



ТОВ "АКОН-ГРУП"  
Україна, м. Київ, вул. Полярна 5-А  
тел: +38 (067) 442-33-89, +38 (096) 181-88-33  
e-mail: [sales@akon.com.ua](mailto:sales@akon.com.ua)  
<http://www.akon.com.ua>

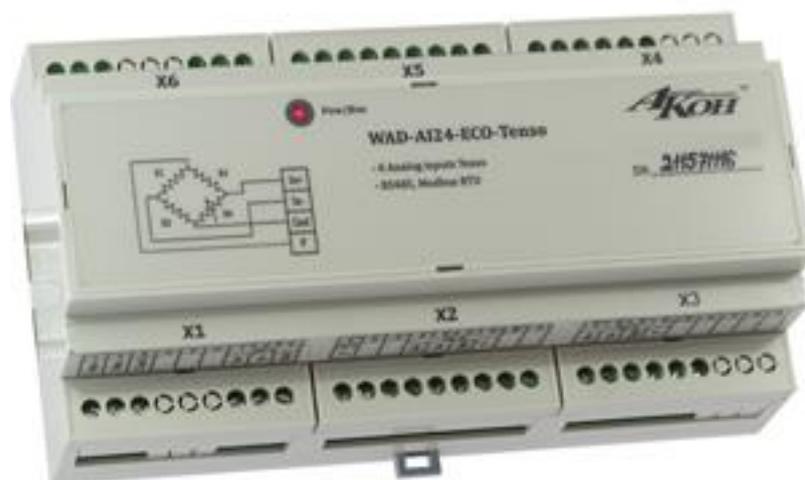
Модулі вводу-виводу серії ECO

## WAD-AI24-ECO

ТУ У 33.2-33056998-001:2009  
АКОН.426437.004

### Технічний опис

24-канальний модуль аналогового вводу з груповою гальванічною розв'язкою входних каналів та інтерфейсом RS485, призначений для побудови розподілених систем збирання даних



## Зміст

СУМІСНІСТЬ МОДУЛІВ АКОН ЗІ СВІТОВИМИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИМИ БРЕНДАМИ.....	- 3 -
<b>АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>- 5 -</b>
ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИСТРІЙ МОДУЛЯ.....	- 5 -
ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	- 6 -
ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ ЗАМОВЛЕННЯ .....	- 7 -
СТРУКТУРНА СХЕМА І ПРИНЦИП РОБОТИ.....	- 9 -
ПРИЗНАЧЕННЯ КОНТАКТІВ РОЗ'ЄМІВ.....	- 10 -
СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ .....	- 11 -
СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ .....	- 12 -
СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ.....	- 13 -
ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖІ RS485.....	- 14 -
<b>ПРОГРАМНЕ НАЛАШТУВАННЯ... ..</b>	<b>- 15 -</b>
КОНФІГУРУВАННЯ МОДУЛЯ ТА ПРОГРАМА «АДМІНІСТРАТОР».....	- 15 -
ПРОГРАМНА СТРУКТУРА І АЛГОРИТМ РОБОТИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ .....	- 16 -
ВИБІР ВИМІРЮВАНОВОГО ПАРАМЕТРУ І ДІАПАЗОНУ .....	- 17 -
ВСТАНОВЛЕННЯ ЧАСТОТИ ЗРІЗУ ФІЛЬТРУ.....	- 17 -
ВСТАНОВЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОЛІНОМА КОРИСТУВАЧА.....	- 17 -
ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІНОМА КОРИСТУВАЧА.....	- 18 -
ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ СВІТЛОДІЮДНОЇ ІНДИКАЦІЇ.....	- 18 -
<b>ПРОГРАМУВАННЯ.....</b>	<b>- 19 -</b>
ПРОТОКОЛ ОБМІНУ MODBUS RTU .....	- 19 -
Функція 0x03 – читання реєстрів .....	- 19 -
Функція 0x10 – запис реєстрів.....	- 21 -
Функція 0x06 – запис реєстра.....	- 22 -
КАРТИ РЕГІСТРІВ МОДУЛЯ .....	- 23 -
КАРТА РЕГІСТРІВ СИСТЕМНОГО ОБ'ЄКТА.....	- 24 -
КАРТА РЕГІСТРІВ КАНАЛІВ АНАЛОГОВОГО ВВОДУ.....	- 25 -
КАРТА РЕГІСТРІВ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	- 27 -

# Сумісність модулів АКОН зі світовими апаратно-програмними брендами.

Протестовано з наступними продуктами:

## Інтерфейси



RS232, RS485, USB, Ethernet, Current LOOP, 1-Wire

## Протоколи обміну



**MODBUS RTU** – відкритий комунікаційний протокол, заснований на архітектурі «клієнт-сервер». Основні переваги стандарту — відкритість, простота програмної реалізації та елегантність принципів функціонування. Практично всі промислові системи контролю та управління мають програмні драйвери для роботи з MODBUS-мережами.

## SCADA



**TRACE MODE.** Інструментальний програмний комплекс класу SCADA НМІ. Призначений для розробки програмного забезпечення АСУТП, систем телемеханіки, автоматизації будівель, систем обліку електроенергії (АСКОЕ, АІВС КОЕ), води, газу, тепла, а також забезпечення їх функціонування в реальному часі. Має функції програмування промислових контролерів.



SCADA-система **InTouch** є найбільш популярним у світі програмним пакетом візуалізації для промислових застосувань, встановленим на понад 600.000 об'єктах у всьому світі. InTouch забезпечує інтеграцію з усіма основними постачальниками систем автоматизації, включаючи Siemens, Rockwell, Omron, Metso, ABB та ін. InTouch забезпечує безпрецедентні потужність, гнучкість, простоту у використанні та масштабування при побудові систем – від малих НМІ додатків до найбільших систем автоматизації підприємств.



**PROMOTIC** це комплекс інструментів для розробки додатків для моніторингу, управління та візуалізації технологічних процесів у найрізноманітніших галузях промисловості. PROMOTIC призначена для ОС Windows 8/7/Vista/XP/XPe/2003-8Server та вище. У систему PROMOTIC вбудовані всі необхідні компоненти для створення простих та складних систем візуалізації та управління.



**MasterSCADA™** — це не просто один із сучасних SCADA- та SoftLogic-пакетів, це принципово новий інструмент розробки систем автоматизації та диспетчеризації. У ньому реалізовані засоби та методи розробки проектів, що забезпечують різке скорочення трудовитрат та підвищення надійності створюваної системи.

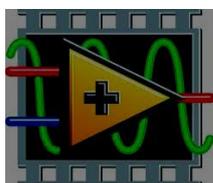
## OPC Server



Основний продукт Kerware — **KEPServerEX**: модульний OPC-сервер, який забезпечує зв'язок з більш ніж 100 різними контролерами, приводами та програмними модулями, підвантажуючи конкретний драйвер. KEPServerEX підтримує послідовні та Ethernet-з'єднання з найширшим діапазоном промислових пристроїв. Зараз KEPServerEX застосовується у тисячах SCADA-систем по всьому світу.

**Modbus Universal MasterOPCServer** це: розширена функціональність у рамках технології OPC, гнучкі можливості користувальницького інтерфейсу, підвищена надійність та розвинена діагностика, засоби роботи через Інтернет, відкритість та дотримання стандартів, робочі демоверсії для завантаження.

## Інструментальні засоби



Основний продукт Kerware - **KEPServerEX**: модульний OPC-сервер, який забезпечує зв'язок з більш ніж 100 різними контролерами, приводами та програмними модулями, підвантажуючи конкретний драйвер. KEPServerEX підтримує послідовні та Ethernet-з'єднання з найширшим діапазоном промислових пристроїв. Зараз KePServerEX застосовується в тисячах SCADA-систем по всьому світу.

## Програмовані логічні контролери



Однією з важливих особливостей продукції **VIPA** є підтримка відкритих інтерфейсів, які широко застосовуються в промисловості. Це створює можливість для підключення додаткових апаратних засобів та полегшує інтеграцію окремих виробничих ділянок у інформаційну мережу підприємства.



Система **DeltaV** це повністю цифрова архітектура, що забезпечує цифрову точність та цифрову швидкодію. Вбудоване ведення архіву полегшує введення в експлуатацію та обслуговування. Сам контролер займає мало місця, забезпечує резервування та відрізняється міцністю.

## Датчики



### Термопари

B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, BP5/20 Гр.38, BP5/20 Гр.68, A1, A2, A3

### Термоопори

TSM50, TСП50, TСП1006 TСП500, TСП1000, TСП1088, TSM53, TСП46, Pt100, Pt1000



### DS18B20

## **Апаратне забезпечення Призначення та устрій модуля**

Модуль WAD-AI24-ECO призначений для вимірювання електричних величин, обробки інформації та передачі її до головного обчислювача мережі (комп'ютера) по лініях послідовного двопровідного інтерфейсу RS485.

У своєму складі модуль має завантажувач прошивок, до 24-х вимірювальних каналів, джерело живлення, інтерфейсну частину, а також може оснащуватися різними типами плат індикації (LED, семисегментні індикатори, РКІ). Вхід кожного каналу виконаний за 2-, 3- чи 4-провідною схемою. Є можливість використовувати в ролі джерел сигналу як нормовані виходи пристроїв, так і безпосередньо сигнали від чутливих елементів датчиків.

Властивості використовуваних датчиків (нелінійність та ін.) коригуються модулем, на виході якого, завдяки можливості застосування поліномів користувача, формуються достовірні значення вимірюваних параметрів (напруга, струм, опір), або безпосередньо фізичних величин (значення тиску, температури, вологості тощо).

**Високі метрологічні властивості, стабільність та роздільна здатність** WAD-AI24-ECO забезпечені застосуванням **у кожному каналі модуля 24-розрядного АЦП з програмованим фільтром та посиленням**. Надзвичайно **мала напруга зміщення вхідного підсилювача (порядку 5мкВ)** та диференціальний вхід дозволяє коректно проводити вимірювання сигналів у т.ч. мікрвольтового діапазону. У модулі **вбудована автокорекція "нуля" та підсилення**, що виконується автоматично при кожному включенні, забезпечуючи високу стабільність властивостей вимірювального каналу незалежно від строку експлуатації. Завдяки наявності програмованого підсилювача на вході кожного каналу, **модуль апаратно є багатомежевим пристроєм**.

Вид вимірюваної величини та межі вимірювання модуля вказуються при замовленні (на цих межах здійснюється заводське калібрування каналів). Діапазони модуля та види сигналів, прокалібровані виробником, доступні для використання, та "видимі" з програми "Адміністратор" (з комплекту постачання). "Адміністратор" призначений для встановлення користувальницьких налаштувань модуля: чутливості, частоти зрізу фільтра, виду вхідного сигналу, порогів індикації і т.д. Усі діапазони та види сигналів, що підтримуються **даним** екземпляром виробу, автоматично виявляються і відображаються даною програмою.

Пороги спрацьовування вбудованої світлодіодної індикації змінюються програмно. Це дозволяє миттєво оцінювати справність лінії зв'язку та вихід вимірюваних величин за допустимі межі.

Входів живлення два, основний та для резервного джерела. Вихід з ладу будь-якого з них ніяк не позначається на роботі системи.

Всі **зовнішні ланцюги модулів (входи, живлення, інтерфейс) надійно захищені** від перевантажень. **Захист - дворівневий**: при короткочасному перевантаженні спрацьовує перший рівень захисту, при тривалому підвищенні напруги вище за норму спрацьовує другий, що розмикає ланцюг. При зникненні перевантаження працездатність модуля відновлюється автоматично.

Корпус модуля виконаний з високоякісного ударостійкого пластику, відрізняється надійністю, високою точністю виготовлення, термостійкістю, відмінним дизайном. Встановлюється на DIN-рейку.

## Структурна схема та принцип роботи

Модуль складається з наступних вузлів: вимірювальних каналів, внутрішньої шини зв'язку, центрального мікроконтролера та підпорядкованих, а також ланцюгів формування сигналів інтерфейсу RS485.

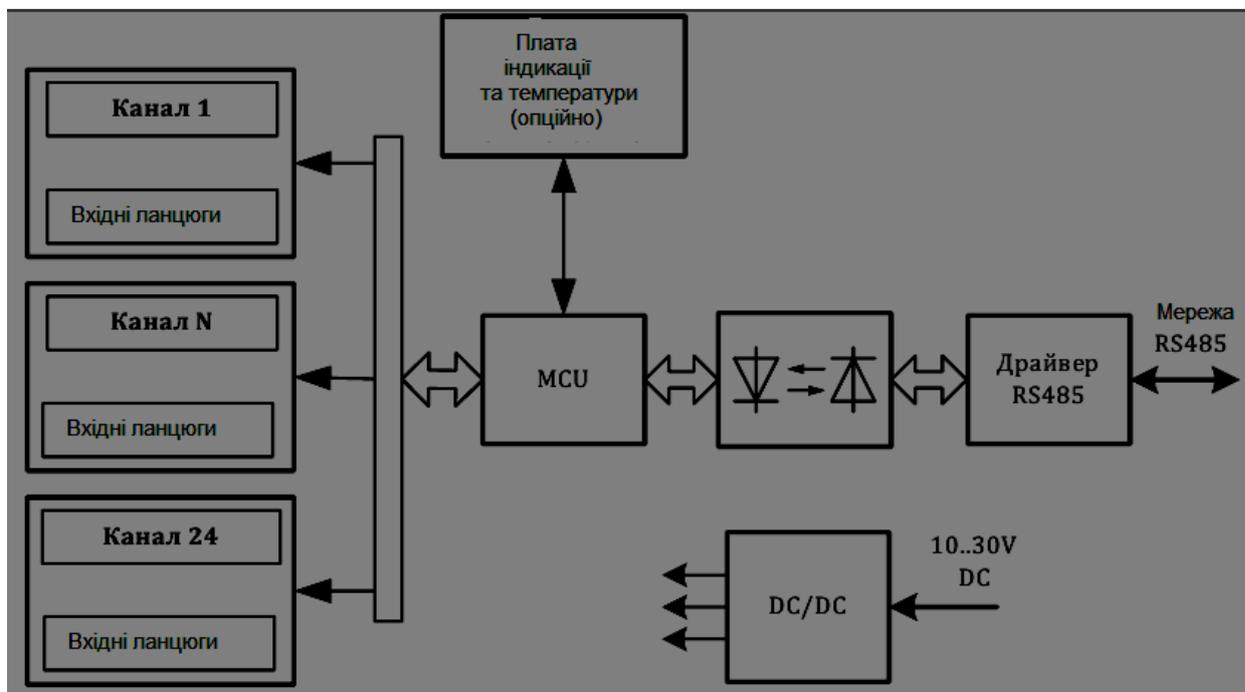


Рис 1. Структурна схема модуля WAD-AI24-ECO.

Сигнал від джерела інформації надходить на вимірювальний вхід модуля. Після вхідного ланцюга сигнал надходить на каналний контролер з вбудованим АЦП, в якому відбувається корекція похибок, нормування та обчислення значення вимірюваного параметра. Вибір вимірюваного параметра здійснюється програмно.

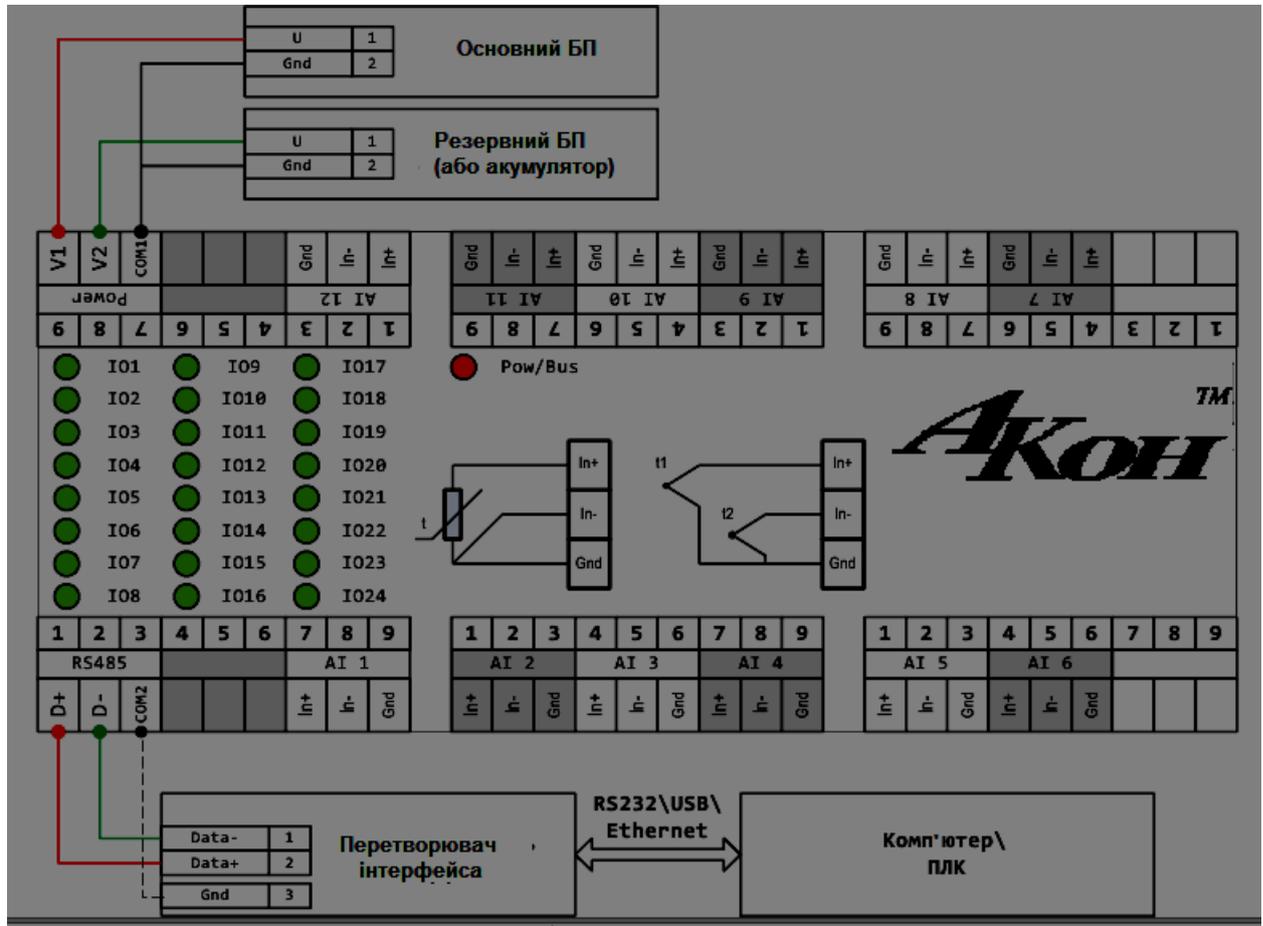
Схема світлодіодної індикації призначена для контролю рівня сигналу. Якщо значення вимірюваного параметра знаходиться в межах світлодіодної індикації (задаються програмно), то світлодіод відповідного каналу постійно підсвічується, якщо нижче – не підсвічується, і блимає, якщо значення вимірюваного параметра перевищує встановлену межу.

Лінії інтерфейсу з виходу шинного формувача служать для підтримки зв'язку із зовнішнім обчислювачем. Центральний процесор модуля обслуговує інтерфейс та забезпечує обмін даними з каналними контролерами.

За інтерфейсом здійснюється налаштування модуля, управління, а також отримання значень вимірюваних величин.

## Призначення контактів роз'ємів

Нижче наведено приклад подачі живлення та підключення модуля до хоста. Для входів відображено окремий випадок, коли вони виконані для підключення по трипровідній схемі. Реальне обладнання може мати безліч варіантів виконання, тому конкретне призначення контактів буде відображено у паспорті на виріб та на наклейці.

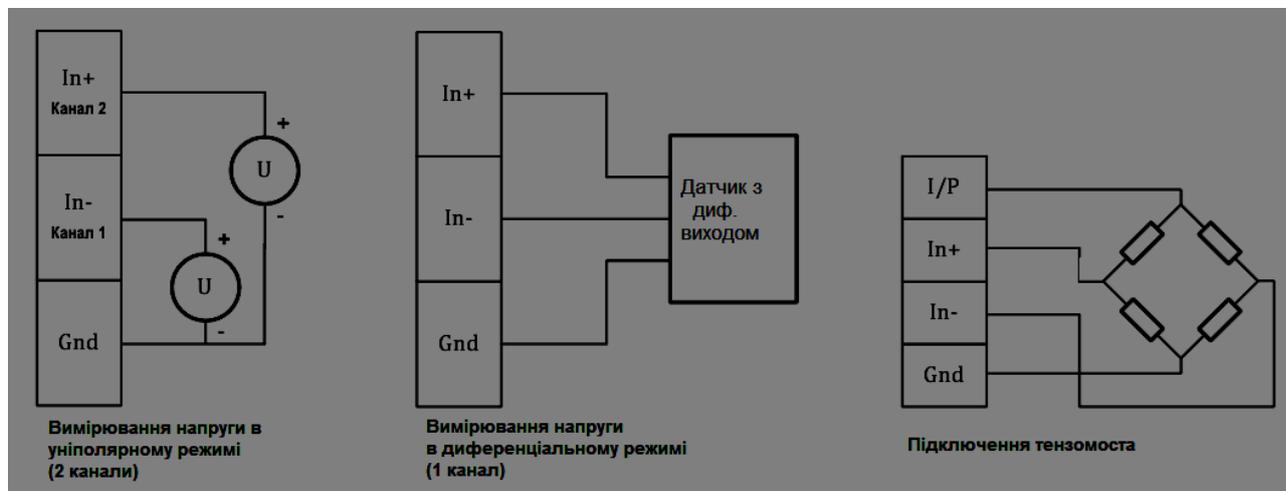


### Рекомендація:

при виборі основного та резервного джерел живлення потрібно враховувати, що потужність кожного з них має бути достатньою для живлення всіх блоків системи. Коли включено два джерела живлення, вони не навантажені порівну: все навантаження буде припадати на той, вихідна напруга якого більша. Розподіл навантаження між двома блоками можливий лише тоді, коли розбаланс вихідних напруг становить менше 50mV. Але не потрібно прагнути розподілити навантаження - скажімо, основне джерело може бути на 24В, а резервне - на 12В.

## Схеми підключення для вимірювання напруги

Вимірювання напруги можна здійснювати за 2- та 3-провідною схемою. Двопровідна схема використовується найчастіше, а також вона використовується при підключенні сигналів термопар.



### Рекомендація:

Сигнальні входи WAD-AI24-ECO є диференціальними. Диференціальний вхід сприймає абсолютну різницю напруг між входами In+ та In-. Виведення землі (GND) служить для "прив'язки" потенціалу на входах In+ та In- до потенціалу загального проводу вимірювального каналу, для того, щоб синфазна напруга на входах не вийшла за допустимі межі, а також для підключення екрана сигнального кабелю. Допустиме значення синфазної напруги дорівнює верхній апаратній межі вимірювання каналу (незалежно від включеної межі виміру). Тобто, щодо землі (GND), на жодному вході не повинно бути напруги більше максимальної вхідної межі виміру даного каналу. При цьому вимірювана **диференціальна** напруга може становити мілівольти. Така ситуація характерна, наприклад, при підключенні тензомостів: синфазний сигнал наприклад 2В, а вимірюваний диференціальний - 0 ... 100мВ. Межа вимірювання каналу у цьому випадку вибирається виходячи з величини диференціального сигналу, тобто 0-125мВ.

Як впливає з вищесказаного, вивід землі не повинен виявлятися незадіяним, щоб уникнути непередбачуваної величини синфазної напруги на входах каналу.

У більшості випадків обмежуються двопровідною схемою підключення, коли інвертуючий вхід підключається до загального (Gnd).

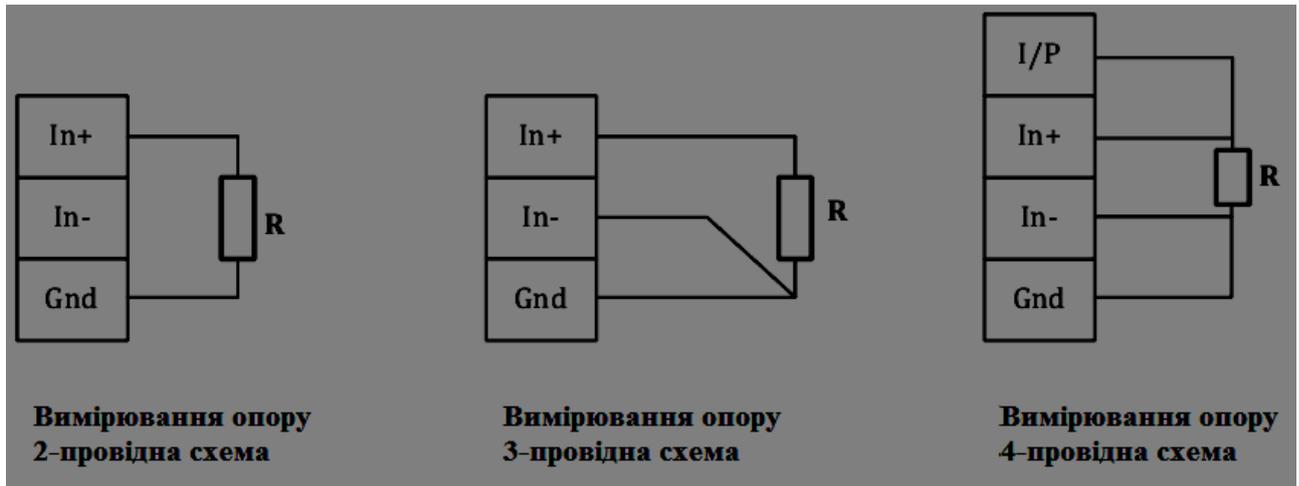
Підвищенню точності вимірів сприяє 3-провідна схема вимірювання, оскільки в даному випадку сигнал знімається диференціально, "прямо з джерела сигналу". Третій провід – служить екраном.

Властивістю модуля є наявність вхідного струму, що зростає з підвищенням чутливості. На межі 0-15мВ він досягає десятих часток мікроампера, що може викликати зміщення за входом при ненульовому вихідному опорі джерела сигналу. Однак, цей струм абсолютно **ОДНАКОВИЙ** для обох диференціальних входів, тому, при рівності еквівалентного вихідного опору, джерела сигналу по виходах "-" і виході "+" (як наприклад вихід тензомоста) зміщення проявлятися не буде. Для усунення прояву вхідного струму під час використання двопровідної

схеми, рекомендується "In-" підключити до "Gnd" не безпосередньо, а через резистор, опір якого дорівнює вихідному опору джерела сигналу.

При вимірі малих сигналів, при великій відстані між джерелом та вимірювачем, а також при роботі в умовах підвищених перешкод ідеальним способом підключення є застосування витвої пари в екрані. In+ та In- підключаються до внутрішнім жилам, а екран - до GND.

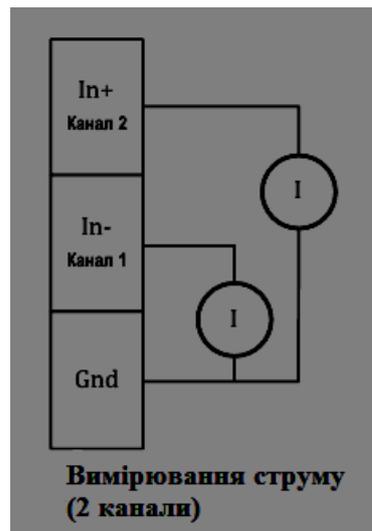
### Схеми підключення для вимірювання опору.



#### Рекомендація:

При суттєвому віддаленні вимірюваного опору від вимірювального блоку, основним джерелом похибки стає опір сполучних провідників. Завдяки схемотехніці вхідного каскаду WAD-AI24-ECO, застосування трипровідної схеми, що зображена на рисунку Б, дозволяє звести вплив сполучних провідників до мінімуму. Це застосовується, зокрема, при підключенні термометрів опорів: Ptx, TCMx, TСПx. Для ефективного придушення опору провідників важливо дотримуватися рівності опору двох жил, що йдуть до In+ та In- (однаковий переріз і тип проводу), у цьому випадку ефективність придушення опору сполучної лінії становить 100 і більше разів.

## Схема підключення для вимірювання струму



### Рекомендація:

При вимірюванні струму зовнішні перешкоди та опір провідників проявляються вкрай слабко, що дозволяє рекомендувати цей спосіб при передачі сигналу на великі відстані.

## **Підключення до мережі RS485**

Підключення до мережі полягає в однойменному з'єднанні двох ліній DATA+ та DATA- головного обчислювача (комп'ютера, або виходу перетворювача RS232/RS485) та модуля WAD-...-ECO (або групи модулів, з'єднаних по системній шині).

Модуль WAD-AI24-ECO призначений для роботи в мережах типу Master-Slave, при цьому завжди виступаючи в ролі Slave. При підключенні кількох пристроїв до мережі потрібно подбати про те, щоб адреса кожного модуля в межах мережі була унікальною і у всіх модулів було встановлено однакову швидкість обміну. Тому, якщо адреси та швидкості обміну невідомі, рекомендується проводити налаштування кожного модуля окремо, використовуючи програму «АКОН Адміністратор», і лише потім підключити їх у одну мережу.

## **Програмне налаштування**

### **Конфігурування модуля та програма «Адміністратор»**

Налаштування модуля здійснюється через інтерфейс RS485. Для налаштування рекомендується використовувати стандартний інструментарій, яким є програма "Адміністратор". Або можна використовувати, спираючись на опис протоколу обміну, власні засоби. Програма «Адміністратор» призначена для налаштування та перевірки працездатності модулів, розроблених компанією. В «Адміністраторі» налаштування модуля здійснюється за допомогою наочних графічних структур, що відносяться до об'єкта, який налаштовується. За замовчуванням "Адміністратор" відображає всі прочитані з модуля властивості: заводські установки та відкалібровані апаратні межі. "Адміністратор" відображає ВСІ доступні в ДАНОМУ примірнику пристрою межі вимірювання, дозволяє вибрати для подальшої роботи будь-яку з них, встановити частоту зрізу фільтра, межі індикації, адресу в мережі, швидкість обміну та т.д., тобто - налаштувати модуль для подальшої самостійної роботи. При виявленні відсутності необхідної Вам межі вимірювання - звертайтеся до виробника для проведення додаткового калібрування.

За відсутності модуля, у разі необхідності перевірити, як повинно проходити справне налаштування виробу в "Адміністраторі", у програмі вбудовано емулятор блоків виробництва АКОН.

Для налаштування модуля за допомогою "Адміністратора" необхідно виконати наступні кроки:

1. Підключіть пристрій до комп'ютера. (Див. розділ «**Підключення до мережі RS485**»).

2. Запустити програму "Адміністратор" з комплекту постачання.

3. Вибрати "Шина", "Налаштування", встановити СОМ-порт та швидкість обміну.

4. Вибрати "Шина", "Підключити".

5. Вибрати "Пристрої", "Виявлення пристроїв". Подвійним кліком вибрати потрібний пристрій із знайдених на шині.

6. У вікні, що відкрилося, подвійним кліком виберіть потрібний об'єкт модуля.

7. Використовуючи функції адміністратора, налаштувати пристрій.

8. Виходячи з програми, записати налаштування у Флеш-пам'ять модуля.

Програма "Адміністратор" підтримує весь спектр пристроїв серії BUS, MAXPro та ECO. Функції Адміністратора з налаштування конкретної моделі пристрою наводяться в технічному описі даного пристрою.

Загальні функції «Адміністратора» наведено у розділі "Допомога" програми "Адміністратор".

## Програмна структура та алгоритм роботи вимірювального каналу.

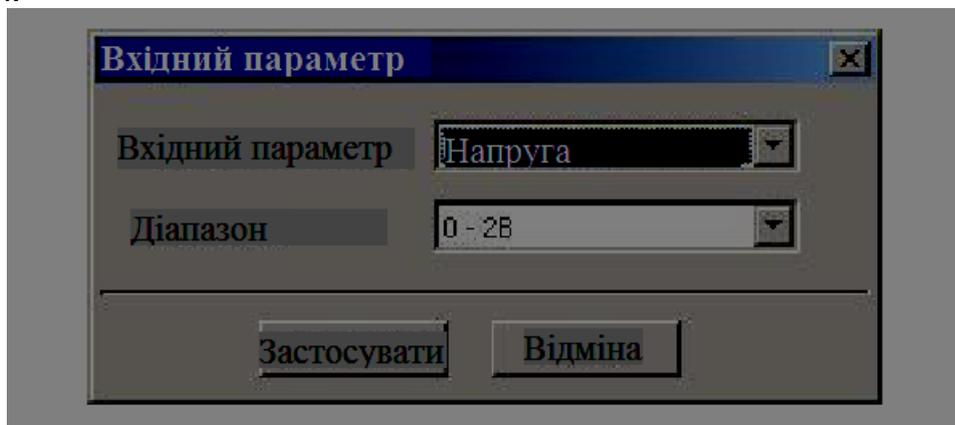
Структурна схема каналу представлена на рисунку:

Сигнал від джерела через вхідні ланцюги і підсилювальний каскад надходить на АЦП. Після аналого-цифрового перетворення та нормалізації отримуємо значення вимірюваної величини. Далі обчислення залежить від обраного алгоритму перерахунку каналу. Якщо поточний діапазон - це термопара, то аналізується прапор, який дозволяє/забороняє компенсацію холодного спаю. Після термокомпенсатора значення надходить на поліном користувача. Якщо поліном користувача вимкнено, то значення каналу буде результуючим значенням. Якщо поліном користувача увімкнено, то нормалізоване значення буде додатково оброблено поліномом користувача. Після того, як отримано результуюче значення, воно подається на блок індикації, де порівнюється із встановленими порогоми.

Блок термокомпенсації вказує на поточну температуру каналу. Для отримання поточного значення каналу потрібно читати властивість "**Значення каналу**" із об'єкта "**Канал аналогового вводу**".

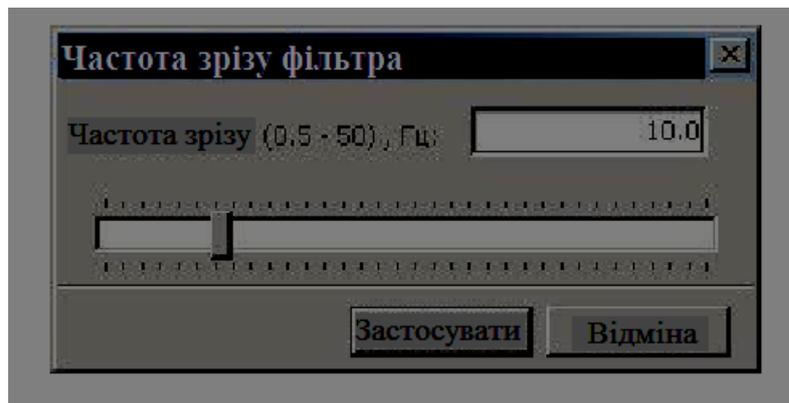
### Вибір вимірюваного параметра та діапазону

Клік на блоці «Вхідний параметр та діапазон» відкриває вікно вибору можливих для даного екземпляра модуля вимірюваних параметрів та діапазонів. Якщо як вхідний параметр вказано будь-який з датчиків, то поле діапазону стає не активним та ігнорується.



### Встановлення частоти зрізу фільтра

Подвійним кліком на блоці "АЦП" вказується частота зрізу фільтра. Значення цього параметра лежить у межах від 0,5 Гц до 50 Гц.



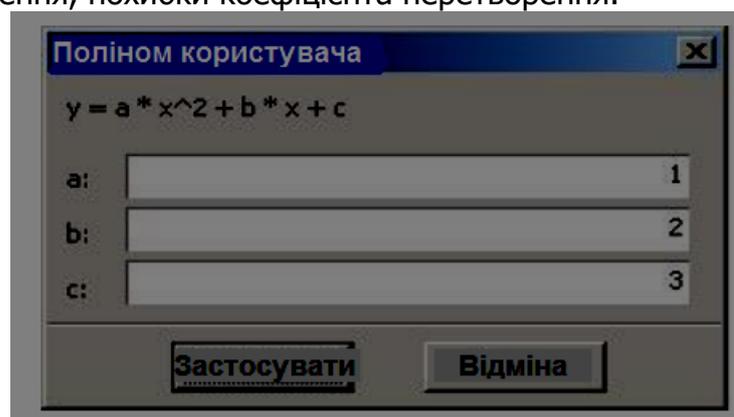
Підвищення частоти зрізу підвищує швидкість реакції системи на зміну значення сигналу, але збільшує чутливість до шумів та перешкод, що надходять від джерела сигналу або наведених в лініях зв'язку. У більшості випадків значення частоти зрізу в діапазоні 1-10 Гц для задач автоматизації є оптимальним. Як правило, чим нижчий рівень сигналу, тим нижче необхідно встановлювати частоту зрізу, оскільки перешкоди впливають дедалі більше. Для термодатчиків та термоопорів, оскільки швидкість їх реакції не висока, значення частоти зрізу може наближатися до мінімальної величини (0,5-1Гц).

### Встановлення коефіцієнтів полінома користувача

Даний блок буде відпрацьовуватись у тому випадку, якщо він зазначений у алгоритмі перерахунку для відповідного каналу. Поліном має вигляд:

$$y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

За допомогою полінома користувача можна значення вхідного параметра перерахувати за поліномом із зазначеними користувачем коефіцієнтами. Наприклад, для перерахунку напруги з датчика тиску в тиск, або опору з термодатчика у температуру. Це робиться, у тому числі і для усунення похибок датчика: нелінійності, зміщення, похибки коефіцієнта перетворення.



### Використання полінома користувача

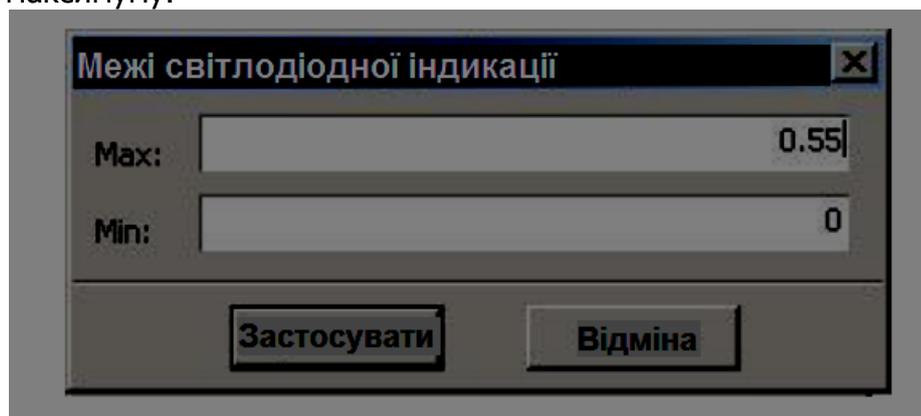
Якщо поліном користувача використовується, то у верхньому лівому куті блоку "Поліном користувача" (див. структурну схему каналу на стор. 12) підсвічується червоний індикатор та на кнопці комутатора з'являється напис «1». Якщо ні, то червоний індикатор не підсвічується і на кнопці комутатора висвічується напис

"0". Для зміни поточного статусу необхідно здійснити клік на кнопці комутатора.

У більшості випадків поліном користувача не використовується, але він буває необхідним, коли потрібно сигнал від датчика з незвичайними властивостями перетворити на необхідну істинну фізичну величину.

### **Встановлення меж світлодіодної індикації**

Для зазначення меж світлодіодної індикації потрібно клікнути мишкою на блоці «Індикатор». При цьому відкриється вікно, в якому потрібно вказати значення мінімуму та максимуму.



*При виході з "Адміністратора" необхідно встановлені Вами налаштування записати у Flash-пам'ять модуля (програма автоматично пропонує це зробити). Після запису налаштувань WAD-AI24-ECO готовий до застосування.*

# Програмування

## Протокол обміну Modbus RTU

У своїх пристроях Компанія АКОН використовує стандартний протокол Modbus RTU. Протокол застосовується у мережах, у яких контролери з'єднуються, використовуючи технологію master-slave, за якої тільки один пристрій (master) може ініціювати передачу (зробити запит). Інші пристрої (slave) передають запитані головним пристроєм дані, або вчиняти дії, що запитуються. Головний контролер може адресуватися до індивідуального підпорядкованого чи може ініціювати широкомовну передачу повідомлення на всі підпорядковані пристрої. Підпорядкований пристрій повертає повідомлення у відповідь на запит, адресований саме йому. Відповіді не повертаються при широкомовному запиті від головного контролера. При запиті від головного контролера код функції говорить підпорядкованому пристрою, яку дію необхідно провести. Байти даних містять інформацію, необхідну для виконання запитаної функції. Для читання використовується функція 0x03, а для запису 0x06 та 0x10.

### Функція 0x03 – читання регістрів

Формат запиту:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля у мережі
Function	Функція
Start register, H	Номер початкового регістру (старший байт)
Start register, L	Номер початкового регістру (молодший байт)
Register number, H	Кількість регістрів (старший байт)
Register number, L	Кількість регістрів (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума запиту (старший байт)
CRC, L	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Формат відповіді:

Назва поля	Призначення
Address	Адреса модуля у мережі
Function	Функція
Byte counter, H	Лічильник байт
Data 0, H	Вміст регістру X (старший байт)
Data 0, L	Вміст регістру X (молодший байт)
Data 1, H	Вміст регістру X + 1 (старший байт)
Data 1, L	Вміст регістру X + 1 (молодший байт)
Data N, H	Вміст регістру X + N (старший байт)
Data N, L	Вміст регістру X + N (молодший байт)
CRC, H	Контрольна сума відповіді (старший байт)

**CRC, L**

Контрольна сума відповіді (молодший байт)

Приклад. Потрібно прочитати результат вимірювання каналу аналогового вводу. Результат знаходиться в регістрі 0x0100 і займає два регістри.

Запит:

Address	Function	Start register	Number registers	CRC
0x01	0x03	0x0100	0x0002	0xC5F7

Відповідь:

Address	Function	Byte counter	Data	CRC
0x01	0x03	0x04	0x41483127	0x3B98

Data = 0x41483127 = 12.512

Нижче представлена функція для обчислення CRC мовою Cі

```
unsigned short mbCrc(unsigned char *buf, unsigned short size)
{
    unsigned short crc;
    unsigned char bit_counter;

    crc = 0xFFFF; // initialize crc

    while ( size > 0 )
    {
        crc ^= *buf++; // crc XOR with data
        bit_counter = 0; // reset counter

        while ( bit_counter < 8 )
        {
            if ( crc & 0x0001 )
            {
                crc >>= 1; // shift to the right 1 position
                crc ^= 0xA001; // crc XOR with 0xA001
            }
            else
            {
                crc >>= 1; // shift to the right 1 position
            }

            bit_counter++; // increase counter
        }

        size--; // adjust byte counter
    }

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

## Функція 0x10 – запис регістрів

Формат запиту:

Назва поля	Призначення
<b>Address</b>	Адреса модуля у мережі
<b>Function</b>	Функція
<b>Start register, H</b>	Номер початкового регістру (старший байт)
<b>Start register, L</b>	Номер початкового регістру (молодший байт)
<b>Register number, H</b>	Кількість регістрів (старший байт)
<b>Register number, L</b>	Кількість регістрів (молодший байт)
<b>Byte Counter</b>	Лічильник байт
<b>Data 0, H</b>	Вміст регістру X (старший байт)
<b>Data 0, L</b>	Вміст регістру X (молодший байт)
<b>Data 1, H</b>	Вміст регістру X + 1 (старший байт)
<b>Data 1, L</b>	Вміст регістру X + 1 (молодший байт)
<b>Data N, H</b>	Вміст регістру X + N (старший байт)
<b>Data N, L</b>	Вміст регістру X + N (молодший байт)
<b>CRC, H</b>	Контрольна сума запиту (старший байт)
<b>CRC, L</b>	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Формат відповіді:

Назва поля	Призначення
<b>Address</b>	Адреса модуля у мережі
<b>Function</b>	Функція
<b>Start register, H</b>	Номер початкового регістру (старший байт)
<b>Start register, L</b>	Номер початкового регістру (молодший байт)
<b>Register number, H</b>	Кількість регістрів (старший байт)
<b>Register number, L</b>	Кількість регістрів (молодший байт)
<b>CRC, H</b>	Контрольна сума відповіді (старший байт)
<b>CRC, L</b>	Контрольна сума відповіді (молодший байт)

Приклад. Потрібно встановити чотири канали дискретного виводу в одиницю. Канали розташовуються з адреси 0x4000 і на кожен канал відведено свій власний регістр.

Запит:

Address	Function	Start register	Number registers	Data	Data	Data	Data	CRC
0x01	0x10	0x4000	0x0004	0x0001	0x0001	0x0001	0x0001	0x1BAF

Відповідь:

Address	Function	Start register	Number registers	CRC
---------	----------	----------------	------------------	-----

0x01	0x03	0x4000	0x0004	0xD40A
------	------	--------	--------	--------

## Функція 0x06 – запис регістра

Формат запиту:

Назва поля	Призначення
<b>Address</b>	Адреса модуля у мережі
<b>Function</b>	Функція
<b>Start register, H</b>	Номер регістру (старший байт)
<b>Start register, L</b>	Номер регістру (молодший байт)
<b>Data, H</b>	Вміст регістру (старший байт)
<b>Data, L</b>	Вміст регістру (молодший байт)
<b>CRC, H</b>	Контрольна сума запиту (старший байт)
<b>CRC, L</b>	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Формат відповіді:

Назва поля	Призначення
<b>Address</b>	Адреса модуля у мережі
<b>Function</b>	Функція
<b>Start register, H</b>	Номер регістру (старший байт)
<b>Start register, L</b>	Номер регістру (молодший байт)
<b>Data, H</b>	Вміст регістру (старший байт)
<b>Data, L</b>	Вміст регістру (молодший байт)
<b>CRC, H</b>	Контрольна сума запиту (старший байт)
<b>CRC, L</b>	Контрольна сума запиту (молодший байт)

Приклад. Потрібно встановити канал дискретного виводу в одиницю. Адреса регістра 0x4000.

Запит:

Address	Function	Start register	Data	CRC
0x01	0x06	0x4000	0x0001	0x5DCA

Відповідь:

Address	Function	Start register	Data	CRC
0x01	0x06	0x4000	0x0001	0x5DCA

## Карти регістрів модуля

Пристрій містить карти регістрів для наступних об'єктів:

- Системний об'єкт
- Канал аналогового вводу 1..24
- Карта результатів.

Для всіх карт регістрів, крім карти результатів, доступ здійснюється лише до двох регістрів одночасно і при цьому номер першого регістру повинен бути обов'язково парним. Адресний простір карти регістрів результатів доступний для читання пакетами довільної довжини, при використанні функції 0x03.

Карта регістрів системного об'єкта

Регістр, hex	Назва	Тип даних	Доступ
0000	Код типу пристрою	until32	R
0002	Серійний номер пристрою	until32	R
0004	Маска каналів	until32	R
0006	Адреса пристрою, швидкість обміну	until32	R/W
0008	Збереження у Flash поточних налаштувань системи	until32	W
0010	Читання з Flash раніше збережених налаштувань у ОЗП	until32	W
0020	Версія ПЗ	until32	R
0022	Резерв	until32	R/W
0024	Машинний час	until32	R

Карта регістрів каналів аналогового вводу (**NN** це номер каналу; нумерація з одиниці)

Регістр, hex	Назва властивості	Тип даних	Доступ
0xNN00-0xNN01	Значення каналу	float	R
0xNN02-0xNN03	Тип вхідного параметра (Поточний діапазон)	uint32	R/W
0xNN0E-0xNN0F	Кількість діапазонів у каналі	uint32	R
0xNN1C-0xNN1D	Вибір індексів діапазону та параметра	uint32	W
0xNN1E-0xNN1F	Реєстр значення списку діапазонів	float/uint32	R
0xNN06-0xNN07	Частота зрізу фільтра	float	R/W
0xNN0A-0xNN0B	Час відгуку каналу	uint32	R/W
0xNN08-0xNN09	Прапори каналу	uint32	R/W
0xNN12-0xNN13	Коефіцієнт А полінома користувача	float	R/W
0xNN14-0xNN15	Коефіцієнт В полінома користувача	float	R/W
0xNN16-0xNN17	Коефіцієнт С полінома користувача	float	R/W
0xNN18-0xNN19	Мінімум світлодіодної індикації	float	R/W
0xNN1A-0xNN1B	Максимум світлодіодної індикації	float	R/W

## Карта реєстрів системного об'єкта

**Код типу пристрою** містить код пристрою. Для модуля WAD-AI24-ECO його значення дорівнює 0x0000.

**Серійний номер пристрою** містить серійний номер пристрою.

**Маска каналів** вказує, які канали є в модулі.

**Адреса пристрою, швидкість обміну.**

Діапазон адрес пристроїв лежить у межах від 0x01 до 0xFF. Адреса 0x00 є ширококомовною. Відповідь від пристрою при ширококомовному запиті не формується, за винятком читання коду типу пристрою.

Поля властивості:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
<i>Parity ID</i>	<i>Reserve</i>	<i>Baudrate ID</i>	<i>Address</i>

Коди швидкостей:

№	Швидкість обміну	Код швидкості обміну
1	BR_4800	0x05
2	BR_9600	0x06
3	BR_14400	0x07
4	BR_19200	0x08
5	BR_38400	0x09
6	BR_56000	0x0A
7	BR_57600	0x0B
8	BR_115200	0x0C

Коди парностей:

№	Парність	Код парності
1	<i>None</i>	0
2	<i>Odd</i>	1
3	<i>Even</i>	2
4	<i>Mark</i>	3
5	<i>Space</i>	4

**Версія ПЗ пристрою** вказує номер версії програмного забезпечення пристрою.

Поля властивості:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
0	<i>Version H</i>	<i>Version Middle</i>	<i>Version Lo</i>

**Машинний час** - це довге ціле беззнакове число, що вказує кількість секунд, які пройшли з моменту останнього перезапуску пристрою.

**Збереження у Flash поточних налаштувань системи. Читання з Flash раніше збережених налаштувань у ОЗП.** Ці властивості застосовуються для роботи з

флеш-пам'яттю та доступні лише для запису. При запису вище перерахованих властивостей буде виконана відповідна команда.

## Карта реєстрів каналів аналогового вводу

**Значення каналу.** Містить значення каналу, отримане в результаті послідовності перетворень та обчислень, що визначаються алгоритмом роботи каналу. Формат цієї комірки визначається бітами 3 і 4 реєстра прапорів (див. нижче "Прапори каналу"). Якщо біти формату скинуті, то результат комірки видається в форматі з плаваючою комою. Якщо встановлено 2- чи 3-байтове кодування, то значення комірки змінюється від нуля до **0xFFFF** чи **0xFFFFFFFF** відповідно. При цьому нижньому значенню (нулю) відповідає значення, яке вказане в комірці «**Мінімум світлодіодної індикації**», а верхньому значенню відповідає значення, яке вказано у комірці «**Максимум світлодіодної індикації**». Ці ж правила кодування застосовуються і до комірки «**Температура каналу**», тільки нижньому та верхньому значенню кодів відповідає діапазон температур від -40 до +120°C.

**Тип вхідного параметра (поточний діапазон).** Властивість призначена для вибору вхідного параметра. Коди відповідають замовленій конфігурації модуля (див. П.1.3. Інформація для замовлення, ст.5). Якщо канал працює в режимі «Тахометр», то запис в цю властивість скидає лічильник імпульсів.

### Кількість діапазонів, вибір індексів діапазону та параметра, реєстр значення списку діапазонів.

Властивості призначені для отримання списку діапазонів, що підтримуються каналом, і параметрів кожного діапазону. Таблиця діапазонів каналу аналогового вводу має наступну структуру:

Індекс діапазону	Індекс параметра діапазону					
	0 [UINT32]	1 [UINT32]	2 [FLOAT]	3 [FLOAT]	4 [FLOAT] (LowerLimit)	5 [FLOAT] (UpperLimit)
0	Код діапазону	Підсилення	Нахил характеристики	Зміщення характеристики	Нижня межа	Верхня межа
1	Код діапазону	Підсилення	Нахил характеристики	Зміщення характеристики	Нижня межа	Верхня межа
...	...	...	...	...	...	...
Count - 1	Код діапазону	Підсилення	Нахил характеристики	Зміщення характеристики	Нижня межа	Верхня межа

Читання таблиці діапазонів каналу відбувається у наступному порядку.

1. Прочитати кількість діапазонів із властивості «**Кількість діапазонів**».
2. Записати у властивість «**Вибір індексів діапазону та параметра**» індекс діапазону та індекс параметра. Ця властивість має таку структуру:

Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт	Біт
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Індекс діапазону								Індекс параметра діапазону								

3. Прочитати із властивості «**Реєстр значення списку діапазонів**» значення параметра.
4. Повторіть кроки 2-3 для потрібних параметрів діапазону.

**Частота зрізу фільтра.** Визначає швидкість реакції на зміни вхідної величини. При підвищенні частоти зрізу зростає швидкість, але збільшується рівень шумів і навпаки.

**Час відгуку.** Даний параметр застосовується для підвищення достовірності показів та/або придушення імпульсних перешкод (короткочасних), тобто таких, що не перевищують по тривалості встановлений у мілісекундах час відгуку.

**Прапори каналу.** Беззнакове ціле число, яке містить прапори, що визначають режим роботи каналу.

Номер біта	Опис прапора
0	Увімкнення полінома користувача
1	Увімкнення компенсації холодного спаю (Тільки для термопар. На інші типи датчиків не впливає)
2	<b>Формат видачі результату:</b> 0x00 - плаваюча кома 0x01 – двобайтне кодування 0x02 – трибайтне кодування 0x03 - резерв (заборонений стан)
3	
4	<b>Порядок слідування байт у відповіді:</b>  Для вибору порядку байтів потрібно у прапорах встановити код порядку слідування. Код - це ціле число від 0 до 3, що вказує на наступний порядок байтів (байт 0 – молодший байт мантиси, байт 3 – байт знака та порядку):  0x00 – 3-2-1-0 (за замовчуванням); 0x01 - 0-1-2-3; 0x02 - 1-0-3-2; 0x03 – 2-3-0-1
5	
4-31	Резерв

Для включення функції потрібно встановити в одиницю відповідний біт у регістрі прапорів.

**Коефіцієнти полінома користувача** - це коефіцієнти полінома другого степеня:

$$y = a * x + b * x^2 + c,$$

перерахованого для перерахунку електричного параметра (напруга, струм, опір) в фізичний параметр. Номера регістрів для коефіцієнтів полінома користувача:

№	Коефіцієнт	Номер регістра
1	A	0xNN12-0xNN13
2	B	0xNN14-0xNN15
3	C	0xNN16-0xNN17

**Межі світлодіодної індикації.** Значення типу float, що зберігають значення мінімуму та максимуму для меж світлодіодної індикації. Номери регістрів мінімуму та максимуму:

№	Властивість	Номер регістра
1	Мінімум	0xNN18-0xNN19
2	Максимум	0xNN1A-0xNN1B

**Температура каналу/Кількість імпульсів.** Містить значення температури каналу (float). Якщо канал працює в режимі тахометра, то в цій комірці міститься кількість імпульсів після включення живлення чи останньої операції скидання лічильника.

### Карта реєстрів результатів

Карта реєстрів результатів носить збірний характер і містить у собі тільки найнеобхідніші реєстри для роботи з модулем. У якихось детальних описах її поля не мають потреби, тому що з їх назв зрозуміла їх суть.

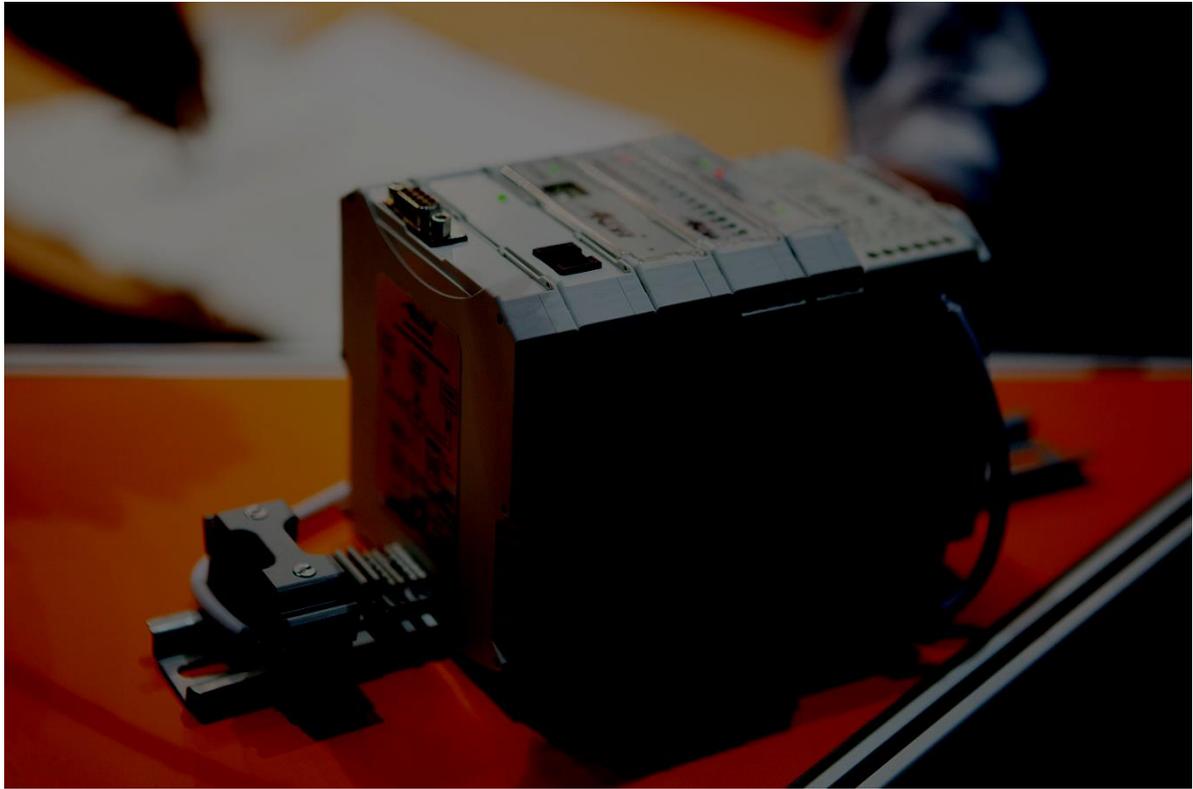
Адреса реєстра, HEX	Назва	Тип даних	Призначення
4000	CPU Temp	int16_t	Темп-ра контролера, °C
4001-4002	AI 1	float	Значення каналу AI 1
4003-4004	AI 2	float	Значення каналу AI 2
4005-4006	AI 3	float	Значення каналу AI 3
4007-4008	AI 4	float	Значення каналу AI 4
4009-400A	AI 5	float	Значення каналу AI 5
400B-400C	AI 6	float	Значення каналу AI 6
400D-400E	AI 7	float	Значення каналу AI 7
400F-4010	AI 8	float	Значення каналу AI 8
4011-4012	AI 9	float	Значення каналу AI 9
4013-4014	AI 10	float	Значення каналу AI 10
4015-4016	AI 11	float	Значення каналу AI 11
4017-4018	AI 12	float	Значення каналу AI 12
4019-401A	AI 13	float	Значення каналу AI 13
401B-401C	AI 14	float	Значення каналу AI 14
401D-401E	AI 15	float	Значення каналу AI 15
401F-4020	AI 16	float	Значення каналу AI 16
4021-4022	AI 17	float	Значення каналу AI 17
4023-4024	AI 18	float	Значення каналу AI 18
4025-4026	AI 19	float	Значення каналу AI 19
4027-4028	AI 20	float	Значення каналу AI 20
4029-402A	AI 21	float	Значення каналу AI 21
402B-402C	AI 22	float	Значення каналу AI 22
402D-402E	AI 23	float	Значення каналу AI 23
402F-4030	AI 24	float	Значення каналу AI 24

Адреса реєстра, HEX	Назва	Тип даних	Призначення
4031	AI 1 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 1 (ui16)
4032	AI 2 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 2 (ui16)
4033	AI 3 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 3 (ui16)
4034	AI 4 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 4 (ui16)
4035	AI 5 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 5 (ui16)
4036	AI 6 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 6 (ui16)
4037	AI 7 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 7 (ui16)
4038	AI 8 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 8 (ui16)
4039	AI 9 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 9 (ui16)
403A	AI 10 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 10 (ui16)
403B	AI 11 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 11 (ui16)
403C	AI 12 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 12 (ui16)
403D	AI 13 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 13 (ui16)
403E	AI 14 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 14 (ui16)
403F	AI 15 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 15 (ui16)
4040	AI 16 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 16 (ui16)
4041	AI 17 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 17 (ui16)
4042	AI 18 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 18 (ui16)
4043	AI 19 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 19 (ui16)
4044	AI 20 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 20 (ui16)
4045	AI 21 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 21 (ui16)
4046	AI 22 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 22 (ui16)
4047	AI 23 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 23 (ui16)
4048	AI 24 (ui16)	uint16_t	Значення каналу AI 24 (ui16)

Карта реєстрів результатів може бути переконфігурована на довільний порядок. Для цього призначена програма UMMC (доступна на сайті [www.akon.com.ua](http://www.akon.com.ua) в розділі "Програмне забезпечення").

Порядок слідування байт у відповіді стандартний: 3210. У випадку, якщо хост очікує іншу послідовність, тоді пристрою через UMMC потрібно задати потрібний порядок.

При роботі з каналами пристрою через реєстри **4031-4048 (word)** коду 0 відповідає мінімальне значення світлодіодної індикації, а коду 0xFFFF максимальне значення світлодіодної індикації.



---

Модуль розроблений та виготовлений Компанією АКОН.  
Пропонуємо до постачання модулі АЦП, модулі ЦАП,  
пристрої вводу-виводу цифрової інформації,  
модулі нормуючих перетворювачів з гальванічною розв'язкою, модулі  
для розподілених систем та інше обладнання.

Україна, м. Київ,  
вул. Полярна 5А  
тел. +38(067) 442-33-89  
E-mail: [sales@akon.com.ua](mailto:sales@akon.com.ua)