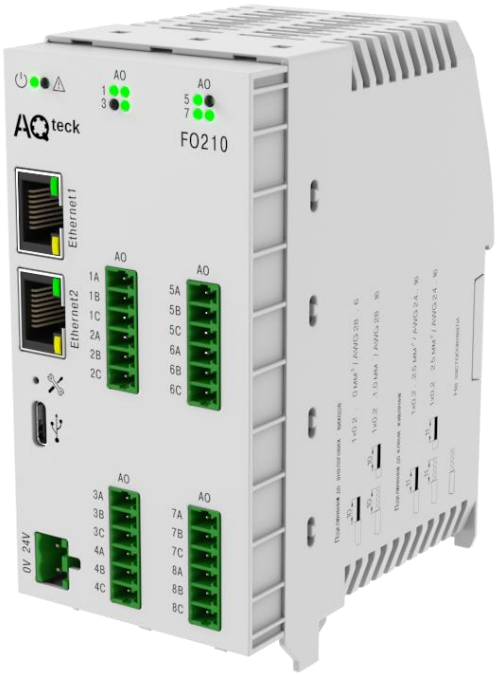
FO210-4(8)A

Модуль аналогового виводу



Настанова щодо експлуатування

APAB.426433.027-12 НЕ
APAB.426433.027-13 НЕ

09.2026
версія 1.3

Зміст

Попереджувальні повідомлення **2**
Використовувані абревіатури **3**
Вступ **4**
1 Призначення **5**
2 Технічні характеристики та умови експлуатування **6**
2.1 Технічні характеристики 6
2.2 Ізоляція вузлів пристрою 7
2.3 Умови експлуатування 8
3 Заходи безпеки **9**
4 Монтаж **10**
5 Підключення **11**
5.1 Рекомендації щодо підключення 11
5.2 Призначення рознімачів та елементів керування 11
5.3 Призначення контактів клемника 13
5.4 Підключення до виходів 14
5.5 Підключення за інтерфейсом Ethernet 15
6 Побудова і принцип роботи **16**
6.1 Принцип роботи 16
6.2 Індикація та керування 16
6.3 Годинник реального часу 16
6.4 Запис архіву 17
6.5 Режими обміну даними 18
6.5.1 Робота за протоколом Modbus TCP 18
6.5.2 Коди помилок для протоколу Modbus 24
6.5.3 Робота за протоколом MQTT 26
6.5.4 Робота за протоколом SNMP 27
6.6 Режими роботи аналогових виходів 28
6.7 Безпечний стан вихідних елементів 30
6.8 Діагностика стану вихідних елементів 30
7 Налаштування **31**
7.1 Підключення до ПЗ «AQteck tool MAX» 31
7.2 Налаштування мережевих параметрів 32
7.3 Налаштування параметрів обміну за протоколом MQTT 32
7.4 Налаштування параметрів обміну за протоколом SNMP 34
7.5 Пароль доступу до модуля 34
7.6 Оновлення вбудованого ПЗ 34
7.7 Налаштування годинника реального часу 35
7.8 Відновлення заводських налаштувань 36
8 Технічне обслуговування **37**
8.1 Загальні вказівки 37
8.2 Батарея 37
9 Комплектність **38**
10 Маркування **39**
11 Пакування **39**
12 Транспортування та зберігання **39**
Додаток А. Розрахунок вектора ініціалізації для шифрування файлу архіву **40**

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 абревіатури

ДЗП – додаткова зведена похибка.

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

ЕМЗ – електромагнітні завади.

ОЗП – основна зведена похибка.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПК – персональний комп'ютер.

ПЛК – програмований логічний контролер.

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач.

CRC – циклічний надлишковий код.

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 аналогового виводу FO210-A (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 виходів:

FO210-4A – модуль з 4 аналоговими виходами,
FO210-8A – модуль з 8 аналоговими виходами.

Перелік типів вихідних сигналів:

- 0…20 мА;
- 4…20 мА;
- 0…1 В;
- 0…10 В.

Кожен аналоговий вихід можна сконфігурувати на один із типів сигналу.

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 керування виконавчими пристроями на об'єктах автоматизації. Керування модулем 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 пост. струму (номінальна 24 В)		
Споживана потужність, не більше	5 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 виходи			
Кількість вихідних елементів	4 або 8 (залежно від виконання)		
Напруга живлення аналогового виходу	Від 12 до 36 В пост. струму		
Розрядність ЦАП	12 біт		
Час прогріву ЦАП*	10 хв		
Тип вихідного сигналу	0…20 мА, 4…20 мА	0…1 В	0…10 В
Межа ОЗП	±0,25 %	±0,25 %	±0,25 %
Максимальна пульсація вихідного сигналу	25 мкА	10 мВ	
ДЗП, викликана зміною температури навколишнього середовища на кожні 10 °С	0,04 %	0,04 %	0,02 %
Максимальна ДЗП, викликана впливом ЕМЗ	0,2 %	0,2 %	0,2 %
Захист від короткого замикання на виході	Є		
Діагностика стану виходів	Є		
Обмеження швидкості зміни	1...1024 мА/с	0,25…1024 В/с	0,5…1024 В/с
Вбудована флеш-пам'ять (архів)			
Кількість циклів запису і стирання	До 100 000		
Максимальний розмір файлу архіву	2 кБ		
Максимальна кількість файлів архіву	1000		
Мінімальний період запису архіву	10 с (за умовчанням – 30 с)		
Загальні параметри			
Габаритні розміри	(57 × 121 × 111) ± 1 мм		
Ступінь захисту корпусу	IP20		
Середнє напрацювання на відмову**	60 000 год		
Середній термін служби	10 років		
Маса, не більше	0,5 кг		

ПРИМІТКА

* При увімкненні пристрою до часу прогріву ЦАП метрологічні характеристики не регламентуються.

** Не враховуючи елемент живлення годинника реального часу.

2.2 Ізоляція вузлів пристрою

Схему гальванічно ізольованих вузлів і міцність гальванічної ізоляції наведено на рисунку 2.1.

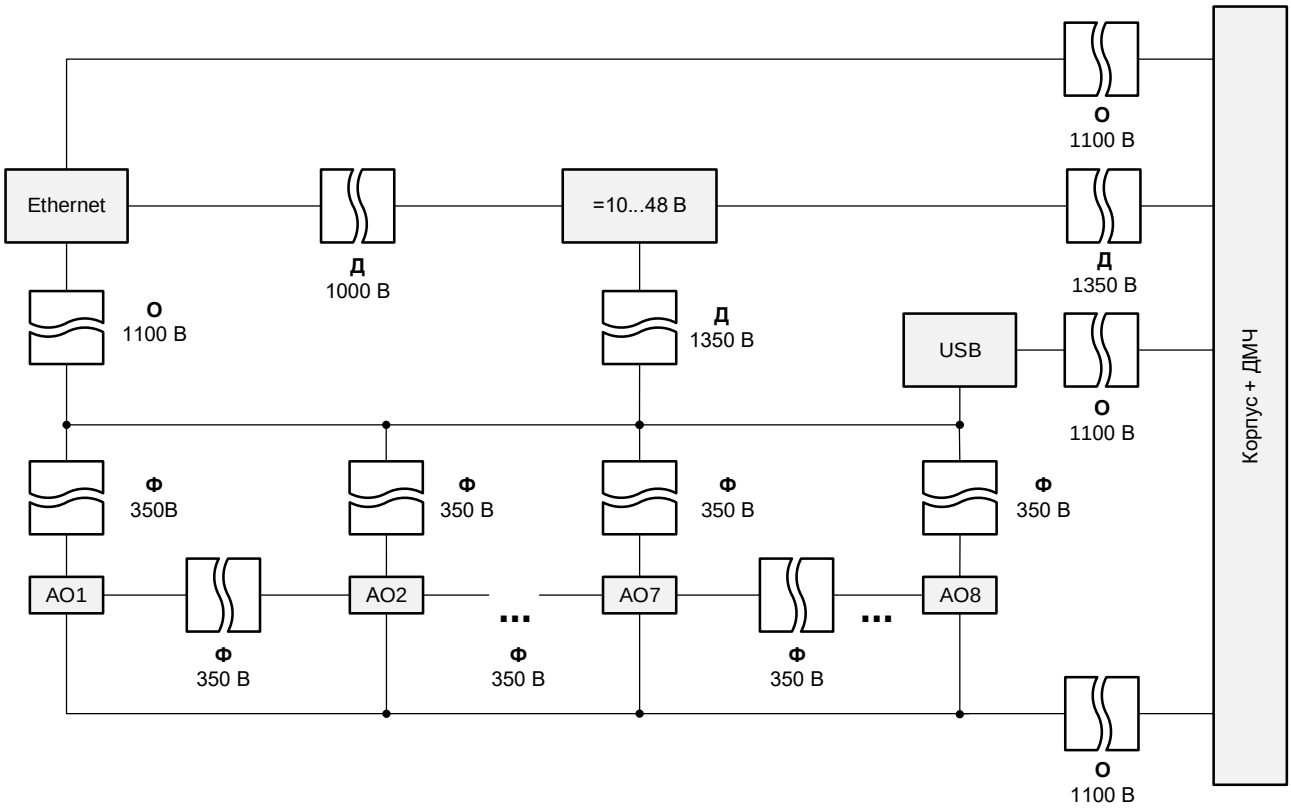


Рисунок 2.1 – Ізоляція вузлів пристрою

Таблиця 2.2 – Типи ізоляції

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).
Функціональна (Ф)	Ізоляція, міцність якої не регламентується державними стандартами та використовується для забезпечення коректного функціонування пристрою.

ПРИМІТКА
Функціональна ізоляція не захищає від ураження електричним струмом, проте зменшує ймовірність виникнення займання або вогню.

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 і 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 IEC 60068-2-6 і ДСТУ IEC 60068-2-27.

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

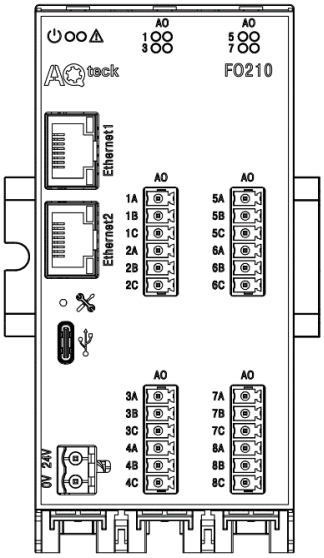


Рисунок 4.1 – Приклад правильного встановлення

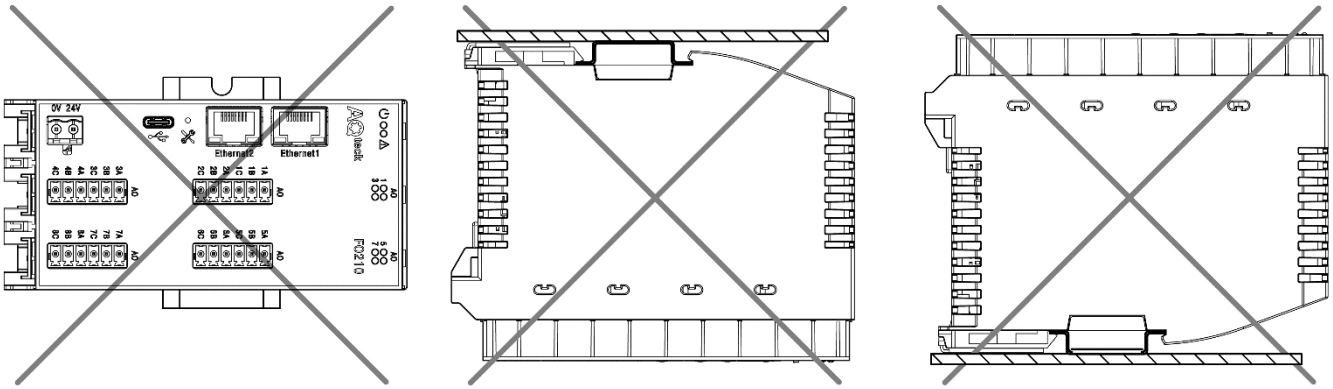


Рисунок 4.2 – Приклади помилкового встановлення

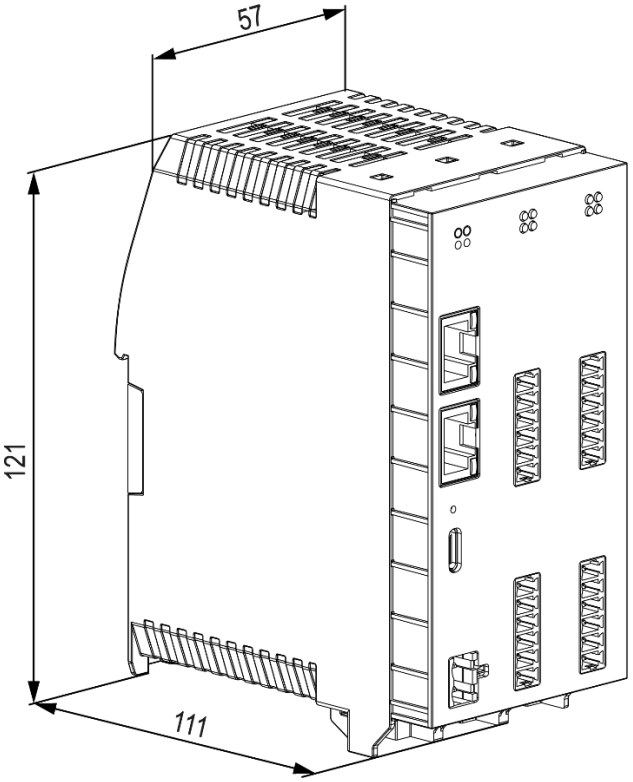


Рисунок 4.3 – Габаритний кресленик

5 Підключення

5.1 Рекомендації щодо підключення

Монтаж зовнішніх підключень здійснюється проводом перетином не більше 1,0 мм^2 (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 дроти різного перетину до однієї клеми.

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 необхідно 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 потрібно встановлювати у лініях живлення пристрою;
- іскрогасильні фільтри потрібно 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 мають бути виконані проводами найбільшого перетину;

5.2 Призначення рознімачів та елементів керування

На лицьовій панелі пристрою розташовані (див. рисунок 5.1):

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

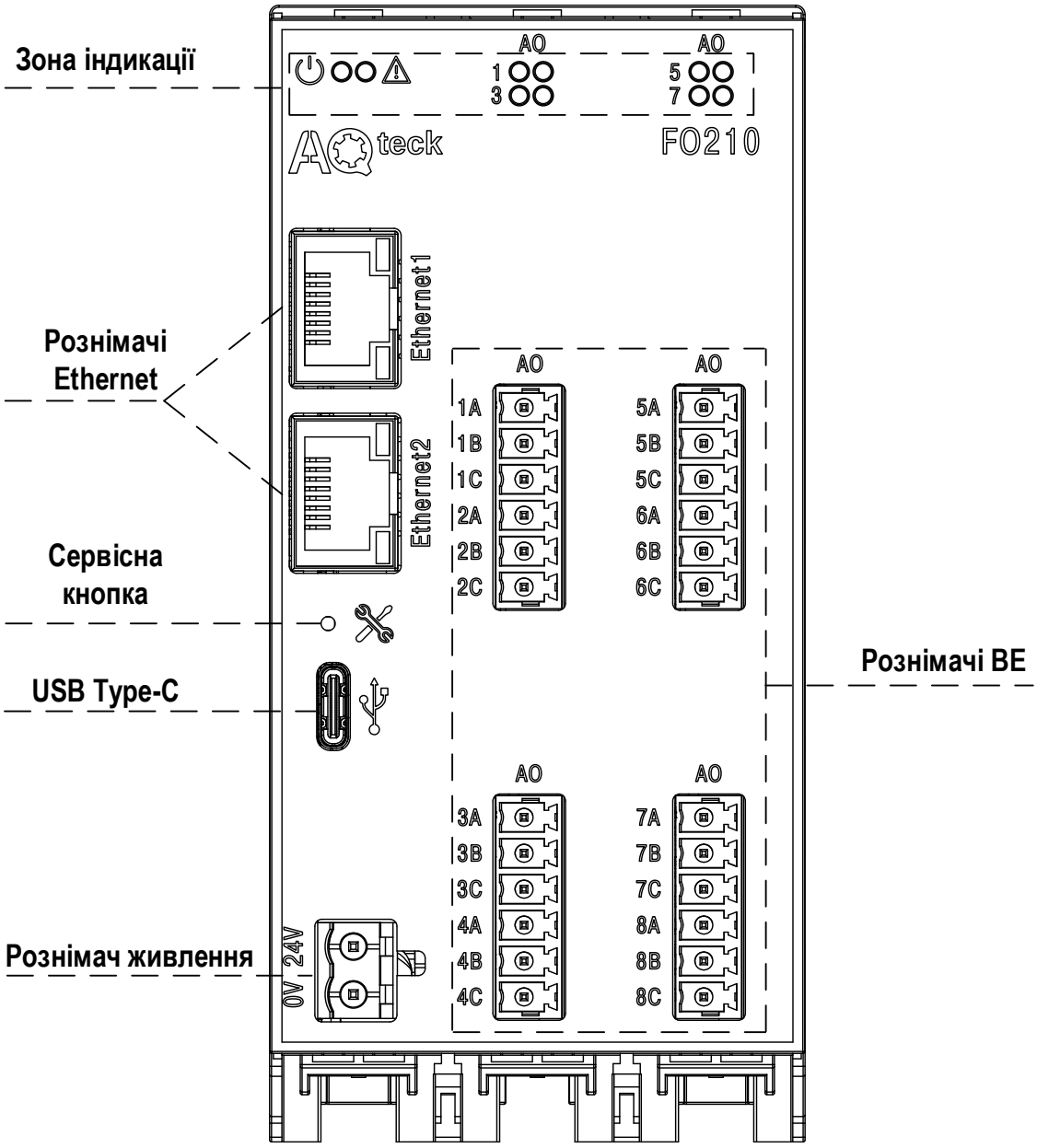


Рисунок 5.1 – Рознімачі та елементи керування пристрою

5.3 Призначення контактів клемника

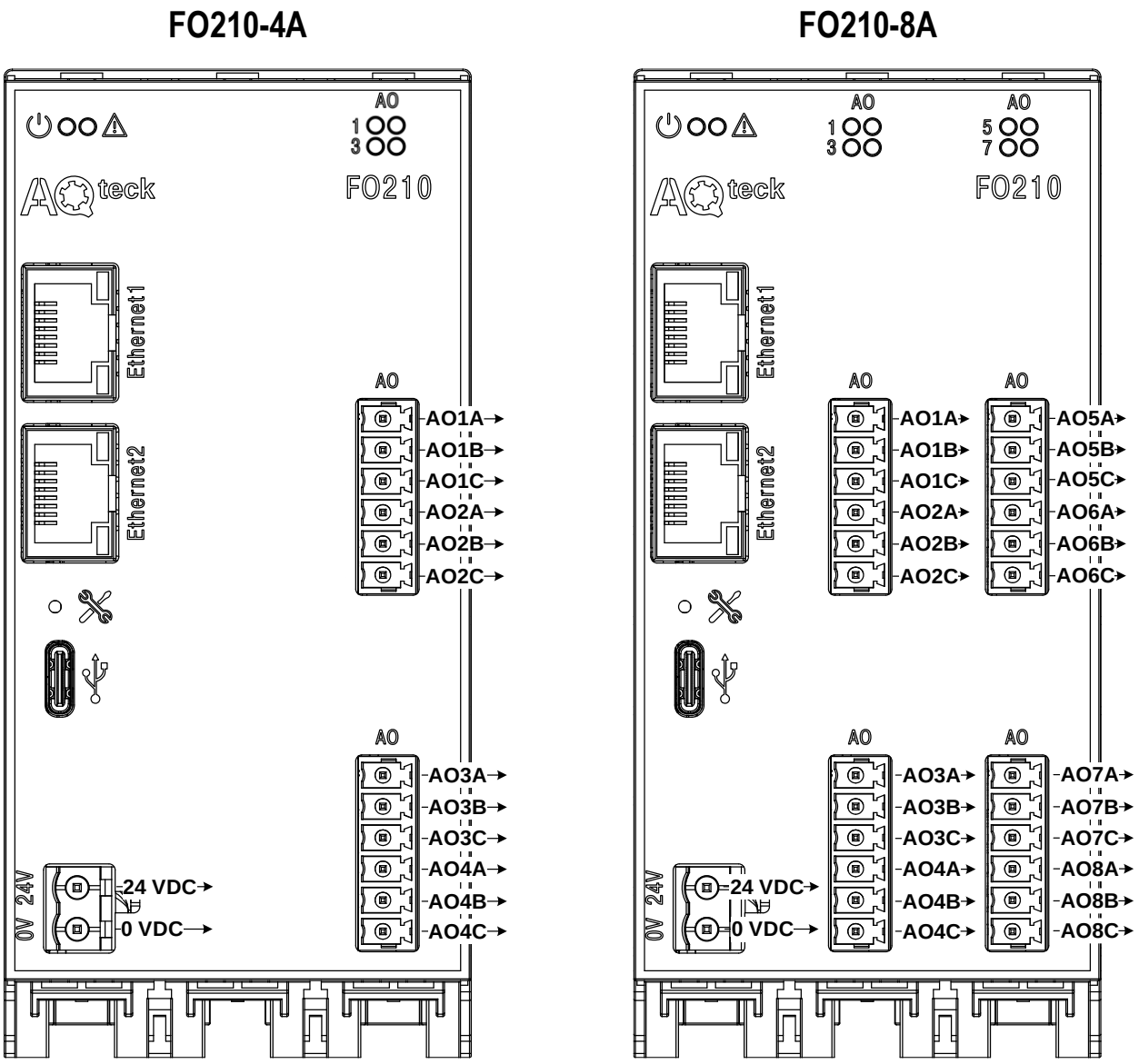


Рисунок 5.2 – Призначення контактів клемника

Таблиця 5.1 – Призначення контактів клемника пристрою

Найменування контакту		Призначення
Живлення пристрою	24 VDC	Підключення напруги живлення пристрою
	0 VDC	
Аналогові виходи	AOxA	Напруга живлення (+) виходів
	AOxB	Виходи AO1…AO8
	AOxC	Загальні контакти живлення (-) виходів

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 потенціальної 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 виходів

На рисунку 5.3 представлено схему підключення до аналогових виходів.

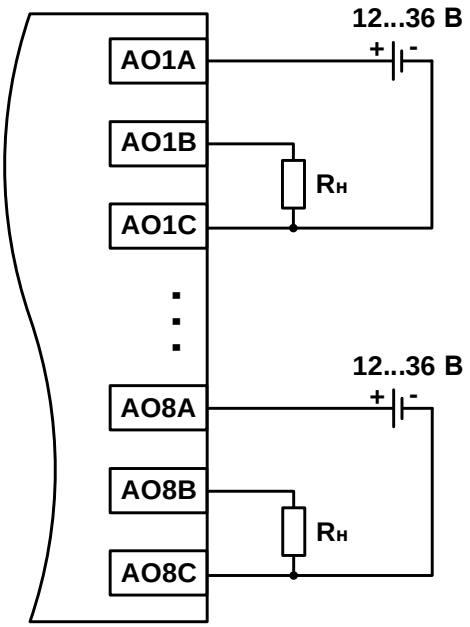


Рисунок 5.3 – Схема підключення навантаження до аналогових виходів

Довжина лінії живлення аналогових виходів не повинна перевищувати 30 м.

Таблиця 5.2 – Параметри вибору напруги джерела живлення

Типи сигналу	Опір навантаження, Ом	Напруга живлення виходів, В
0…20 мА, 4…20 мА	200…400	12
	350…560	15
	800…1000	24
	1100…1300	30
	1400…1600	36
0…1 В, 0…10 В	Не менше 1000	12…36

УВАГА
Якщо під час роботи сигналу 0…10 В опір навантаження знаходиться в діапазоні від 1 до 2 кОм, рекомендується використовувати джерело живлення виходів напругою не більше 24 В. Використання джерела живлення з напругою понад 24 В може призвести до перегріву ЦАП та погіршення метрологічних характеристик.

Якщо під час роботи сигналів 0...20 мА та 4...20 мА опір навантаження менший, ніж допустимий для відповідної напруги живлення, то послідовно з навантаженням необхідно включити обмежувальний резистор $R_{обм}$.

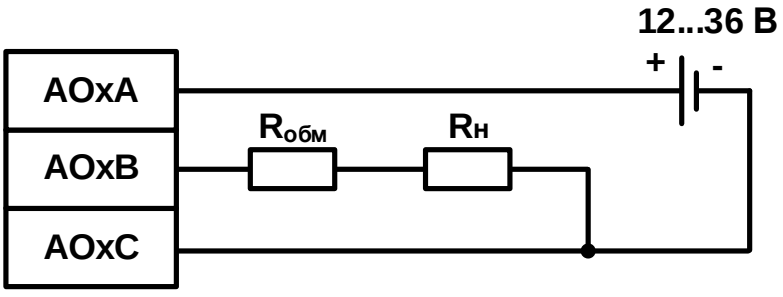


Рисунок 5.4 – Схема підключення обмежувального резистора

Опір резистора $R_{обм}$ повинен бути обраний таким чином, щоб загальний опір в колі навантаження входив у вказаний у таблиці 5.2 діапазон. Потужність резистора $R_{обм}$ має бути щонайменше 1 Вт. Якщо опір навантаження більше допустимого, слід застосувати джерело живлення з більшою вихідною напругою.

5.5 Підключення за інтерфейсом Ethernet

Для підключення модулів до мережі Ethernet можна використовувати такі схеми:

- «Зірка» (див. рисунок 5.4);
- «Ланцюжок / «Daisy-chain» (див. рисунок 5.5).

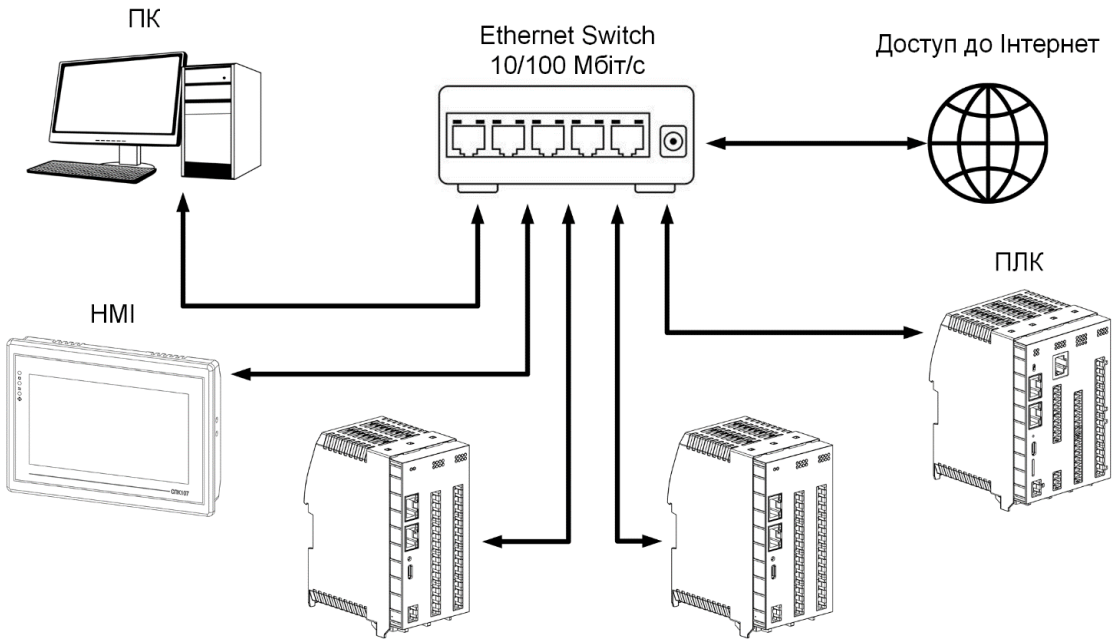


Рисунок 5.4 – Підключення за схемою «Зірка»

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.

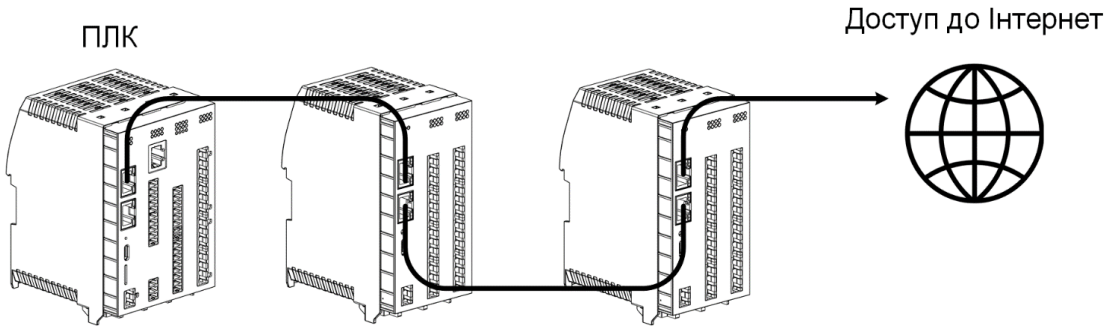


Рисунок 5.5 – Підключення за схемою «Ланцюжок»

ПОПЕРЕДЖЕННЯ
Максимальна довжина лінії зв'язку між двома сусідніми активними пристроями, підключених за схемою «Ланцюжок», – 100 м.
Допускається змішана схема підключення.
Незадіяний Ethernet-порт слід закрити заглушкою з комплекту постачання.

6 Побудова і принцип роботи

6.1 Принцип роботи

Модуль отримує команди на керування вихідними елементами від Майстра мережі.

Майстром мережі може бути:

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

Якщо перевищено тайм-аут обміну з Майстром мережі, то вихідні елементи переходять у безпечний стан, згідно зі значенням у регістрі «Безпечний стан виходу AOx» (0 за умовчуванням).

Тайм-аут обміну налаштовується за допомогою конфігуратора **AQteck tool MAX**.

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 вихідних елементів		Світиться (зелений)	Замкнений стан виходу
		Світиться (жовтий)	Замкнений стан виходу (безпечний режим)
		Не світиться	Розімкнутий стан виходу
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 світлодіода «Аварія» від більшого до меншого: апаратний збій, програмні помилки, безпечний режим, рівень заряду батареї.

Сервісна кнопка призначена для виконання таких функцій:

- відновлення заводських налаштувань (розділ 7.8);
- встановлення IP-адреси (розділ 7.4);
- 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, 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 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 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-ї 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-ї 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 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 зчитується з пристрою 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
Версія апаратного забезпечення	0xF040	Символьний рядок до 16 байт, Win1251
Додаткова символьна 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 налаштування та керування вихідними елементами за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Значення виходу AO1 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3000	0xBB8	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO2 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3001	0xBB9	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO3 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3002	0xBBA	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO4 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3003	0xBBB	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO5 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3004	0xBBC	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO6 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3005	0xBBD	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO7 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3006	0xBBE	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO8 у ‰	0…1000 (0,10 %)	3007	0xBBF	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO1 у мкА/мВ	мкА/мВ	3064	0xBF8	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO2 у мкА/мВ	мкА/мВ	3065	0xBF9	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO3 у мкА/мВ	мкА/мВ	3066	0xBFA	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO4 у мкА/мВ	мкА/мВ	3067	0xBFB	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO5 у мкА/мВ	мкА/мВ	3068	0xBFC	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO6 у мкА/мВ	мкА/мВ	3069	0xBFD	Читання і запис	UINT 16

Продовження таблиці 6.5

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Значення виходу AO7 у мкА/мВ	мкА/мВ	3070	0xBFE	Читання і запис	UINT 16
Значення виходу AO8 у мкА/мВ	мкА/мВ	3071	0xBFF	Читання і запис	UINT 16
Швидкість збільшення на виході AO1	див. таблицю 6.16	3096	0xC18	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO2		3098	0xC1A	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO3		3100	0xC1C	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO4		3102	0xC1E	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO5		3104	0xC20	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO6		3106	0xC22	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO7		3108	0xC24	Читання і запис	UINT 32
Швидкість збільшення на виході AO8		3110	0xC26	Читання і запис	UINT 32
Стан виходу AO1	0 — норма; 1 — відсутність зв'язку; 2 — відсутність навантаження; 3 — перегрів ЦАП; 4 — помилка CRC; 5 — канал відключений; 6 — коротке замикання; 7 — відсутність сигналу	3128	0xC38	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO2		3129	0xC39	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO3		3130	0xC3A	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO4		3131	0xC3B	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO5		3132	0xC3C	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO6		3133	0xC3D	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO7		3134	0xC3E	Тільки читання	UINT 16
Стан виходу AO8		3135	0xC3F	Тільки читання	UINT 16
Режим роботи виходу AO1	0 — вимк; 1 — 0…1 В; 2 — 0…10 В; 3 — 0…20 мА; 4 — 4…20 мА	3160	0xC58	Читання і запис	UINT 16
Режим роботи виходу AO2		3161	0xC59	Читання і запис	UINT 16
Режим роботи виходу AO3		3162	0xC5A	Читання і запис	UINT 16
Режим роботи виходу AO4		3163	0xC5B	Читання і запис	UINT 16
Режим роботи виходу AO5		3164	0xC5C	Читання і запис	UINT 16
Режим роботи виходу AO6		3165	0xC5D	Читання і запис	UINT 16

Продовження таблиці 6.5

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Режим роботи виходу AO7		3166	0xC5E	Читання і запис	UINT 16
Режим роботи виходу AO8		3167	0xC5F	Читання і запис	UINT 16
Стан діагностики виходів	0...FF	3192	0xC78	Тільки читання	UINT 8
Безпечний стан виходу AO1	0...1000 (0,10 %)	3032	0xBD8	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO2	0...1000 (0,10 %)	3033	0xBD9	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO3	0...1000 (0,10 %)	3034	0xBDA	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO4	0...1000 (0,10 %)	3035	0xBDB	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO5	0...1000 (0,10 %)	3036	0xBDC	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO6	0...1000 (0,10 %)	3037	0xBDD	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO7	0...1000 (0,10 %)	3038	0xBDE	Читання і запис	UINT 16
Безпечний стан виходу AO8	0...1000 (0,10 %)	3039	0xBDF	Читання і запис	UINT 16
Тайм-аут переходу в безпечний стан	0...60 (секунд)	700	0x2BC	Читання і запис	UINT 8

Таблиця 6.6 – 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 6.7 – 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
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 6.8 – Регістри налаштувань NTP за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		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	0x6143	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 6.9 – Регістри налаштувань MQTT за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		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
Увімкнути (MQTTstatus)	0 – вимкнути; 1 – увімкнути	6026	0x178A	Читання і запис	UINT 16

Таблиця 6.10 – Регістри налаштувань SNMP за протоколом Modbus

Параметр	Значення (од. вим.)	Адреса регістра		Тип доступу	Формат даних
		DEC	HEX		
Увімкнення/вимкнення SNMP	0 – вимкнути; 1 – увімкнути	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				

6.5.2 Коди помилок для протоколу Modbus

Під час роботи модуля за протоколом Modbus можливе виникнення помилок, наведених у таблиці 6.11. У разі виникнення помилки модуль надсилає Майстру мережі відповідь із кодом помилки.

Таблиця 6.11 – 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 запитана дія не може бути завершена

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, не зазначеної в таблиці 6.12, виникає помилка MODBUS_ILLEGAL_FUNCTION.

Таблиця 6.12 – 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_REGISTER	6 (0x06)	Запис значення в один регістр
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 6.13 – 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.

Продовження таблиці 6.13

Використовувана функція	Найменування помилки	Можливі ситуації, що призводять до помилки
		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 6.14 – 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

6.5.3 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.

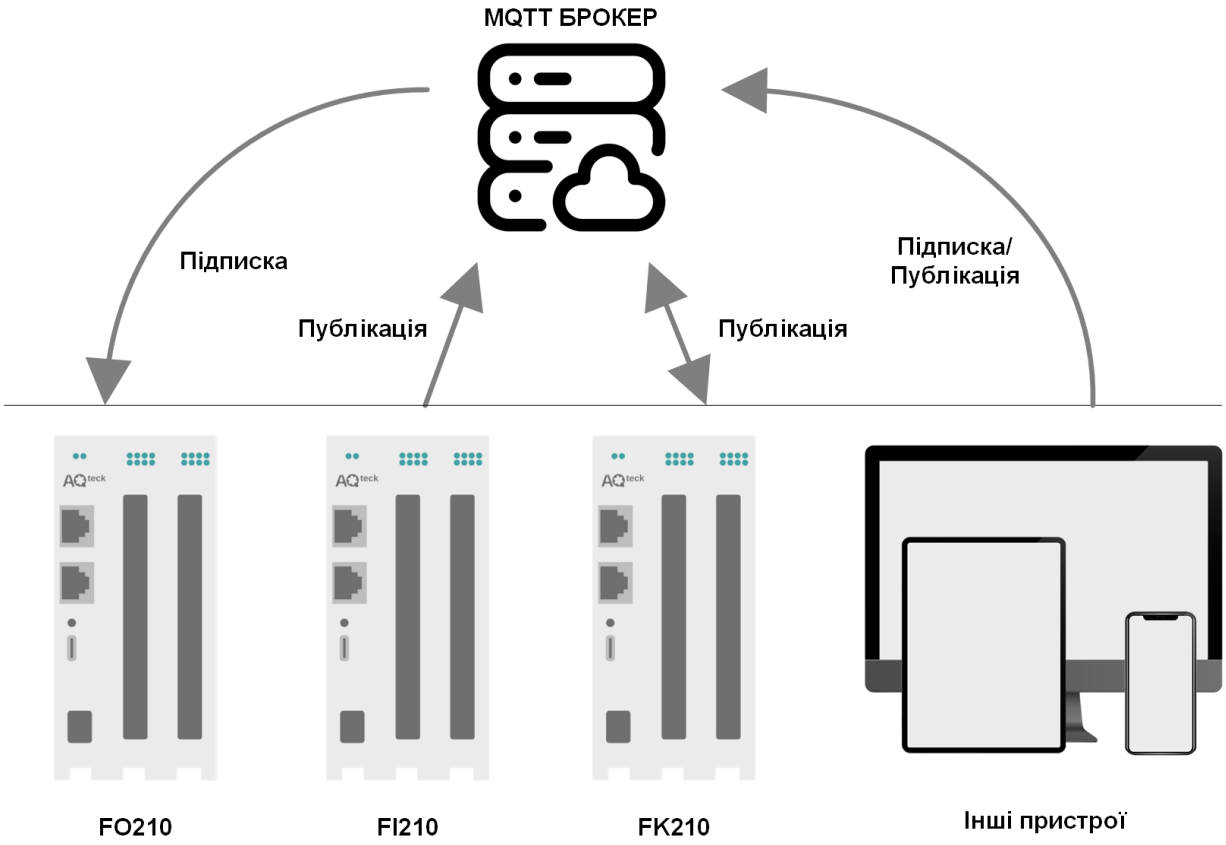


Рисунок 6.2 – Структурна схема обміну за протоколом MQTT

Підписка і публікація даних відбувається в рамках топіків. Топік являє собою символьний 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 6.15).

Таблиця 6.15 – Рівні топіків модуля

Серія	Ім'я пристрою	Функція	Ім'я вузла	Параметр	Опис	Формат значення
FX210	Device	SET GET	AO1-AO8	VALUE_ PERCENT	Значення аналогового виходу у ‰ (0,10 %)	UINT16
		SET GET	AO1-AO8	VALUE_PHYS	Значення аналогового виходу у мВ або мкА	UINT16

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 топік еквівалентний набору топіків:

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 топік еквівалентний набору топіків:

FX210/Device/GET/DI/MASK,

FX210/Device/GET/DI1/COUNTER … FX210/Device/GET/DIn/COUNTER

ПРИМІТКА

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

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

6.5.4 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.

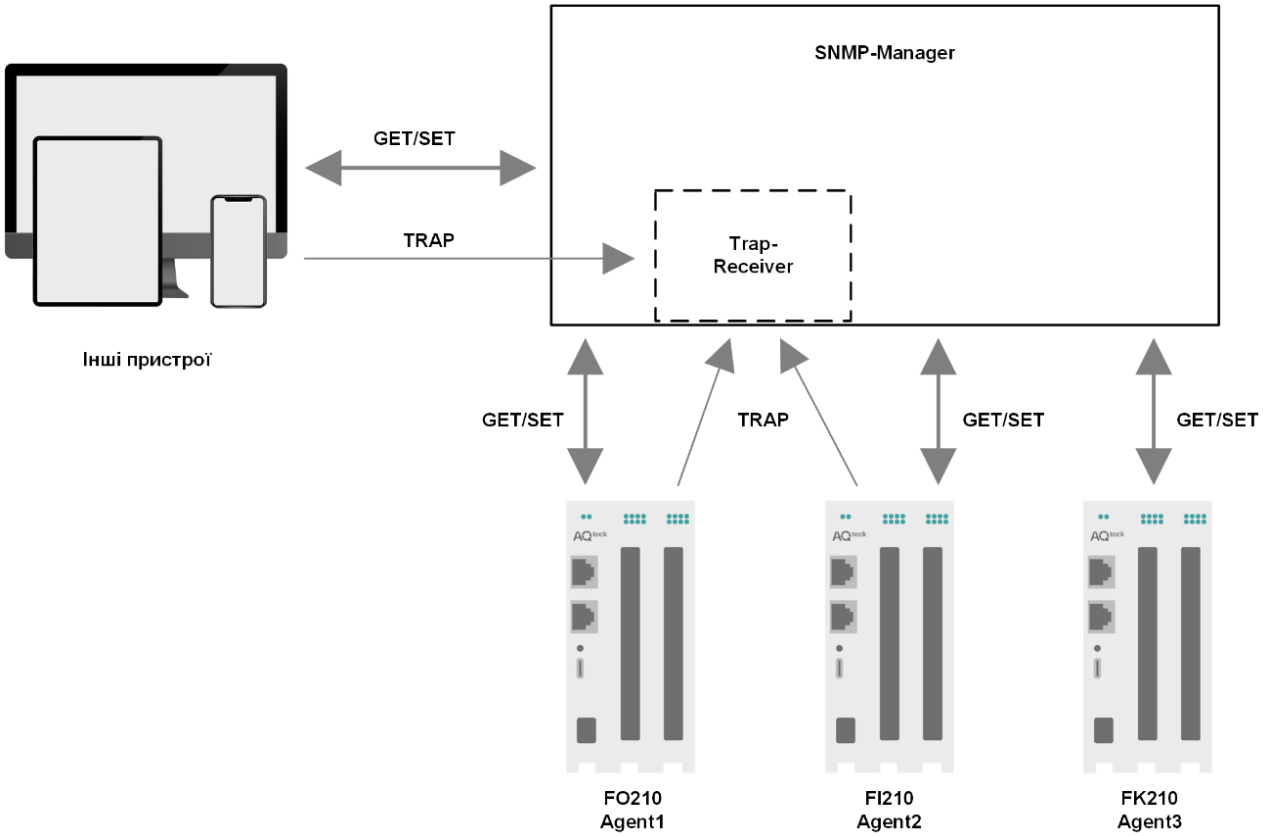


Рисунок 6.3 – Структурна схема обміну за протоколом SNMP

6.6 Режими роботи аналогових виходів

У пристрої реалізовано 4 або 8 аналогових виходів (залежить від модифікації), кожен з яких можна налаштувати для наступного типу сигналу:

- 0…20 мА;
- 4…20 мА;
- 0…1 В;
- 0…10 В.

Кожен вихід можна налаштувати на будь-який з перерахованих вище типів сигналів незалежно від інших виходів.

Значення аналогового виходу може бути задано шляхом запису значень у відповідні регістри за протоколом Modbus. Значення задається у частках відсотка від 0 до 1000 (що відповідає значенню від 0 до 100% з точністю 0,1%) або у фізичних величинах – мікроамперах (для сигналів 0…20 мА і 4...20 мА) або в мілівольтах (для сигналів 0...1 В і 0...10 В). При заданні значення в одному регістрі значення в іншому автоматично перераховується.

Для кожного виходу можна налаштувати обмеження швидкості зміни вихідного сигналу. Швидкість зміни вибирається з повного списку можливих обмежень швидкостей зміни сигналу, наведеного в таблиці 6.16.

Змінити тип сигналу виходу можливо такими способами:

- за допомогою застосунку **AQteck tool MAX**;
- записом значень у відповідні Modbus-регістри (див. таблицю 6.5).

Таблиця 6.16 – Допустимі обмеження швидкості зміни вихідного сигналу

Значення в регістрі	Швидкість зміни, В/с або мА/с	Тип сигналу		
		0…20 мА, 4…20 мА	0…1 В	0…10 В
0	Немає обмеження	+	+	+
1	0,25	–	+	–
2	0,5	–	+	+
3	1	+	+	+
4	2	+	+	+
5	4	+	+	+
6	8	+	+	+
7	16	+	+	+
8	32	+	+	+
9	64	+	+	+
10	128	+	+	+
11	256	+	+	+
12	512	+	+	+
13	1024	+	+	+

ПОПЕРЕДЖЕННЯ
Значення швидкості зміни розраховано для роботи на активне навантаження. Під час підключення ємнісного або індуктивного навантаження швидкість зміни залежатиме від характеристики навантаження.

Після запуску або перезапуску пристрою попереднє значення вихідного сигналу **не відновлюється автоматично**. Пристрій відновлює збережені налаштування виходу, зокрема тип сигналу та швидкість його наростання, але фактичне значення вихідного сигналу встановлюється в **0**. Це правило застосовується незалежно від налаштованого типу сигналу, зокрема і для виходу з діапазоном 4…20 мА.

Вихід залишається у цьому стані до отримання явної команди на встановлення нового значення або іншого налаштування виходу через відповідний регістр Modbus.

Після успішного запису першої команди вихід застосовує отримане налаштування. Подальше формування вихідного сигналу здійснюється в межах встановленого діапазону сигналу.

Приклад 1

Вихід налаштовано на тип сигналу **0…1 В**. Поточне значення вихідного сигналу становить **0,2 В**.

Після перезапуску пристрій автоматично відновлює збережені налаштування параметрів **Тип сигналу** та **Швидкість наростання на виході**. При цьому значення вихідного сигналу встановлюється в **0,0 В**.

У разі успішного запису нового значення вихідного сигналу у відповідний регістр Modbus, наприклад запису значення **400** до регістра **Значення виходу у мВ/мкА**, вихід застосовує записане значення. Фактичне значення вихідного сигналу становитиме **0,4 В**.

Приклад 2

Вихід налаштовано на тип сигналу **4…20 мА**. Поточне значення вихідного сигналу становить **10 мА**.

Після перезапуску пристрій автоматично відновлює збережені налаштування параметрів **Тип сигналу** та **Швидкість наростання на виході**. При цьому значення вихідного сигналу встановлюється в **0 мА**.

У разі успішного запису нового значення вихідного сигналу у відповідний регістр Modbus, наприклад запису значення **8000** до регістра **Значення виходу у мВ/мкА**, вихід застосовує записане значення. Фактичне значення вихідного сигналу становитиме **8 мА**.

Приклад 3

Вихід налаштовано на тип сигналу **4…20 мА**. Поточне значення вихідного сигналу становить **10 мА**.

Після перезапуску пристрій автоматично відновлює збережені налаштування параметрів **Тип сигналу** та **Швидкість наростання на виході**. При цьому значення вихідного сигналу встановлюється в **0 мА**.

У разі успішного запису нового значення параметра **Швидкість наростання на виході** у відповідний регістр Modbus, наприклад запису значення **0**, що відповідає налаштуванню «без обмежень», вихід застосовує нове налаштування. Фактичне значення вихідного сигналу становитиме **4 мА**, оскільки для типу сигналу **4…20 мА** значення **4 мА** є нижньою межею діапазону вихідного сигналу.

До отримання першої явної команди на зміну налаштувань або значення вихідного сигналу всі виходи в регістрі Modbus **Стан виходу** мають значення **7**, що відповідає стану «Сигнал відсутній». Це значення дає змогу ідентифікувати відсутність сигналу та стан очікування каналом явної команди.

Після отримання каналом нового налаштування або значення вихід, якому було явно задано відповідну команду, у регістрі Modbus **Стан виходу** відображає поточний стан згідно з таблицею 6.5

6.7 Безпечний стан вихідних елементів

Для кожного виходу можна встановити безпечний стан у відповідному параметрі **Безпечний стан** (від 0 до 100 %).

Вихід переходить у безпечний стан, якщо при включенні або протягом тайм-ауту відсутні команди від Майстра мережі. Якщо значення тайм-ауту дорівнює 0, то вихід не переходить у безпечний стан.

У разі зникнення основного живлення модуля, якщо живлення вихідних елементів залишається наявним, виходи переходять у такі стани:

- для сигналів 0…1 В та 0…10 В – **0 В**;
- для сигналу 0…20 мА – **0 мА**;
- для сигналу 4…20 мА – **4 мА**.

Максимальний час переходу виходів у ці стани після зникнення основного живлення становить 9 секунд.

Зазначені стани визначаються роботою модуля при зникненні основного живлення та **не залежать від програмно заданого безпечного стану виходів**.

Тайм-аут переходу в безпечний стан задається користувачем.

ПРИМІТКА
Таймер переходу у безпечний стан оновлюється при кожному вдалому отриманні пакета по протоколу Modbus. Якщо в ролі Майстра мережі використовується хмарний сервіс, MQTT брокер або SNMP-менеджер, параметр **Тайм-аут переходу в безпечний стан** слід встановити рівним 0 (перехід у безпечний стан вимкнено).

Для вимкнення функції переходу в безпечний стан слід установити параметр **Тайм-аут переходу в безпечний стан** рівним **0**.

ПРИМІТКА
Заводське налаштування параметра **Тайм-аут переходу в безпечний стан** дорівнює **30 секунд**.

6.8 Діагностика стану вихідних елементів

Для кожного виходу передбачено діагностику наступних несправностей:

- немає відповіді ЦАП (відсутність живлення вихідного елемента);
- відсутність навантаження на виході (тільки для сигналів 0...20 мА та 4...20 мА);
- перегрів вихідного каскаду;
- помилка CRC (помилка зв'язку з ЦАП виходу);
- коротке замикання кола навантаження (лише для сигналів 0...1 В і 0...10 В).

У разі виявлення несправності записується «1» у відповідний біт бітової маски регістру стану аналогових виходів, у регістрі «стан виходу» записується тип помилки. Індикатор несправного виходу світиться червоним.

У разі виявлення несправності «перегрів вихідного каскаду» та «коротке замикання в колі навантаження» несправний вихід періодично вимикається для збереження працездатності.

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 пристрої**.
4. У випадному меню **Протокол** вибрати **AqAutoDetectionProtocol**.

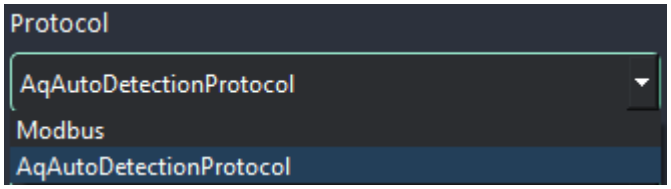


Рисунок 7.1 – Меню вибору протоколу

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.

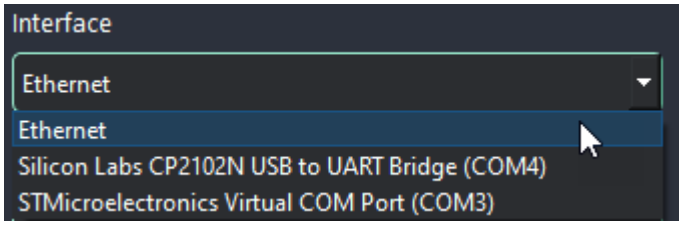


Рисунок 7.2 – Меню вибору інтерфейсу

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 проєкту.

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.

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 MQTT

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**.

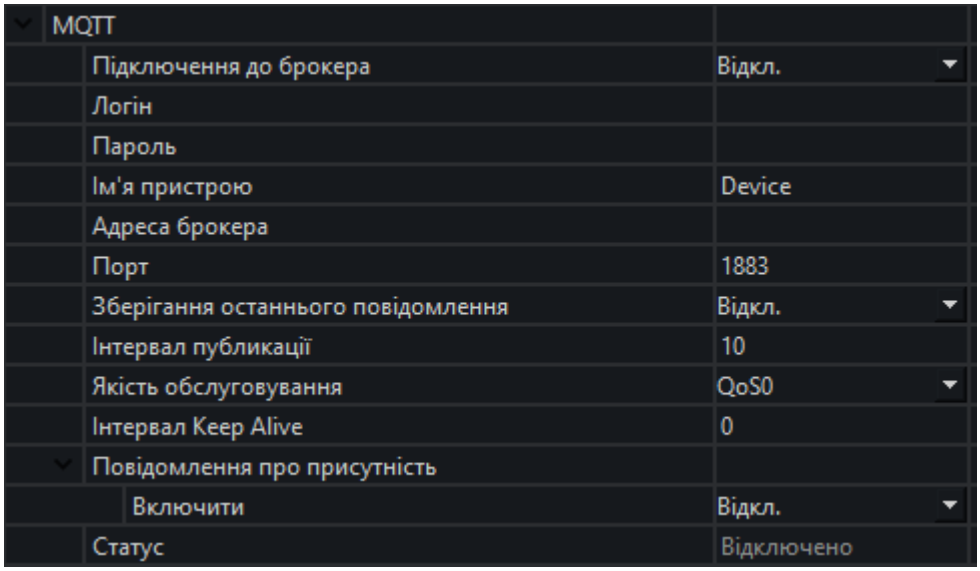


Рисунок 7.3 – Параметри обміну за протоколом MQTT

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 топік **F*X210/Ім'я_пристрою/MQTTstatus*** Якщо від модуля не надходить повідомлень, брокер публікує в цей топік 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 топіка
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 пастки 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.

Параметри обміну по SNMP налаштовуються в ПЗ **AQteck tool MAX**.

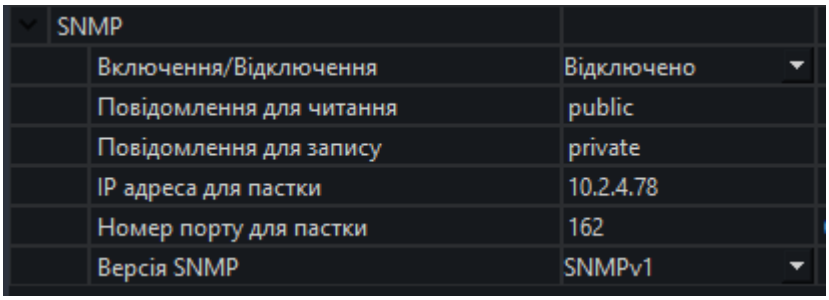


Рисунок 7.4 – Параметри обміну за SNMP

Таблиця 7.3 – Параметри обміну по 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 надіслана пастка у разі зміни маски дискретних входів модуля (тільки для модулів із дискретними входами)
Номер порту для пастки	Номер порту, на який буде відправлена пастка
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 ПЗ 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:

1. У програмі **AQteck tool MAX** вибрати меню Оновлення ПЗ.
2. Виконувати вказівки програми (файл вбудованого ПЗ розміщено на сайті aqteck.ua на сторінці модуля в розділі документації та ПЗ).
3. 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 регістри Modbus, а також за допомогою ПЗ **AQteck tool MAX** (див. довідку до **AQteck tool MAX**, розділ **Налаштування годинника**).

Для встановлення нового часу через регістри Modbus слід:

1. Записати значення часу у відповідні регістри.
2. Встановити на час не менше 1 секунди значення **1** у регістрі оновлення поточного часу.
3. Записати в регістр 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.

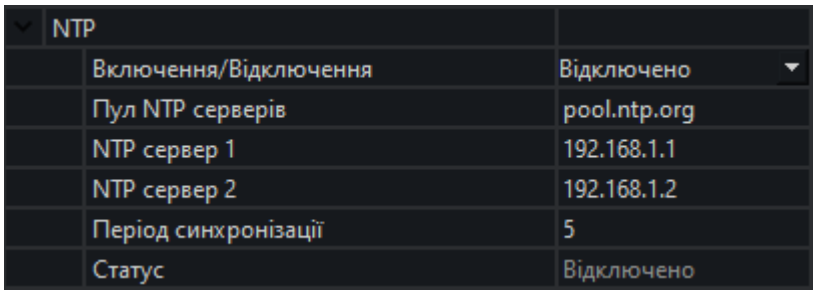


Рисунок 7.8 – Параметри NTP

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
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 проводиться 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-5.08-02P	1 шт.
Клема живлення 15EDGKN-3.81-06P	2 шт. (для FO210-4A) 4 шт. (для FO210-8A)
Заглушка рознімача Ethernet	1 шт.
Заглушка рознімача USB	1 шт.

ПРИМІТКА
Виробник залишає за собою право внесення доповнень до комплектності модуля.

ПРИМІТКА
За необхідності можливе постачання модуля з гвинтовими відповідними частинами. За детальною інформацію звертатися до відділу продажу компанії.

10 Маркування

На корпус пристрою нанесені:

- товарний знак підприємства-виробника;
- умовне позначення пристрою;
- знак відповідності технічним регламентам;
- клас захисту від ураження електричним струмом за ДСТУ EN 61140;
- ступінь захисту корпусу за ДСТУ EN 60529;
- рід струму живлення, діапазон напруг живлення;
- номінальна споживана потужність;
- заводський номер пристрою і рік випуску;
- 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 С:

```
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-1293-1.3