан описується цілим числом від 0 до 3. Розшифрування цих чисел наведено в таблиці нижче:

Таблиця 5.3 – Розшифровка значень датчика типу «сухий контакт»

Значення датчика	Стан контакту 1	Стан контакту 2
0	Розімкнено	Розімкнено
1	Розімкнено	Замкнено
2	Замкнено	Розімкнено
3	Замкнено	Замкнено

5.5 Підключення за інтерфейсом Ethernet

Для підключення модулів до мережі Ethernet можна використовувати такі схеми:

- «Зірка» (див. [рисунок 5.9](#));
- «Ланцюжок» / «Daisy-chain» (див. [рисунок 5.10](#)).

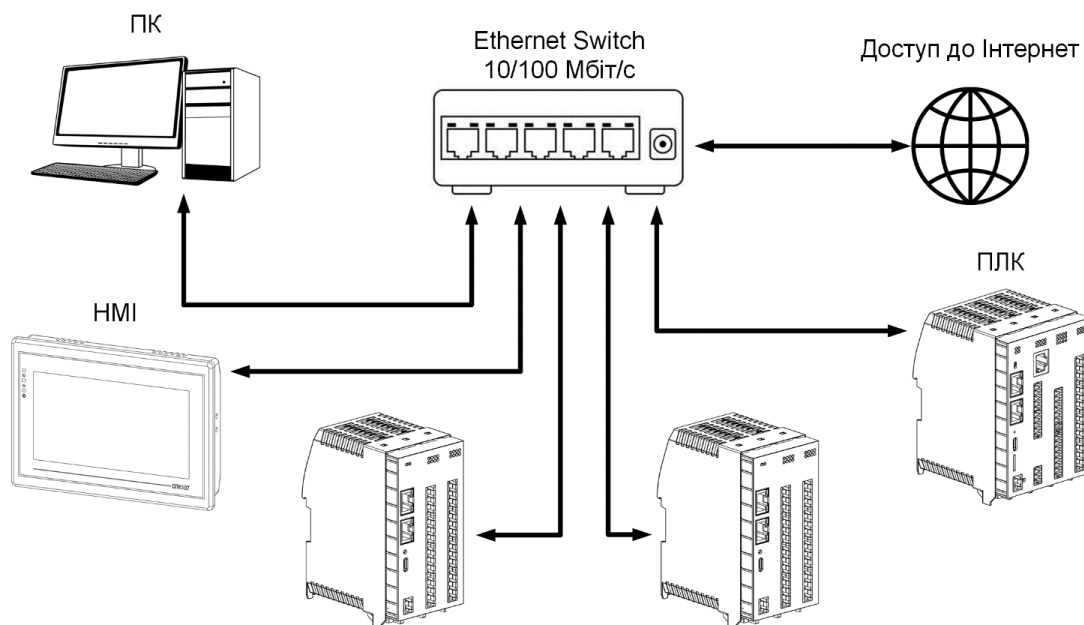


Рисунок 5.9 – Підключення за схемою «Зірка»



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Максимальна довжина ліній зв'язку Ethernet – 100 м.

Підключення можливе до будь-якого порту Ethernet модуля.

Незадіяний Ethernet-порт слід закрити заглушкою з комплекту постачання.

Для підключення за схемою «Ланцюжок» треба використовувати обидва Ethernet-порти модуля. Якщо модуль вийшов з ладу або відключилося живлення, то дані будуть передаватися з порту 1 на порт 2 без розриву зв'язку.

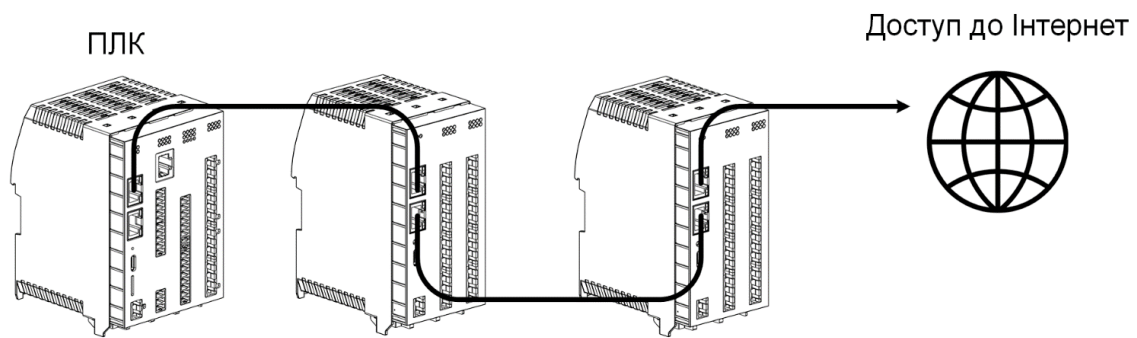


Рисунок 5.10 – Підключення за схемою «Ланцюжок»



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Максимальна довжина лінії зв'язку між двома сусідніми активними пристроями під час під'єднання за схемою «Ланцюжок» має бути не більше ніж 100 м.

Допускається змішана схема підключення.

Незадіяний Ethernet-порт треба закрити заглушкою з комплекту постачання.

6 Побудова і принцип роботи

6.1 Принцип роботи

Модуль зчитує інформацію з аналогових входів, виконує обчислення та за запитом передає зібрану інформацію майстру мережі.

Майстром мережі може бути:

- ПК;
- ПЛК;
- панель оператора;
- віддалений хмарний сервіс.

6.2 Індикація та керування

Призначення індикаторів наведено в [таблиці 6.1](#).

Таблиця 6.1 – Призначення індикаторів

Індикатор		Стан індикатора	Призначення
Живлення  (зелений)		Увімкнено	Напругу живлення пристрою подано
Аварія  (червоний)*		Не світиться	Збої відсутні
		Світиться постійно	Збій основного додатка та/ або конфігурації
		Вмикається один раз на дві секунди (вмикається на 100 мс)	Необхідна заміна батареї живлення годинника (напруга батареї нижче 2 В)
		Вмикається двічі на секунду (вмикається на 100 мс через паузу 400 мс)	Модуль перебуває в безпечному стані
		Вмикається на 900 мс через паузу 100 мс	Апаратний збій периферії (Flash, RTC, Ethernet Switch)
Індикатори стану аналогових входів (зелений, червоний, помаранчевий)		Світиться (зелений)	Вхід увімкнено
		Не світиться	Вхід вимкнено
		Вмикається на короткий час	Вимірювання на вході**
		Світиться помаранчевим	Некритична помилка входу**
		Світиться червоним	Критична помилка входу**
Індикатори Ethernet	Стан підключення (Link) (зелений)	Світиться	Наявність зв'язку
		Блимає	Обмін даними
		Не світиться	Зв'язок відсутній
	Швидкість обміну (жовтий)	Світиться	Швидкість 100 Mbps
		Не світиться	Швидкість 10 Mbps



ПРИМІТКА

* Пріоритети індикації світлодіоду «Аварія» від більшого до меншого: апаратний збій, програмні помилки, безпечний режим, рівень заряду батареї.

** Деталі кодів помилок наведені в [таблиці 6.18](#).

Сервісна кнопка призначена для виконання таких функцій:

- відновлення заводських налаштувань ([розділ 7.8](#));
- встановлення IP-адреси ([розділ 7.2](#));
- оновлення вбудованого програмного забезпечення ([розділ 7.6](#)).

6.3 Годинник реального часу

Пристрій має вбудований годинник реального часу (RTC). Годинник реального часу працює від власного батарейного джерела живлення.

Відлік часу проводиться за UTC у секундах, починаючи з 00:00 01 січня 2000 року. Значення RTC використовується для запису в архів.

Докладніше про налаштування годинника реального часу див. [розділ 7.7](#).

6.4 Запис архіву

У модуль вбудовано флеш-пам'ять (flash), що розмічена під файлову систему з шифруванням файлів. Алгоритм шифрування – Data Encryption Standard (DES) у режимі зчеплення блоків шифротексту (CBC). Як ключ використовується рядок **superkey**. Вектор ініціалізації генерується за допомогою хеш-функції (див. [додаток А](#)). Аргументом функції є пароль, заданий у ПЗ **AQteck Tool Max**. Наприкінці файлу зберігається контрольна сума, розрахована за алгоритмом CRC32 (контрольна сума також шифрується).

Архів модуля зберігається у вигляді набору файлів. Період архівації, обмеження на розмір одного файлу та їхню кількість задає користувач у ПЗ **AQteck Tool Max**. Якщо архів повністю заповнений, то дані перезаписуються, починаючи з найстаріших даних найстарішого файлу.

Файл архіву складається з набору записів. Записи розділені символами перенесення рядка (0x0A0D). Кожен запис відповідає одному параметру і складається з полів, розділених символом «;» (без лапок). Формат запису наведено в таблиці нижче.

Таблиця 6.2 – Формат запису у файлі архіву

Параметр	Тип	Розмір	Коментар
Мітка часу	Бінарні дані	4 байти	У секундах починаючи з 00:00 01.01.2000 (UTC+0)
Роздільник	Рядок	1 байт	Символ «;» (без лапок)
Унікальний ідентифікатор параметра (UID)	Рядок	8 байт	У вигляді рядка з HEX-символів із провідними нулями
Роздільник	Рядок	1 байт	Символ «;» (без лапок)
Значення параметра	Рядок	залежить від параметра	У вигляді рядка з HEX-символів із провідними нулями
Роздільник	Рядок	1 байт	Символ «;» (без лапок)
Статус параметра	Бінарні дані	1 байт	1 – значення параметра коректне, 0 – значення параметра некоректне і його подальша обробка не рекомендована
Перенесення рядка	Бінарні дані	2 байти	\n\r (0x0A0D)

Приклад

Розшифрований запис:

0x52 0x82 0xD1 0x24 **0x3B** 0x30 0x30 0x30 0x30 0x61 0x39 0x30 0x30 **0x3B** 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30
0x30 0x31 **0x3B** 0x31 **0x0A 0x0D**

де

0x52 0x82 0xD1 0x24 — мітка часу. Для одержання дати і часу у форматі UnixTime треба змінити порядок байт на протилежний і додати константу-зміщення (число секунд між 00:00:00 01.01.1970 і 00:00:00 01.01.2000): 0x24D18252 (HEX) + 946684800 (DEC) = 1564394971 (DEC, відповідає 29 липня 2019 р., 10:09:31);

0x3B — розділювач;

0x30 0x30 0x30 0x30 0x61 0x39 0x30 0x30 — унікальний ідентифікатор параметра (00003ba00);

0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x30 0x31 — значення параметра (00000001);

0x31 — статус параметра (1 – значення параметра коректне);

0x0A 0x0D — символи перенесення рядка.

Пристрій фіксує час в архівних файлах за вбудованим годинником реального часу (з урахуванням часового поясу). Запис у флеш-пам'ять (flash) відбувається з вказаною користувачем частотою (за умовчанням – 30 с).

Для читання архіву можна використовувати:

- ПЗ **AQteck Tool Max** (наприклад, для ручного аналізу)
- Інше ПЗ користувача (за допомогою 20 функції Modbus).

Список архівованих параметрів доступний в **AQteck Tool Max** на вкладці **Інформація про пристрій**. Порядок запису параметрів в архів відповідає порядку параметрів на вкладці.

**ПРИМІТКА**

Після оновлення вбудованого ПЗ всі налаштування пристрою, **крім мережевих**, будуть скинуті до заводських.

Архів зчитується за допомогою 20 функції Modbus (0x14). Ця функція повертає вміст регістрів файлу пам'яті та дає змогу за допомогою одного запиту прочитати один або кілька записів з одного або декількох файлів.

У запиті читання файлу для кожного запису вказується:

- тип посилання – 1 байт (має дорівнювати 6);
- номер файлу – 2 байти;
- початкова адреса регістра всередині файлу – 2 байти;
- кількість регістрів для читання – 2 байти.

**ПРИМІТКА**

Номер файлу в запиті по Modbus розраховується як 4096 + порядковий номер файлу. Порядкова нумерація файлів ведеться з нуля. Параметр «Останній індекс архіву» містить порядковий номер файлу архіву, в який востаннє записувалися дані.

Кількість регістрів, що зчитуються в запиті, має бути підібрана таким чином, щоб довжина відповіді не перевищувала допустиму довжину пакета Modbus (256 байт).

Розмір файлу архіву заздалегідь невідомий, тому слід зчитувати порції даних за допомогою окремих запитів. Якщо у відповідь на запит буде отримано повідомлення з кодом помилки 0x04 (MODBUS_SLAVE_DEVICE_FAILURE), то можна зробити висновок, що адреси регістрів у запиті перебувають за межами файлу. Щоб зчитати останні дані файлу, потрібно зменшити кількість регістрів у запиті.

**ПРИМІТКА**

Якщо вимкнути живлення під час запису даних в архів, запис може не зберегтися.

6.5 Режими обміну даними

Модуль підтримує такі режими обміну даними:

- обмін із Майстром мережі за протоколом Modbus TCP (порт 502) – до 4 одночасних з'єднань із різними Майстрами мережі;
- обмін з віддаленим хмарним сервісом (необхідний доступ до Інтернету);
- обмін за протоколом MQTT;
- обмін за протоколом SNMP.

6.5.1 Включення датчика до списку опитування

Включення будь-якого датчика до списку опитування проводиться автоматично після завдання типу його НСХ в параметрі **«Тип датчика»**. Під час встановлення параметра **«Тип датчика»** значення **«Датчик відключений»** датчик зі списку опитування виключається.

Для кожного входу визначається параметр **«Період опитування»**. Період опитування може бути встановлений в інтервалі від 0,6 до 10 секунд. Якщо опитування входу не може бути проведене із заданою періодичністю (наприклад, якщо на всіх входах заданий період опитування 0,6 секунди), то модуль автоматично збільшує період опитування до найменшого можливого.

У модулі передбачено режим **«Максимального завантаження АЦП»**. У цьому режимі період опитування буде автоматично налаштовано на мінімальний можливий період для відповідного типу датчика.

6.5.2 Встановлення діапазону вимірювання

Під час роботи з активними перетворювачами, вихідним сигналом яких є уніфікований сигнал напруги постійного струму або сили струму постійної напруги, в модулі передбачена можливість масштабування шкали виміру. Поточні величини контрольованих параметрів обчислюються за допомогою масштабуючих значень, що задаються індивідуально для кожного входу. Використання масштабуючих значень дозволяє відображати контрольовані фізичні параметри безпосередньо в одиницях їх виміру (атмосферах, кілопаскалях, метрах і т. д.).

Для масштабування шкали виміру слід встановити межі діапазону виміру:

- **Ain.L** – нижня межа, що відповідає мініальному рівню вихідного сигналу датчика;
- **Ain.H** — верхня межа, що відповідає максимальному рівню вихідного сигналу датчика.

Подальша обробка сигналів датчика здійснюється в заданих одиницях вимірювання за лінійним законом (*прямо пропорційним* при **Ain.H > Ain.L** або *зворотно пропорційним* при **Ain.H < Ain.L**). Розрахунок поточного значення контрольованого датчиком параметра здійснюється за формулою:

$$\text{При } \text{Ain.L} < \text{Ain.H} \quad P_{\text{вим}} = \text{Ain.L} + \frac{(\text{Ain.L} - \text{Ain.H}) \cdot (V_{\text{вх}} - V_{\text{мін}})}{V_{\text{макс}} - V_{\text{мін}}} \quad (6.1)$$

$$\text{При } \text{Ain.L} > \text{Ain.H} \quad P_{\text{вим}} = \text{Ain.L} - \frac{(\text{Ain.H} - \text{Ain.L}) \cdot (V_{\text{вх}} - V_{\text{мін}})}{V_{\text{макс}} - V_{\text{мін}}} \quad (6.2)$$

де

Ain.L, Ain.H - задані значення параметрів **Ain.L** та **Ain.H**;

V_{вх} - поточне значення вхідного сигналу;

V_{мін}, V_{макс} — мінімальне та максимальне значення вхідного сигналу датчика за даними [таблиці 2.2](#) (мА, мВ чи В);

P_{вим} – виміряне модулем значення параметра.

Приклад

При використанні датчика з вихідним сигналом сили струму постійної напруги (4...20) мА (тип датчика 11 у параметрі **in-t**), що контролює тиск у діапазоні (0...25) атм., у параметрі **Ain.L** задається значення **00,00**, а параметрі **Ain. H** – значення **25,00**. Після цього обробка та відображення значень буде проводитись в атмосферах.

6.5.3 Налаштування цифрової фільтрації вимірювань

Для додаткового захисту від електромагнітних завад у модулі передбачено програмний цифровий фільтр низьких частот. Цифрова фільтрація проводиться у два етапи.

На першому етапі фільтрації з поточних вимірів вхідних параметрів відфільтровуються значення, що мають явні виражені «провали». Для цього модуль обчислює різницю між результатами вимірювань вхідної величини, виконаних у двох останніх циклах опитування, і порівнює її із заданим значенням, що має назву **смуга фільтра**. Якщо обчислена різниця перевищує задану межу, то проводиться повторне вимірювання, отриманий результат відкидається, а значення смуги фільтра подвоюється. У разі підтвердження нового значення фільтр перебудовується (тобто смуга фільтра зменшується до початкової) на новий стабільний стан вимірюваної величини. Такий алгоритм дозволяє захистити модуль від впливу одиничних імпульсних і комутаційних завад, що виникають на виробництві під час роботи силового обладнання.

Смуга фільтра задається в одиницях вимірюваної величини в ПЗ **AQteck Tool Max** індивідуально для кожного датчика. Зменшення смуги фільтра покращує заводозахищеність входу вимірювання, але призводить до уповільнення реакції модуля на швидку зміну вхідної величини. Тому при низькому рівні завад або при роботі зі швидко мінливими процесами рекомендується збільшити значення смуги фільтра або вимкнути цей параметр. У разі роботи в умовах сильних завад для усунення їх впливу на роботу модуля необхідно зменшити значення смуги фільтра. Цей фільтр може бути вимкнений установленням значення **0** у параметрі **Смуга фільтра**.

На другому етапі фільтрації здійснюється згладжування (демпфування) сигналу з метою усунення шумових складових. Основною характеристикою згладжувального фільтра є «стала часу фільтра».

Фільтрація відбувається за формулою:

$$\Pi = \Pi_{\text{вим}} \cdot T + \Pi'_{\text{вим}} \cdot (1 - T) \quad (6.3)$$

де

Π – значення в регістрі «Значення аналогового виходу»;

$\Pi_{\text{вим}}$ - значення, виміряне на вході;

$\Pi'_{\text{вим}}$ – значення, виміряне на вході в попередній такт вимірювань;

$T = 1/(K/10+1)$ – коефіцієнт згладжування;

K – стала часу фільтра.

Стала часу фільтра задається в секундах індивідуально для кожного входу у відповідному параметрі в ПЗ **AQteck Tool Max**.

Збільшення значення сталої часу фільтра покращує заводозахищеність входу вимірювання, а й одночасно збільшує його інерційність. Тобто реакція модуля на швидкі зміни вхідної величини уповільнюється.

У разі потреби цей фільтр може бути вимкнений встановленням значення **0** у параметрі **Стала часу фільтра**.

Часові діаграми роботи цифрових фільтрів представлені [рисунок 6.1](#).

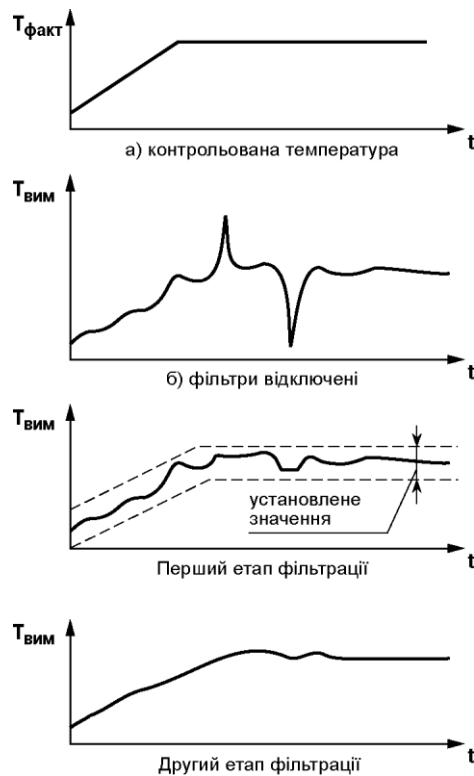


Рисунок 6.1 – Часові діаграми роботи цифрових фільтрів

6.5.4 Робота за протоколом Modbus TCP

Для усунення початкової похибки перетворення вхідних сигналів значення, що виміряне пристроєм, може бути скориговане. У пристрої є два типи корекції, що дають змогу здійснювати зсув або нахил характеристики на задану величину.

Зсув характеристики застосовується:

- для компенсації похибок, що вносяться опором підвідних проводів у разі використання двопроводової схеми підключення ТО;
- у разі відхилення у ТО значення R_0 .

Зсув характеристики здійснюється шляхом додавання до виміряної величини значення δ . Значення δ задається параметром **Зсув** у ПЗ **AQteck Tool Max**. Приклад зсуву характеристики для датчика ТОМ (Cu50) графічно наведено на [рисунок 6.2](#).

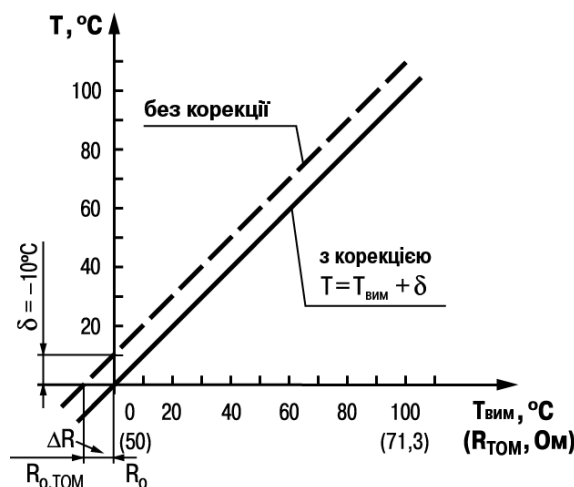


Рисунок 6.2 – Корекція «зсув характеристики»

Змінення нахилу характеристики здійснюється шляхом множення виміряної (і відкоригованої «зсувом», якщо ця корекція необхідна) величини на поправковий коефіцієнт β , значення якого задається параметром **Нахил**. Приклад змінення нахилу вимірювальної характеристики графічно наведено на [рисунок 6.3](#).

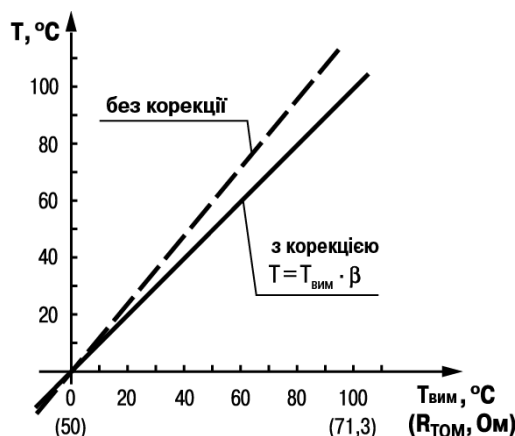


Рисунок 6.3 – Корекція «нахил характеристики»

Змінення нахилу характеристики використовується, зазвичай, для компенсації похибок самих датчиків. Наприклад, у разі відхилення у ТО параметра α від стандартного значення або похибок, що пов'язані з розкиданням опорів шунтувальних резисторів (під час роботи з перетворювачами, вихідним сигналом яких є струм). Значення поправкового коефіцієнта β задається у безрозмірних одиницях у діапазоні від -1 до 10 і перед установленням визначається за формулою:

$$\beta = \frac{P_{\text{факт}}}{P_{\text{вим}}} \quad (6.4)$$

де $P_{\text{факт}}$ – фактичне значення контрольованої вхідної величини;

$P_{\text{вим}}$ – виміряне пристроєм значення тієї ж величини.

Необхідність введення поправкового коефіцієнта можна визначити, вимірявши максимальне або близьке до нього значення параметра, де відхилення нахилу характеристики найбільш помітне.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Установлення коригуючих значень, що відрізняються від заводських налаштувань (**Зсув = 000.0** і **Нахил = 1.000**), змінює стандартні метрологічні характеристики пристрою і повинно виконуватися кваліфікованими фахівцями лише в технічно обґрунтованих випадках.

Підсумкова інформація про виміряні значення вхідних параметрів, що одержана після фільтрації та корекції, надходить для передавання у мережу.

6.5.5 Робота за протоколом Modbus TCP

Таблиця 6.3 – Читання та запис параметрів за протоколом Modbus TCP

Операція	Функція
Читання	3 (0x03) або 4 (0x04)
Запис	6 (0x06) або 16 (0x10)

Список регістрів Modbus доступний для перегляду за допомогою ПЗ **AQteck Tool Max** у вкладці **Параметри пристрою**. А також список регістрів Modbus представлений у таблицях нижче.

Таблиця 6.4 – Загальні регістри оперативного обміну за протоколом Modbus

Назва	Регістр	Розмір/тип/опис
Назва (ім'я) пристрою для показу користувачеві (DEV)	0xF000	Символьний рядок до 32 байт, кодування Win1251
Версія вбудованого ПЗ пристрою для показу користувачеві (VER)	0xF010	Символьний рядок до 32 байт, кодування Win1251
Назва платформи	0xF020	Символьний рядок до 32 байт, Win1251
Версія платформи	0xF030	Символьний рядок до 32 байт, Win1251

Назва	Регістр	Розмір/тип/опис
Версія апаратного забезпечення	0xF040	Символьний рядок до 16 байт, Win1251
Додаткова символна інформація	0xF048	Символьний рядок до 16 байт, Win1251
Час і дата	0xF080	4 байти, у секундах з 2000 р.
Часовий пояс	0xF082	2 байти, signed short, зміщення в хвилинах від Гринвіча
Заводський номер пристрою	0xF084	Символьний рядок 32 байти, кодування Win1251, використовується 17 символів

Таблиця 6.5 – Регістри результатів вимірювання аналогових входів за протоколом Modbus.

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Значення (float) на вході 1	—	4000	0xFA0	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 1	0...65535 (мілісекунд)	4002	0xFA2	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 2	—	4003	0xFA3	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 2	0...65535 (мілісекунд)	4005	0xFA5	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 3	—	4006	0xFA6	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 3	0...65535 (мілісекунд)	4008	0xFA8	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 4	—	4009	0xFA9	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 4	0...65535 (мілісекунд)	4011	0xFAB	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 5	—	4012	0xFAC	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 5	0...65535 (мілісекунд)	4014	0xFAE	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 6	—	4015	0xFAF	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 6	0...65535 (мілісекунд)	4017	0xFB1	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 7	—	4018	0xFB2	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 7	0...65535 (мілісекунд)	4020	0xFB4	Тільки читання	UINT 16
Значення (float) на вході 8	—	4021	0xFB5	Тільки читання	FLOAT 32
Циклічний час виміру входу 8	0...65535 (мілісекунд)	4023	0xFB7	Тільки читання	UINT 16
Хол. спай 1	—	4040	0xFC8	Тільки читання	FLOAT 32
Хол. спай 2	—	4042	0xFCA	Тільки читання	FLOAT 32
Хол. спай 3	—	4044	0xFCC	Тільки читання	FLOAT 32
Хол. спай 4	—	4044	0xFCE	Тільки читання	FLOAT 32
Значення (integer) на вході 1	—	4064	0xFE0	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 2	—	4065	0xFE1	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 3	—	4066	0xFE2	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 4	—	4067	0xFE3	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 5	—	4068	0xFE4	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 6	—	4069	0xFE5	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 7	—	4070	0xFE6	Тільки читання	INT 16
Значення (integer) на вході 8	—	4071	0xFE7	Тільки читання	INT 16
Статус входу 1	—	4072	0xFE8	Тільки читання	UINT 16
Статус входу 2	—	4073	0xFE9	Тільки читання	UINT 16
Статус входу 3	—	4074	0xFE9	Тільки читання	UINT 16

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Статус входу 4	—	4075	0xFEB	Тільки читання	UINT 16
Статус входу 5	—	4076	0xFEC	Тільки читання	UINT 16
Статус входу 6	—	4077	0xFED	Тільки читання	UINT 16
Статус входу 7	—	4078	0xFEE	Тільки читання	UINT 16
Статус входу 8	—	4079	0xFEf	Тільки читання	UINT 16

Таблиця 6.6 – Регістри налаштування аналогових входів за протоколом Modbus.

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Тип датчика входу 1	див. таблицю 6.16	4100	0x1004	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 1	0...100	4102	0x1006	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 1	0...7	4103	0x1007	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 1	-10000...10000	4104	0x1008	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 1	-1...10	4106	0x100A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 1	-10000...10000	4108	0x100C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 1	-10000...10000	4110	0x100E	Читання і запис	FLOAT 32
Постійна часу фільтра входу 1	0...65535	4112	0x1010	Читання і запис	UINT 16
Період виміру входу 1	600...10000 (мілісекунд)	4113	0x1011	Читання і запис	UINT 16
Тип датчика входу 2	див. таблицю 6.16	4116	0x1014	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 2	0...100	4118	0x1016	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 2	0...7	4119	0x1017	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 2	-10000...10000	4120	0x1018	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 2	-1...10	4122	0x101A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 2	-10000...10000	4124	0x101C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 2	-10000...10000	4126	0x101E	Читання і запис	FLOAT 32
Постійна часу фільтра входу 2	0...65535	4128	0x1020	Читання і запис	UINT 16
Період виміру входу 2	600...10000 (мілісекунд)	4129	0x1021	Читання і запис	UINT 16
Тип датчика входу 3	див. таблицю 6.16	4132	0x1024	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 3	0...100	4134	0x1026	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 3	0...7	4135	0x1027	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 3	-10000...10000	4136	0x1028	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 3	-1...10	4138	0x102A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 3	-10000...10000	4140	0x102C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 3	-10000...10000	4142	0x102E	Читання і запис	FLOAT 32
Постійна часу фільтра входу 3	0...65535	4144	0x1030	Читання і запис	UINT 16
Період виміру входу 3	600...10000 (мілісекунд)	4145	0x1031	Читання і запис	UINT 16
Тип датчика входу 4	див. таблицю 6.16	4148	0x1034	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 4	0...100	4150	0x1036	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 4	0...7	4151	0x1037	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 4	-10000...10000	4152	0x1038	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 4	-1...10	4154	0x103A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 4	-10000...10000	4156	0x103C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 4	-10000...10000	4158	0x103E	Читання і запис	FLOAT 32
Постійна часу фільтра входу 4	0...65535	4160	0x1040	Читання і запис	UINT 16
Період виміру входу 4	600...10000 (мілісекунд)	4161	0x1041	Читання і запис	UINT 16

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Тип датчика входу 5	див. таблицю 6.16	4164	0x1044	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 5	0...100	4166	0x1046	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 5	0...7	4167	0x1047	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 5	-10000...10000	4168	0x1048	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 5	-1...10	4170	0x104A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 5	-10000...10000	4172	0x104C	Читання і запис	FLOAT32
AIN.L нижня межа входу 5	-10000...10000	4174	0x104E	Читання і запис	FLOAT 32
Постійна часу фільтра входу 5	0...65535	4176	0x1050	Читання і запис	UINT 16
Період виміру входу 5	600...10000 (мілісекунд)	4177	0x1051	Читання і запис	UINT 16
Тип датчика входу 6	див. таблицю 6.16	4180	0x1054	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 6	0...100	4182	0x1056	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 6	0...7	4183	0x1057	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 6	-10000...10000	4184	0x1058	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 6	-1...10	4186	0x105A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 6	-10000...10000	4188	0x105C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 6	-10000...10000	4190	0x105E	Читання і запис	FLOAT 32
Стала часу фільтра входу 6	0...65535	4192	0x1060	Читання і запис	UINT 16
Період виміру входу 6	600...10000 (мілісекунд)	4193	0x1061	Читання і запис	UINT 16
Тип датчика входу 7	див. таблицю 6.16	4196	0x1064	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 7	0...100	4198	0x1066	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 7	0...7	4199	0x1067	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 7	-10000...10000	4200	0x1068	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 7	-1...10	4202	0x106A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 7	-10000...10000	4204	0x106C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 7	-10000...10000	4206	0x106E	Читання і запис	FLOAT 32
Стала часу фільтра входу 7	0...65535	4208	0x1070	Читання і запис	UINT16
Період виміру входу 7	600...10000 (мілісекунд)	4209	0x1071	Читання і запис	UINT 16
Тип датчика входу 8	див. таблицю 6.16	4212	0x1074	Читання і запис	UINT 32
Смуга фільтра входу 8	0...100	4214	0x1076	Читання і запис	UINT 16
Положення десяткової крапки входу 8	0...7	4215	0x1077	Читання і запис	UINT 16
Зсув характеристики входу 8	-10000...10000	4216	0x1078	Читання і запис	FLOAT 32
Нахил характеристики входу 8	-1...10	4218	0x107A	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.H верхня межа входу 8	-10000...10000	4220	0x107C	Читання і запис	FLOAT 32
AIN.L нижня межа входу 8	-10000...10000	4222	0x107E	Читання і запис	FLOAT 32
Постійна часу фільтра входу 8	0...65535	4224	0x1080	Читання і запис	UINT16
Період виміру входу 8	600...10000 (мілісекунд)	4225	0x1081	Читання і запис	UINT 16
Максимальне завантаження АЦП	0 – Вкл. 1 – Вкл.	4097	0x1001	Читання і запис	UINT 16

Під час керування протоколом Modbus для кожного входу слід вказати тип датчика, записавши код у відповідний регістр. За умовчанням встановлено значення 0.

Таблиця 6.7 – Регістри загальних налаштувань пристрою за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Дозвіл конфігурування з віддаленого хмарного сервісу	0 – заблоковано; 1 – дозволено	701	0x2BD	Читання і запис	UINT 16
Керування та запис значень з віддаленого хмарного сервісу	0 – заблоковано; 1 – дозволено	702	0x2BE	Читання і запис	UINT 16
Доступ до регістрів Modbus з віддаленого хмарного сервісу	0 – повна заборона; 1 – тільки читання; 2 – тільки запис; 3 – повний доступ	703	0x2BF	Читання і запис	UINT 16
Стан батареї (напруга)	0...3300 (мВ)	801	0x321	Тільки читання	UINT 16
Період архівування	10...3600 (секунд); заводське налаштування – 30 (секунд)	900	0x384	Читання і запис	UINT 16
Час у мілісекундах	-	61563	0xF07B	Тільки читання	UINT 32
Новий час	Дата/Час у секундах із 1 січня 2000 р.	61565	0xF07D	Читання і запис	UINT 32
Записати новий час	0 – не записувати; 1 – записати	61567	0xF07F	Читання і запис	UINT 16
Часовий пояс	Зміщення у хвилинах від Гринвіча	61570	0xF082	Читання і запис	INT 16

Таблиця 6.8 – Регістри мережевих налаштувань пристрою за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
MAC адреса	-	61696	0xF100	Тільки читання	UINT 48
DNS сервер 1	-	12	0x0C	Читання і запис	UINT 32
DNS сервер 2	-	14	0x0E	Читання і запис	UINT 32
Встановити IP-адресу	-	20	0x14	Читання і запис	UINT 32
Встановити маску підмережі	-	22	0x16	Читання і запис	UINT 32
Встановити IP-адресу шлюзу	-	24	0x18	Читання і запис	UINT 32
Поточна IP-адреса	-	26	0x1A	Тільки читання	UINT 32
Поточна маска підмережі	-	28	0x1C	Тільки читання	UINT 32
Поточна IP-адреса шлюзу	-	30	0x1E	Тільки читання	UINT 32
Режим DHCP	0 – вимкнено; 1 – увімкнено; 2 – разове налаштування кнопкою	32	0x20	Читання і запис	UINT 16
Підключення до Cloud	0 – вимкнути; 1 – увімкнути.	35	0x23	Читання і запис	UINT 16

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса реєстра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Статус підключення до Cloud	0 – немає зв'язку; 1 – з'єднання; 2 – робота; 3 – помилка; 4 – відсутній пароль	36	0x24	Читання і запис	UINT 16

Таблиця 6.9 - Регістри налаштувань NTP за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса реєстра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Увімкнення/ Вимкнення NTP	0 – вимкнути; 1 – увімкнути	5632	0x1600	Читання і запис	UINT 16
Пул NTP серверів	-	5633	0x1601	Читання і запис	STRING 256
NTP сервер 1	-	5697	0x1641	Читання і запис	UINT 32
NTP сервер 2	-	5699	0x1643	Читання і запис	UINT 32
Період синхронізації NTP	5...65535 с	5701	0x1645	Читання і запис	UINT 16
Статус NTP	0 – вимкнено; 1 – синхронізація; 2 – синхронізовано	5702	0x1646	Читання і запис	UINT 16

Таблиця 6.10 - Регістри налаштувань MQTT за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса реєстра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Підключення до брокера MQTT	0 – вимкнути; 1 – увімкнути	5888	0x1700	Тільки читання	UINT 16
Логін MQTT	-	5928	0x1728	Читання і запис	STRING 256
Пароль MQTT	-	5960	0x1748	Читання і запис	STRING 256
Ім'я пристрою MQTT	-	5896	0x1708	Читання і запис	STRING 256
Адреса брокера MQTT	-	5993	0x1769	Читання і запис	STRING 256
Порт MQTT	0...65535	5891	0x1703	Читання і запис	UINT 16
Зберігання останнього повідомлення MQTT	0 – вимкнути; 1 – увімкнути.	5895	0x1707	Читання і запис	UINT 16
Інтервал публікації MQTT	5...600 с	5892	0x1704	Читання і запис	UINT 16
Якість обслуговування MQTT	0 – QoS0; 1 – QoS1; 2 – QoS2	5893	0x1705	Читання і запис	UINT 16
Інтервал Keep Alive MQTT	0...600 с	5992	0x1768	Читання і запис	UINT 16
Статус MQTT	0 – відключено; 1 – підключено; 2 – помилка з'єднання	6025	0x1789	Тільки читання	UINT 16

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Увімкнуті (MQTTstatus)	0 – вимкнуті; 1 – увімкнуті.	6026	0x178A	Читання і запис	UINT 16

Таблиця 6.11 – Регістри налаштувань SNMP за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Увімкнення/ Вимкнення SNMP	0 – вимкнуті; 1 – увімкнуті	5120	0x1400	Читання і запис	UINT 16
Спільнота для читання SNMP	-	6001	0x1771	Читання і запис	STRING 256
Спільнота для запису SNMP	-	6017	0x1781	Читання і запис	STRING 256
IP адреса для пастки SNMP	-	5121	0x1401	Читання і запис	UINT 32
Номер порту для пастки	0...65535	5123	0x1403	Читання і запис	UINT 16
Версія SNMP	0 – SNMPv1; 1 – SNMPv2	5124	0x1404	Читання і запис	UINT 16
Керування та запис значень з віддаленого хмарного сервісу	0 – заблоковано; 1 – дозволено				

6.5.6 Коды помилок для протоколу Modbus

Під час роботи модуля за протоколом Modbus можливе виникнення помилок, що наведені в [таблиці 6.11](#). У разі виникнення помилки модуль надсилає Майстру мережі відповідь із кодом помилки.

Таблиця 6.12 – Список можливих помилок

Назва помилки	Код, що повертається	Опис помилки
MODBUS_ILLEGAL_FUNCTION	01 (0x01)	Неприпустимий код функції – помилка виникає, якщо модуль не підтримує функцію Modbus, зазначену в запиті
MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	02 (0x02)	Неприпустима адреса регістра – помилка виникає, якщо в запиті вказані адреси регістрів, відсутні в модулі
MODBUS_ILLEGAL_DATA_VALUE	03 (0x03)	Неприпустиме значення даних – помилка виникає, якщо запит містить неприпустиме значення для запису до регістра
MODBUS_SLAVE_DEVICE_FAILURE	04 (0x04)	Помилка виникає, якщо запитану дію не можна завершити.

Під час обміну за протоколом Modbus модуль перевіряє відповідність запитів специфікації Modbus. Запити, що не пройшли перевірку, ігноруються модулем. Запити, в яких вказано адресу, що не відповідає адресі модуля, також ігноруються.

Далі перевіряється код функції. Якщо в модуль надходить запит із кодом функції, що незазначена в [таблиці 6.12](#), виникає помилка MODBUS_ILLEGAL_FUNCTION.

Таблиця 6.13 – Список підтримуваних функцій

Назва функції	Код функції	Опис функції
MODBUS_READ_HOLDING_REGISTERS	3 (0x03)	Читання значень з одного або декількох регістрів зберігання
MODBUS_READ_INPUT_REGISTERS	4 (0x04)	Читання значень з одного або декількох регістрів введення
MODBUS_WRITE_SINGLE_	6 (0x06)	Запис значення в один регістр

REGISTER		
MODBUS_WRITE_MULTIPLE_REGISTERS	16 (0x10)	Запис значень у кілька регістрів
MODBUS_READ_FILE_RECORD	20 (0x14)	Читання архіву з файлу
MODBUS_WRITE_FILE_RECORD	21 (0x15)	Запис архіву у файл

Ситуації, що призводять до виникнення помилок під час роботи з регістрами, описано в [таблиці 6.13](#).

Таблиця 6.14 – Помилки під час роботи з регістрами

Використовувана функція	Найменування помилки	Можливі ситуації, що призводять до помилки
MODBUS_READ_HOLDING_REGISTERS	MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	- кількість запитуваних регістрів більша за максимальне можливе число (125); - запит неіснуючого параметра
MODBUS_READ_INPUT_REGISTER	MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	- кількість запитуваних регістрів більша за максимальне можливе число (125); - запит неіснуючого параметра
MODBUS_WRITE_SINGLE_REGISTER	MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	- спроба запису параметра, розмір якого перевищує 2 байти; - спроба запису параметра, доступ на запис до якого заборонено; - спроба запису параметра такого типу, запис у який не може бути здійснено цією функцією. Підтримувані типи: - знакові та беззнакові цілі (розмір не більше 2 байт); - що перераховуються; - float16 (на даний момент у модулі такий тип не використовується). - запит неіснуючого параметра
	MODBUS_ILLEGAL_DATA_VALUE	вихід за межі максимального або мінімального обмежень для параметра
MODBUS_WRITE_MULTIPLE_REGISTERS	MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	- запис неіснуючого параметра; - спроба запису параметра, доступ на запис до якого заборонено; - кількість записуваних регістрів більша за максимальне можливе число (123)
	MODBUS_ILLEGAL_DATA_VALUE	- не знайдено символ закінчення рядка ('\0') у рядковому параметрі; - розмір запитуваних даних менший за розмір першого або останнього параметра в запиті; - вихід за межі максимального або мінімального обмежень для параметра

Ситуації, що призводять до виникнення помилок під час роботи з архівом, описано в [таблиці 6.14](#).

Таблиця 6.15 – Помилки під час роботи з архівом

Використовувана функція	Найменування помилки	Можливі ситуації, що призводять до помилки
MODBUS_READ_FILE_RECORD	MODBUS_ILLEGAL_FUNCTION	помилковий розмір даних (0x07 <= data length <= 0xF5)
	MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	- reference type не відповідає специфікації; - не вдалося відкрити файл для читання (можливо, він відсутній)

	MODBUS_ILLEGAL_DATA_VALUE	не вдалося переміститися до потрібного зміщення у файлі
	MODBUS_SLAVE_DEVICE_FAILURE	- помилка видалення файлу під час запиту на видалення; - запит занадто великої кількості даних (понад 250 байт); - неприпустимий номер запису (більше 0x270F); - неприпустимий record length (більше 0x7A)
MODBUS_WRITE_FILE_RECORD	MODBUS_ILLEGAL_FUNCTION	помилковий розмір даних (0x09 <= data length <= 0xFB)
	MODBUS_ILLEGAL_DATA_ADDRESS	- reference type не відповідає специфікації; - не вдалося відкрити файл для запису
	MODBUS_SLAVE_DEVICE_FAILURE	- запитуваний файл відсутній; - запитуваний файл доступний тільки для читання; - не вдалося записати необхідну кількість байт

Таблиця 6.16 – Коди типів датчиків

Значення в реєстрі «тип датчика»	Тип датчика	Значення в реєстрі «тип датчика»	Тип датчика
0	Датчик відключений	20	ТНН (N)
1	Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	21	ТЗК (J)
2	Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	22	ТВР (A)
3	Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	23	ТВР (A-2)
4	100П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	24	ТВР (A-3)
5	ТХК (L)	25	ТМК (T)
6	ТХА (K)	26	Датчики контактні (сухі)
7	Датчик $-50 \dots +50 \text{ мВ}$	27	100Н ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
8	Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	28	Cu 500 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
9	50П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	29	500М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
10	50М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	30	Pt 500 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
11	Датчик $4 \dots 20 \text{ мА}$	31	500П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
12	Датчик $0 \dots 20 \text{ мА}$	32	500Н ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
13	Датчик $0 \dots 5 \text{ мА}$	33	Cu 1000 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
14	Датчик $-1 \dots 1 \text{ В}$	34	1000М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
15	100М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	35	Pt 1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
16	$R_0 = 53 \text{ Ом}$, $W_{100} = 1,4260$	36	1000П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
17	ТПР (B)	37	1000Н ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
18	ТПП 10 (S)	38	Резистивний датчик ($0 \dots 2,0$) кОм
19	ТПП 13 (R)	39	Резистивний датчик ($0 \dots 5,0$) кОм

6.5.7 Робота за протоколом MQTT

Архітектура MQTT визначає три типи пристроїв у мережі:

- брокер** – пристрій (зазвичай – ПК із серверним ПЗ), який здійснює передавання повідомлень від видавців до передплатників;
- видавці** – пристрої, які є джерелами даних для передплатників;
- підписники** – пристрої, які отримують дані від видавців.

Один пристрій може поєднувати функції видавця і підписника.

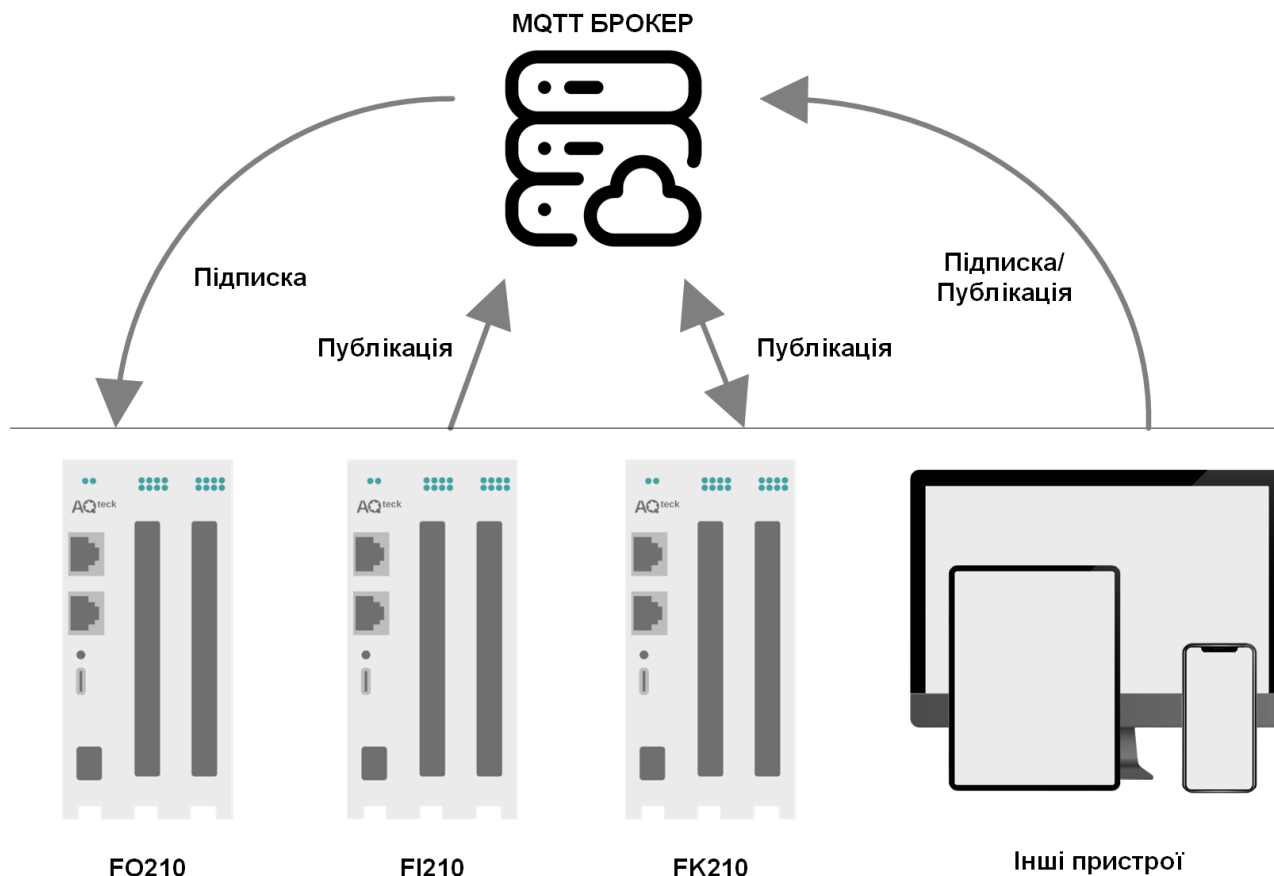


Рисунок 6.4 – Структурна схема обміну за протоколом MQTT

Підписка і публікація даних відбувається в рамках топіків. Топік являє собою символічний рядок з кодуванням UTF-8, який дає змогу однозначно ідентифікувати певний параметр. Топіки складаються з рівнів, розділених символом «/».

**ПРИМІТКА**

Топіки MQTT можуть містити заповнювачі – спеціальні символи, які обробляються брокером особливим чином. Існує два типи заповнювачів – однорівневий заповнювач «+» і багаторівневий заповнювач «#».

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

Топіки є чутливими до регістра.

Структура топіків модулів: **Серія/Ім'я_пристрою/Функція/Ім'я_вузла/Параметр**, де:

- **Серія** – найменування серії пристрою, завжди має значення FX210;
- **Ім'я_пристрою** – ім'я конкретного модуля, задане в ПЗ AQteck Tool Max (див. [розділ 7.3](#));
- **Функція** – GET (читання значень входів або виходів модуля) або SET (запис значень виходів модуля);
- **Ім'я_вузла** – тип входів або виходів (DI/DO/AI/AO);
- **Параметр** – назва конкретного параметра (див. [таблицю 6.16](#)).

Таблиця 6.17 – Рівні топіків модуля

Серія	Ім'я пристрою	Функція	Ім'я вузла	Параметр	Опис	Формат значення
FX210	Device	GET	AI1-AI8	VALUE	Значення аналогового входу	3 рухомою точкою

Приклад**1. Отримання значення дискретних входів**

FX210/Device/GET/DI/MASK

Приклад отриманого значення: 15 (замкнуті входи 1-4)

2. Установлення значень дискретних виходів

FX210/Device/SET/DO/MASK

Приклад записаного значення: 7 (замкнуті виходи 1-3)

3. Використання однорівневого заповнювача

FX210/Device/GET+/COUNTER – буде отримана інформація про стан лічильників усіх дискретних входів модуля, тобто цей топик еквівалентний набору топиків:

FX210/Device/GET/DI1/COUNTER ... FX210/Device/GET/DIn/COUNTER

4. Використання багаторівневого заповнювача

FX210/Device/GET/# – буде отримана інформація про всі параметри модуля, що доступні для читання (GET), тобто цей топик еквівалентний набору топиків:

FX210/Device/GET/DI/MASK,

FX210/Device/GET/DI1/COUNTER ... FX210/Device/GET/DIn/COUNTER

Більш детальну інформацію про принципи обміну за протоколом MQTT можна отримати на офіційному ресурсі mqtt.org.

*У вказаних прикладах «Device» – назва пристрою, вказана при налаштуванні параметрів обміну (див. розділ 7.3)

6.5.8 Робота за протоколом SNMP

Протокол заснований на архітектурі «Клієнт/Сервер», при цьому в термінології протоколу клієнти називаються менеджерами, а сервери – агентами.

Менеджери можуть здійснювати читання (GET) і запис (SET) параметрів агентів. Агенти можуть надсилати менеджерам повідомлення-пастки (TRAP) у разі переходу обладнання в аварійний стан або зміни стану входу.

Кожен параметр агента має унікальний ідентифікатор (OID), що являє собою послідовність цифр, розділених крапками. Для спрощення налаштування обміну виробники пристроїв-агентів зазвичай надають MIB-файли, які містять у собі список параметрів пристрою з їхніми назвами та ідентифікаторами. Ці файли можуть бути імпортовані в SNMP-менеджер.

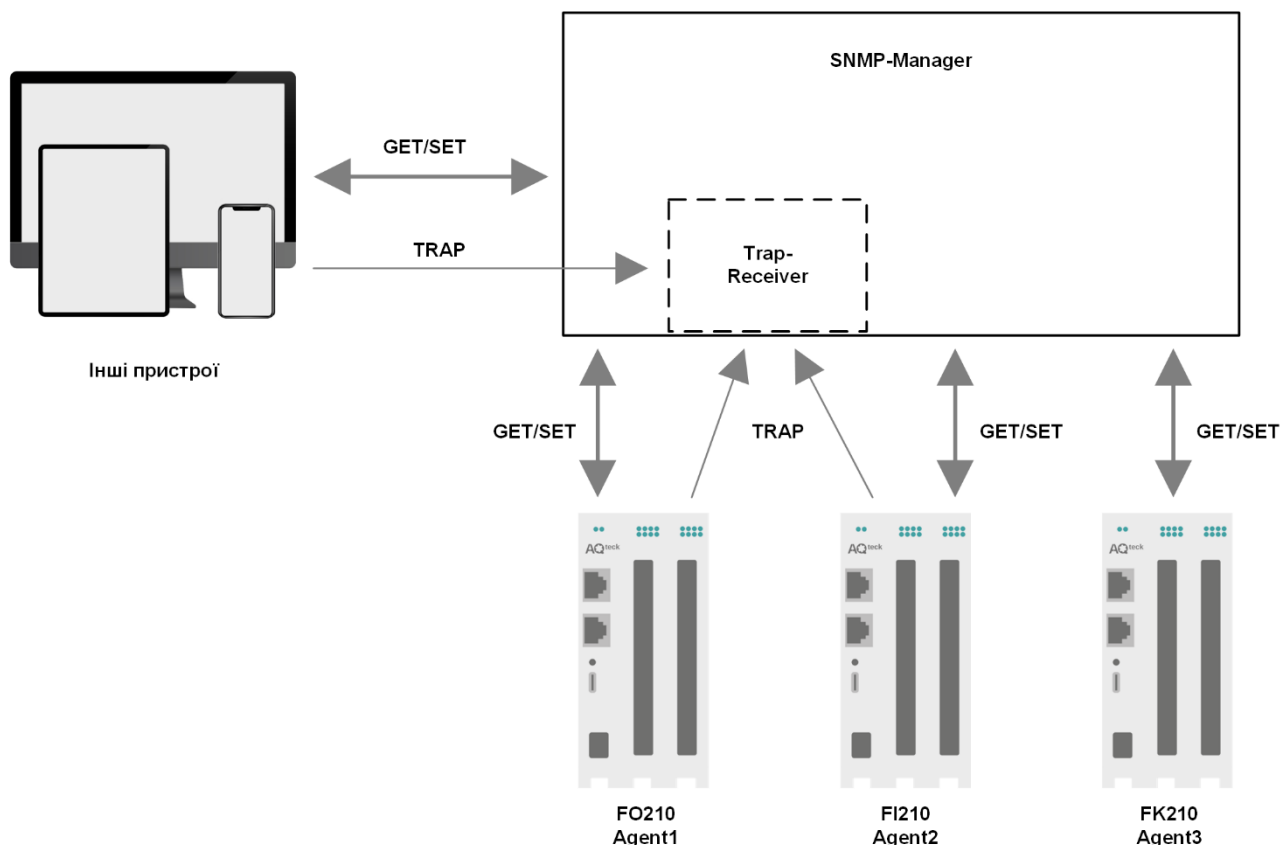


Рисунок 6.5 – Структурна схема обміну за протоколом SNMP

6.5.9 Діагностика роботи первинних датчиків

У процесі роботи модуль контролює працездатність підключених до нього первинних перетворювачів. У разі виявлення несправності будь-якого з них модуль передає повідомлення про помилку мережного інтерфейсу Ethernet.

Помилки формуються:

- під час роботи з ТО у разі їх обриву або короткого замикання;
- при роботі з ТП у разі їх обриву, а також при збільшенні температури вільних кінців термопар понад 90 °C або при зменшенні нижче мінус 40 °C;
- під час роботи з будь-яким типом первинних перетворювачів у разі отримання результатів вимірювань, що виходять за встановлені для даного датчика межі діапазону контролю.

Деякі типи несправностей первинних перетворювачів неможливо діагностувати модулем. До них відносяться обриви датчиків струму та напруги (вимірюваний вхід видає нульове значення або діагностує як несправність «Значення занадто мало»).

Через введену в модуль діагностику короткого замикання ТО модуль сприймає сигнали опору менше 25 Ом як недостовірні, у зв'язку з цим, наприклад, датчик 0 ... 2000 Ом не може вимірювати сигнали в діапазоні від 0 до 25 Ом (від 0 до 1,26% діапазону).

6.5.10 Помилки датчиків

У разі виникнення помилки на вході під час обміну за протоколом ModBus код помилки передається в регістр статусу входу і крайній байт регістру значення (тип float).

Таблиця 6.18 – Коди помилок

Характер помилки	Значення в регістрі	Індикація
Вимірювання успішне	Передається результат вимірювання	Зелений
Значення свідомо невірне	0xF0	Помаранчевий
Дані не готові. Необхідно дочекатися результатів першого виміру після включення	0xF6	Помаранчевий

Характер помилки	Значення в реєстрі	Індикація
Датчик відключений	0xF7	Вимкнений
Велика температура вільних кінців ТП	0XF8	Помаранчевий
Мала температура вільних кінців ТП	0XF9	Помаранчевий
Виміряне значення занадто велике	0xFA	Помаранчевий
Виміряне значення занадто мале	0xFB	Помаранчевий
Коротке замикання датчика	0xFC	Червоний
Обрив датчика	0xFD	Червоний
Відсутність зв'язку з АЦП	0xFE	Червоний
Некоректний калібрувальний коефіцієнт	0xFF	Помаранчевий

7 Налаштування

7.1 Підключення до ПЗ «AQteck Tool Max»

Пристрій налаштовується в ПЗ **AQteck Tool Max**. Застосунок розповсюджується безкоштовно та доступний для завантаження на сайті aqteck.ua.

Пристрій можна підключити до ПК за допомогою таких інтерфейсів:

- USB (рознімач USB Type-C);
- Ethernet.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У разі під'єднання пристрою до порту USB подача основного живлення пристрою не потрібна.

Живлення пристрою здійснюється від порту USB, виходи модуля та Ethernet при цьому не функціонують.

У разі підключення через інтерфейс Ethernet слід подати основне живлення на пристрій.

Для вибору інтерфейсу слід:

1. Підключити пристрій до ПК за допомогою кабелю USB або за інтерфейсом Ethernet.
2. Відкрити ПЗ **AQteck Tool Max**.
3. Вибрати **Додати пристрій**.
4. У випадному меню **Протокол** вибрати **AqAutoDetectionProtocol**

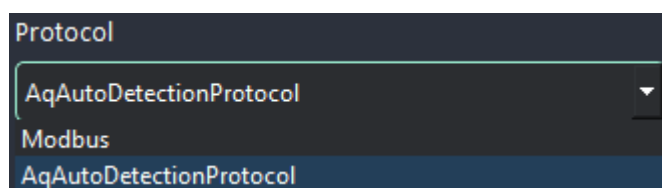


Рисунок 7.1 – Меню вибору протоколу

5. У випадному меню **Інтерфейс** вибрати:

Ethernet (або іншу мережеву карту, до якої під'єднаний пристрій) – для підключення по Ethernet.

STMicroelectronics Virtual COM Port – для підключення по USB.

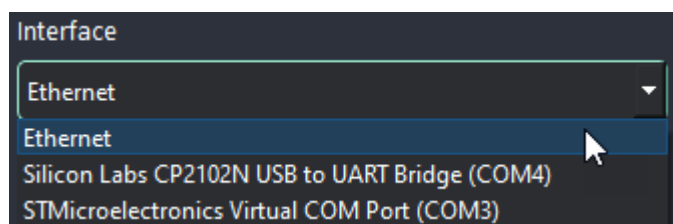


Рисунок 7.2 – Меню вибору інтерфейсу

6. Для підключення по Ethernet: Ввести IP-адресу підключеного пристрою.
7. Для підключення по USB: Вказати адресу пристрою – 1 (інші налаштування значення не мають).



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Значення IP-адреси за умовчанням (заводське налаштування) – **192.168.1.99**.

8. Натиснути вкладку **Знайти**. У вікні відобразиться пристрій із зазначеною адресою. Вибрати пристрій (позначити галочкою) і натиснути **ОК**. Якщо пристрій захищено паролем, то слід ввести коректний пароль. Пристрій буде додано до проекту.

Детальнішу інформацію про підключення і роботу з пристроєм наведено в Довідці ПЗ **AQteck Tool Max**.

7.2 Налаштування мережевих параметрів

Для обміну даними з модулем в мережі Ethernet мають бути задані параметри, наведені в [таблиці 7.1](#):

Таблиця 7.1 – Мережеві параметри модуля

Параметр	Примітка
MAC-адреса	Встановлюється на заводі-виробнику і є незмінною. Вказана на корпусі пристрою.
IP-адреса	Може бути статичною або динамічною. Заводське налаштування – 192.168.1.99
Маска IP-адреси	Задає видиму модулем підмережу IP-адрес інших пристроїв. Заводське налаштування – 255.255.0.0 .
IP-адреса шлюзу	Задає адресу шлюзу для виходу в Інтернет. Заводське налаштування – 192.168.1.1

IP-адреса може бути:

- статичною;
- динамічною

Статичну IP-адресу встановлюють за допомогою ПЗ **AQteck Tool Max**.

Для встановлення статичної IP-адреси за допомогою ПЗ **AQteck Tool Max** слід:

1. Зайти у розділ Мережеві налаштування.
2. Задати значення в полі **Встановити IP адресу**.
3. Задати значення в полі Встановити маску підмережі.
4. Задати значення в полі Встановити IP адресу шлюзу.

У разі статичної IP-адреси параметр **Режим DHCP** повинен мати значення **Вимкнено**.

Динамічна IP-адреса використовується для роботи з хмарним сервісом і не передбачає роботу з Майстром мережі Modbus TCP. IP-адреса модуля встановлюється DHCP-сервером мережі Ethernet.



ПРИМІТКА

Слід уточнити у служб системного адміністрування про наявність DHCP-сервера в ділянці мережі, до якої під'єднано модуль. Для використання динамічної IP-адреси слід встановити значення **Вкл** у параметрі **Режим DHCP**.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Для застосування нових мережевих налаштувань слід перезавантажити модуль. Якщо модуль під'єднано через USB, його також слід вимкнути. Також перезавантажити пристрій можливо за допомогою функції «Перезавантажити пристрій» в застосунку ПЗ **AQteck Tool Max**

7.3 Налаштування параметрів обміну за протоколом MQTT1

Модуль підтримує протокол MQTT (версія [3.1.1](#)) і може використовуватися в ролі клієнта. Модуль публікує повідомлення про стан своїх входів і підписаний на топіки, у межах яких здійснюється керування його виходами.

Параметри обміну по MQTT налаштовуються в ПЗ **AQteck Tool Max**.

MQTT	
Підключення до брокера	Відкл.
Логін	
Пароль	
Ім'я пристрою	Device
Адреса брокера	
Порт	1883
Зберігання останнього повідомлення	Відкл.
Інтервал публікації	10
Якість обслуговування	QoS0
Інтервал Keep Alive	0
Повідомлення про присутність	
Включити	Відкл.
Статус	Відключено

Рисунок 7.3 – Параметри обміну за протоколом MQTT

Таблиця 7.2 – Параметри обміну за протоколом MQTT

Параметр	Опис
Повідомлення про присутність	Якщо параметр має значення Увімкнено , то в момент увімкнення модуль публікує повідомлення « Online » у топик FX210/Ім'я_пристрою/MQTTstatus Якщо від модуля не надходить повідомлень, брокер публікує в цей топик повідомлення « Offline »
Підключення до брокера	Для роботи з модулем за протоколом MQTT слід встановити значення Вкл.
Логін	Використовуються для аутентифікації пристрою на стороні брокера. Якщо значення параметрів не задано, то аутентифікація не використовується
Пароль	
Ім'я пристрою	Ім'я пристрою. Входить до складу топика
Адреса брокера	IP або URL брокера. Якщо брокер розташований у зовнішній мережі, то слід встановити для параметрів Шлюз і DNS (вкладка Мережеві налаштування) коректні значення
Порт	Порт брокера
Зберігання останнього повідомлення	Якщо встановлено значення Увімкнено , то інші клієнти, підписані на топіки модуля, отримають останні повідомлення з цих топіків
Інтервал публікації	Інтервал публікації даних (у секундах)
Якість обслуговування	Обраний рівень якості обслуговування. QoS 0 – передача повідомлень здійснюється без гарантії доставки. QoS 1 – передача повідомлень здійснюється з гарантією доставки, але допускається дублювання повідомлень (тобто одне й те саме повідомлення буде розіслано передплатникам кілька разів). QoS 2 – передача повідомлень здійснюється з гарантією доставки і з гарантією відсутності дублювання повідомлень.
Інтервал Keep Alive (у секундах)	Якщо протягом проміжку часу, що дорівнює півтора значенням цього параметра, брокер не отримує повідомлень від модуля, то з'єднання буде розірвано. 0 – параметр не використовується (за відсутності повідомлень з'єднання ніколи не буде розірвано).
Статус	Статус підключення до брокера

**ПРИМІТКА**

Під час використання протоколу MQTT запис параметрів зазвичай є подійним, а не циклічним. Рекомендується задати параметр **Тайм-аут переходу в безпечний стан** (вкладка **Modbus Slave**) рівним 0.

7.4 Налаштування параметрів обміну за протоколом SNMP

Модуль підтримує протокол SNMP (версії SNMPv1 і SNMPv2c) і може бути використаний в ролі агента. Модуль підтримує запити GET і SET. Модуль з дискретними входами надсилає трапи з бітовою маскою входів у разі зміни значення будь-якого входу.

За протоколом SNMP доступні всі параметри модуля. Список OID параметрів наведено в Настанові щодо експлуатування на конкретний модуль. MIB-файл модуля доступний на його сторінці на сайті aqteck.ua.

SNMP		
	Включення/Відключення	Відключено ▾
	Повідомлення для читання	public
	Повідомлення для запису	private
	IP адреса для пастки	10.2.4.78
	Номер порту для пастки	162
	Версія SNMP	SNMPv1 ▾

Рисунок 7.4 – Параметри обміну за SNMP

Таблиця 7.3 – Параметри обміну за SNMP

Параметр	Опис
Увімкнення/Вимкнення	Для роботи модуля за протоколом SNMP потрібно встановити значення Увімкнено
Спільнота для читання	Пароль, який використовується для читання даних модуля
Спільнота для запису	Пароль, який використовується для запису даних у модуль
IP адреса для пастки	IP-адреса, на яку буде надіслано трап у разі зміни маски дискретних входів модуля (тільки для модулів із дискретними входами)
Номер порту для пастки	Номер порту, на який буде відправлено трап
Версія SNMP	Версія протоколу, що використовується модулем (SNMPv1 або SNMPv2)

**ПРИМІТКА**

Під час використання протоколу SNMP без запитів читання (**GET**) запис параметрів зазвичай є подієвим, а не циклічним. Рекомендується задати параметр **Тайм-аут переходу в безпечний стан** (вкладка **Modbus Slave**) рівним 0.

7.5 Пароль доступу до модуля

Для обмеження доступу до читання і запису параметрів конфігурації та для доступу в хмарний сервіс **Cloud** використовується пароль.

Встановити або змінити пароль можна за допомогою ПЗ **AQteck Tool Max**.

У разі втрати пароля слід відновити заводські налаштування.

За умовчанням пароль не задано.

7.6 Оновлення вбудованого ПЗ

Вбудоване ПЗ модуля оновлюється за допомогою інтерфейсів:

- USB;
- Ethernet (рекомендується).

Для оновлення вбудованого за інтерфейсом USB слід:

1. У момент увімкнення живлення модуля натиснути й утримувати сервісну кнопку. Модуль перейде в режим завантажувача (індикатор «Аварія» світиться червоним).
2. Оновити ПЗ за допомогою спеціальної утиліти, яка доступна на сторінці пристрою на сайті aqteck.ua.

Для оновлення вбудованого ПЗ через інтерфейс Ethernet слід:

3. У ПЗ **AQteck Tool Max** вибрати меню Оновлення ПЗ.
4. Виконувати вказівки програми (файл вбудованого ПЗ розміщено на сайті aqteck.ua на сторінці модуля в розділі документації та ПЗ).
5. Перезавантажити модуль.

Під час оновлення через інтерфейс Ethernet перевіряється цілісність файлу вбудованого ПЗ і контрольної суми.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Для завершення оновлення вбудованого ПЗ слід перезавантажити модуль. Якщо модуль під'єднано через USB, його також слід вимкнути

7.7 Налаштування годинника реального часу

Значення годинника реального часу (RTC) можна встановити або зчитати з пристрою через реєстри Modbus, а також за допомогою ПЗ **AQteck Tool Max** (див. довідку до **AQteck Tool Max**, розділ **Налаштування годинника**).

Для встановлення нового часу через реєстри Modbus слід:

1. Записати значення часу у відповідні реєстри.
2. Встановити на час не менше 1 секунди значення **1** у реєстрі оновлення поточного часу.
3. Записати в реєстр оновлення поточного часу значення **0**.

Наступний запис поточного часу можна виконати через 1 секунду.

Якщо необхідно, то можна синхронізувати годинник модуля з віддаленим NTP-сервером.

NTP	
Включення/Відключення	Відключено
Пул NTP серверів	pool.ntp.org
NTP сервер 1	192.168.1.1
NTP сервер 2	192.168.1.2
Період синхронізації	5
Статус	Відключено

Рисунок 7.5 – Параметри NTP

Таблиця 7.4 – Параметри NTP

Параметр	Опис
Увімкнення/Вимкнення	Для увімкнення режиму синхронізації часу слід установити значення Увімкнено
Пул NTP серверів	IP або URL використовуваного пулу NTP-серверів, що використовується
NTP сервер 1	IP основного NTP-сервера
NTP сервер 2	IP резервного NTP-сервера

Параметр	Опис
Період синхронізації	Період синхронізації часу в секундах. Слід переконатися, що встановлене значення не перевищує мінімально можливого значення для конкретного NTP-сервера
Статус	Статус підключення до сервера

**ПРИМІТКА**

Якщо NTP-сервер розташований у зовнішній мережі, то слід встановити коректні значення для параметрів **Шлюз** і **DNS** (вкладка **Мережеві налаштування**).

**ПРИМІТКА**

Часовий пояс пристрою вибирається на вкладці **Годинники реального часу**.

**ПРИМІТКА**

Усі зазначені NTP-сервери (зокрема сервери з пулу) мають однаковий пріоритет під час опитування.

**УВАГА**

Після відновлення заводських налаштувань усі раніше встановлені налаштування, крім мережевих, буде видалено.

7.8 Відновлення заводських налаштувань

Для відновлення заводських налаштувань і скидання встановленого пароля слід:

1. Увімкнути живлення пристрою.
2. Натиснути й утримувати сервісну кнопку понад 12 секунд.

Після відпускання кнопки пристрій перезавантажиться і працюватиме з налаштуваннями за умовчанням.

8 Технічне обслуговування

8.1 Загальні вказівки

Під час виконання робіт з технічного обслуговування пристрою слід дотримуватися вимог безпеки з [розділу 3](#).

Технічне обслуговування пристрою проводять не рідше одного разу на 6 місяців і складається з таких процедур:

- перевірка кріплення пристрою;
- перевірка гвинтових з'єднань;
- видалення пилу і бруду з клемників пристрою.

8.2 Батарея

У пристрої використовується змінна батарея типу CR2032. Батарея призначена для живлення годинника реального часу.

Якщо заряд батареї опускається нижче 2 В, то індикатор **Аварія** засвічується на 100 мс один раз на дві секунди. Таке світіння індикатора сигналізує про необхідність заміни батареї.

Якщо напруга батареї годинника реального часу менша за 1,6 В, то запис конфігураційних параметрів виконується у флеш-пам'ять модуля.

Порядок запису конфігураційних параметрів при розрядженій батареї:

1. Нові значення конфігураційних параметрів записуються в батарейний ОЗП близько 5 секунд.
2. З батарейного ОЗП значення конфігураційних параметрів переносяться у флеш-пам'ять і запускається тайм-аут щонайменше 2 хвилини (залежно від навантаження на модуль).



ПРИМІТКА

Стан батареї оновлюється після подачі живлення або кожні 12 годин з моменту подачі живлення.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Не рекомендується виконувати циклічний запис конфігураційних параметрів у разі розрядження батареї. Ресурс флеш пам'яті обмежений.

Для заміни батареї рекомендується звернутися до технічної підтримки компанії АКУТЕК за отриманням консультації або скористатися послугами сервісного центру.

9 Комплектність

Найменування	Кількість
Модуль	1 шт.
Паспорт та гарантійний талон	1 прим.
Коротка настанова	1 прим.
Комутаційний кабель UTP 5e 150 мм	1 шт.
Клема живлення 2EDGKN-5.08-08P	1 шт.
Клема живлення 15EDGKN-3.81-08P	2 шт. (для FI210-4T) 4 шт. (для FI210-8T)
Заглушка рознімача Ethernet	1 шт.
Заглушка рознімача USB	1 шт.



ПРИМІТКА

Виробник залишає за собою право внесення доповнень до комплектності модуля.



ПРИМІТКА

За потреби можливе постачання модуля з гвинтовими відповідними частинами. За детальною інформацією зверніться до відділу продажу компанії.

10 Маркування

На корпус пристрою нанесені:

- найменування пристрою;
- ступінь захисту корпусу за ДСТУ EN 60529;
- напруга живлення;
- споживана потужність;
- клас захисту від ураження електричним струмом за ДСТУ EN 61140;
- знак відповідності технічним регламентам;
- заводський номер пристрою;
- MAC-адреса;
- інформація щодо підключення зовнішніх пристроїв.

На споживчу тару нанесено:

- найменування пристрою;
- знак відповідності технічним регламентам;
- заводський номер пристрою;
- дата пакування.

11 Пакування

Пакування пристрою проводиться відповідно до ДСТУ 8281 в індивідуальну споживчу тару, що виготовлена з гофрованого картону. Перед укладанням в індивідуальну споживчу тару кожен пристрій потрібно спакувати в пакет із поліетиленової плівки.

Опакування пристрою має відповідати документації підприємства-виробника і забезпечувати збереження пристрою під час зберігання і транспортування.

Допускається використання іншого виду пакування за погодженням із Замовником.

12 Транспортування та зберігання

Пристрій повинен транспортуватися в закритому транспорті будь-якого виду. У транспортних засобах тара повинна кріпитися згідно з правилами, що діють на відповідних видах транспорту.

Транспортування пристроїв повинно здійснюватися за температури навколишнього повітря від мінус 25 до плюс 55 °С із дотриманням заходів захисту від ударів і вібрацій.

Пристрій треба перевозити в транспортній тарі поштучно або в контейнерах.

Пристрої повинні зберігатися в тарі виробника за температури навколишнього повітря від 5 до 40 °С в опалювальних сховищах. У повітрі не повинні бути присутніми агресивні домішки.

Пристрої треба зберігати на стелажах.

Додаток А. Розрахунок вектора ініціалізації для шифрування файлу архіву

Для розшифрування файлу архіву як вектор ініціалізації слід використовувати хеш-функцію. Хеш-функція має повертати 8 байт (тип long long).

Приклад реалізації хеш-функції мовою програмування C:

```
typedef union {
    struct {
        unsigned long lo;
        unsigned long hi;
    };
    long hilo;
} LONG_LONG;

long Hash8(const char *str) { // На основі Rot13
    LONG_LONG temp;
    temp.lo = 0;
    temp.hi = 0;
    for ( ; *str; ){
        temp.lo += (unsigned char) (*str);
        temp.lo -= (temp.lo << 13) | (temp.lo >> 19);
        str++;
        if (!str)
            break;
        temp.hi += (unsigned char) (*str);
        temp.hi -= (temp.hi << 13) | (temp.hi >> 19);
        str++;
    }
    return temp.hilo;
}
```



61153, м. Харків, вул. Гвардійців Широнінців, 3А
тел.: (057) 720-91-19, 0-800-21-01-96 (багатоканальний)
тех. підтримка: support@aqteck.ua
відділ продажу: sales@aqteck.ua
aqteck.ua
реєстр.: 2-UK-1253-1.1