МІКРОЛ

РЕГУЛЯТОР
МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ

МІК-111

НАСТАНОВА ЩОДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ

ПРМК.421457.023 РЕ

УКРАЇНА, м. Івано-Франківськ
2025

Дана настанова щодо експлуатування є офіційною документацією підприємства МІКРОЛ.

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

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

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

Підприємство МІКРОЛ

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

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

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

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

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

http://www.microl.ua

microl_support

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

З М І С Т

Стор.

1 Опис регулятора 5
1.1 Призначення регулятора 5
1.2 Позначення регулятора при замовленні та комплект поставки 5
1.3 Технічні характеристики регулятора 7
1.4 Засоби вимірювання, інструмент та приладдя 10
1.5 Маркування та пакування 10

2 Функціональні можливості 10

3 Конструкція регулятора і принцип роботи 11
3.1 Конструкція регулятора 11
3.2 Призначення дисплеїв 11
3.3 Призначення світлодіодних індикаторів 11
3.4 Призначення клавіш 11
3.5 Структурна схема регулятора МІК-111 12
3.6 Розподіл входів-виходів структури регулятора МІК-111 12
3.7 Структурні схеми регуляторів 13
3.8 Принцип роботи блоку обробки аналогового входу 14
3.9 Логіка роботи дискретних виходів 17
3.10 Принцип роботи аналогового виходу 18
3.11 Принцип роботи технологічної сигналізації 18

4 Використання за призначенням 19
4.1 Експлуатаційні обмеження при використанні регулятора 19
4.2 Підготовка регулятора до використання 19
4.3 Режим РОБОТА 20
4.4 Режим КОНФІГУРУВАННЯ 22
4.5 Порядок настройки аналогового входу і аналогового виходу 25
4.6 Передавальна функція ПІД-регулятора 26
4.7 Ручна установка параметрів регулювання по перехідній функції об'єкта регулювання 26

5 Калібрування і перевірка регулятора 27
5.1 Калібрування аналогових входів 27
5.2 Калібрування аналогового виходу 30

6 Технічне обслуговування 31
6.1 Загальні вказівки 31
6.2 Заходи безпеки 31

7 Зберігання та транспортування 31
7.1 Умови зберігання регулятора 31
7.2 Умови транспортування регулятора 31

8 Гарантії виробника 32

Додаток А - Габаритні і приєднувальні розміри 33

Додаток Б - Підключення регулятора. Схеми зовнішніх з'єднань. 34
Додаток Б.1 Схема зовнішніх з'єднань регулятора МІК-111 34
Додаток Б.2 Підключення дискретних навантажень 35
Додаток Б.3 Схема підключення інтерфейсу RS-485 36

Додаток В - Комунікаційні функції 37
Додаток В.1 Загальні відомості 37
Додаток В.2 Таблиця програмно доступних регістрів регулятора МІК-111 38
Додаток В.3 MODBUS протокол 40

Додаток Г - Зведена таблиця параметрів регулятора МІК-111 41

Ця настанова щодо експлуатування призначена для ознайомлення споживачів з призначенням, принципом дії, конструкцією, монтажем, експлуатуванням та обслуговуванням **регулятора мікропроцесорного МІК-111** (далі по тексту - **регулятор МІК-111).**

УВАГА!!!

Перед використанням регулятора, будь-ласка, ознайомтесь з цією настановою щодо експлуатування регуляторів МЇК-111Н .

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

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

Умовні позначення, використані в настанові

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

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

Важлива інформація!

Скорочення, прийняті в настанові

У найменуваннях параметрів, на рисунках, при цифрових значеннях і в тексті використані скорочення і абревіатури (див. Таблицю І), які означають наступне:

Таблиця І - Скорочення і абревіатури

Абревіатура (символ)	Повне найменування	Значення
PV або X	Process Variable	Вимірювана величина (контрольований і регульований параметр)
SP або W	Setpoint	Задана точка (завдання регулятору)
MV або Y	Manipulated Variable	Маніпульована змінна, що представляє значення керуючого впливу, що подається на аналоговий вихід пристрою
T, t	Time	Час, інтервал часу
AI	Analogue Input	Аналоговий ввід
AO	Analogue Output	Аналоговий вихід
DO	Discrete Output	Дискретний вихід

1 Опис регулятора

1.1 Призначення регулятора

Регулятор МІК-111 являє собою новий клас сучасних цифрових регуляторів безперервної дії з аналоговим, імпульсним або двох,-трипозиційним законом регулювання. Регулятори застосовуються для керування технологічними процесами в промисловості. Регулятор МІК-111 дозволяє забезпечити високу точність регулювання. *Відмінною особливістю* регулятора МІК-111 є наявність трирівневої гальванічної ізоляції між входами, виходами і колом живлення.

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

Регулятор МІК-111 призначений:

● для вимірювання контрольованого вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т.п.), обробки, перетворення і відображення його поточного значення на вбудованому чотирирозрядному цифровому індикаторі,

● формування вихідного аналогового або імпульсного сигналу управління зовнішнім виконавчим механізмом, забезпечуючи аналогове, імпульсне або позиційне регулювання вхідного параметра по П, ПІ, ПД або ПІД закону відповідно до заданої користувачем логікою роботи і параметрами регулювання.

1.2 Позначення регулятора при замовленні та комплект поставки

1.2.1 Регулятор позначається наступним чином:

МІК-111-АА-С-D-U-L

Де:

АА - код вхідного аналогового сигналу:

01 - уніфікований від 0 мА до 5 мА
02 - уніфікований від 0 мА до 20 мА
03 - уніфікований від 4 мА до 20 мА
04 - уніфікований від 0 В до 10 В
05 - напруга від 0 мВ до 75 мВ
06 - напруга від 0 мВ до 200 мВ
07 - напруга від 0 В до 2 В
08 - ТСМ 50М, W_{100} = 1,428, від мінус 50°С до плюс 200°С
09 - ТСМ 100М, W_{100} = 1,428, від мінус 50°С до плюс 200°С
10 - ТСМ гр.23, від мінус 50°С до плюс 200°С
11 - ТСП 50П, W_{100} = 1,391, від мінус 50°С до плюс 650°С
12 - ТСП 100П, W_{100} = 1,391, від мінус 50°С до плюс 650°С
13 - ТСП гр.21, від мінус 50°С до плюс 650°С
14 - Термопара ТХА (K), від 0°С до плюс 1300°С
15 - Термопара ТХК (L), від 0°С до плюс 800°С
16 - Термопара ТЖК (J), від 0°С до плюс 1100°С
17 - Термопара ТХКн (E), від 0°С до плюс 850°С
18 - Термопара ТПП10 (S), від 0°С до плюс 1600°С
19 - Термопара ТПР (B), від 0°С до плюс 1800°С
20 - Термопара ТВР-1 (A-1), від 0°С до плюс 2500°С

При замовленні регулятора з вхідними сигналами від термопар ТПП-10, ТПР, ТВР-1 регулятор виготовляється за окремим замовленням і подальше налаштування на інші типи вхідних сигналів проводиться тільки на підприємстві-виробнику.

С - код вихідного аналогового сигналу:

1 - від 0 мА до 5 мА,
2 - від 0 мА до 20 мА,
3 - від 4 мА до 20 мА,
4 - від 0 В до 10 В* (за окремим замовленням).

Регулятор налаштовується на вихідний сигнал 0-20 мА і на роз’єм впаюється нормуючий резистор 499 Ом.

D - тип вихідних дискретних сигналів:
T - транзисторні виходи,
P - релейні виходи.

U - напруга живлення:
220 - 220В змінного струму,
24 - 24В постійного струму.

L - виконання передньої панелі (позначення клавіш, індикаторів і дисплеїв):
UA - українське,
EN - англійське.

При замовленні регулятора необхідно вказувати його повне позначення, в якому присутні типи аналогових входів, аналогового виходу і напруга живлення.

Наприклад, замовлено регулятор: ***МІК-111-09-2-P-220-UA***

При цьому виготовленню і постачанню споживачеві підлягає:
1) Регулятор мікропроцесорний МІК-111,
2) Вхід аналоговий AI1 код **09** - ТСМ 100М, W_{100} = 1,428, від мінус 50°С до плюс 200°С,
3) Вихід аналоговий АО код **2** - від 0 мА до 20 мА,
4) Виходи дискретні код **P** - релейні,
5) Напруга живлення код **220** - 220В змінного струму.
6) Виконання передньої панелі код **UA** - українське.

1.2.2 Комплект поставки регулятора МІК- 111Н наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Комплект поставки регулятора МІК- 111Н

Позначення	Найменування	Кількість
ПРМК.421457.023	Регулятор мікропроцесорний МІК-111	1
ПРМК.421457.023 РЭ	Настанова щодо експлуатування	1*
ПРМК.421457.023 ПС	Паспорт	1
231-103/026-000	Роз'єм мережевий (220 В)	1**
734-203	Роз'єм мережевий (24 В)	1***
231-108/026-000	Роз'єм для підключення зовнішніх вхідних і вихідних кіл	2
231-131	Важіль монтажний для клем	1
734-230	Важіль монтажний для клем живлення	1***
* - 1 примірник на будь-яку кількість регуляторів при поставці в одну адресу ** - При поставці регулятора з живленням 220 В змінного струму. *** - При поставці регулятора з живленням 24 В постійного струму.		

1.3 Технічні характеристики регулятора

1.3.1 Аналоговий вхідний сигнал

Таблиця 1.3.1 - Технічні характеристики аналогових вхідних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових входів	1
Тип вхідного аналогового сигналу	Уніфіковані Постійний струм (IEC 381-1): від 0 мА до 5 мА від 0 мА до 20 мА від 4 мА до 20 мА Напруга постійного струму (IEC 60381-2): від 0 В до 10 В Напруга постійного струму: від 0 мВ до 75 мВ від 0 мВ до 200 мВ від 0 В до 2 В Термоперетворювачі опору (ДСТУ 2858-94): ТСМ 50М, W_{100} = 1,428, від мінус 50°С до плюс 200°С ТСМ 100М, W_{100} = 1,428, від мінус 50°С до плюс 200°С ТСМ гр.23, від мінус 50°С до плюс 200°С ТСП 50П, W_{100} = 1,391, Pt50, від мінус 50°С до плюс 650°С ТСП 100П, W_{100} = 1,391, Pt100, від мінус 50°С до плюс 650°С ТСП гр.21, від мінус 50°С до плюс 650°С Термопари по ДСТУ 2837-94 (ГОСТ3044-94, DIN IEC 584-1): ТЖК (J), від 0°С до плюс 1100°С ТХК (L), від 0°С до плюс 800°С ТХКн (E), від 0°С до плюс 850°С ТХА (K), від 0°С до плюс 1300°С ТПП10 (S), від 0°С до плюс1600°С ТПР (B), від 0°С до плюс 1800°С ТВР-1 (A-1), від 0°С до плюс 2500°С
Роздільна здатність АЦП	16 розрядів
Межа основної зведеної похибки вимірювання вхідних параметрів	≤ 0,2%
Межа додаткової похибки, викликаної зміною температури навколишнього середовища	<0,2% / 10°С
Період вимірювання, не більше	0,1 сек
Гальванічне розділення кіл	Аналогові входи гальванічно ізольовані один від одного, від входів, інших виходів і інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 500 В.

1. Кожен вхід регулятора МІК-111 може бути налаштований на підключення будь-якого типу давача

2. При замовленні входу типу термопара, в якості входу температурної корекції (компенсації термо-ЕРС вільних кінців термопари) використовується давач температури, який знаходиться біля клем.

1.3.2 Аналоговий вихідний сигнал

Таблиця 1.3.2 - Технічні характеристики аналогових уніфікованих вихідних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових виходів	1
Тип вихідного аналогового сигналу	Постійний струм (IEC 381-1): від 0 мА до 5 мА від 0 мА до 20 мА від 4 мА до 20 мА Напруга постійного струму (IEC 60381-2): від 0 В до 10 В
Роздільна здатність ЦАП	16 розрядів
Межа основної зведеної похибки формування вихідного сигналу	≤ 0,2%
Залежність вихідного сигналу від опору навантаження	≤ 0,1 %
Межа додаткової похибки, викликаної зміною температури навколишнього середовища	<0,2% / 10°C
Гальванічне розділення кіл	Вихід гальванічно ізольований від входів, інших виходів і інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 500 В.

1.3.3 Дискретні вихідні сигнали

1.3.3.1 Транзисторний вихід

Таблиця 1.3.3.1 - Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів. Транзисторний вихід

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	2
Тип виходу	Відкритий колектор (NPN транзистора)
Максимальна напруга комутації	≤ 40 В постійного струму
Максимальний струм навантаження кожного виходу	≤ 100 мА
Гальванічне розділення кіл	Дискретні виходи гальванічно ізольовані один від одного, від входів, інших виходів і інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 500 В.
Сигнал логічного "0" Сигнал логічної "1"	Розімкнутий стан транзисторного ключа Замкнутий стан транзисторного ключа.
Вид навантаження	Активна, індуктивна

1.3.3.2 Релейний вихід

Таблиця 1.3.3.2 - Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів. Релейний вихід

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	2
Тип виходу	Перемикаючі контакти реле
Максимальна напруга комутації змінного струму (діюче значення)	220 В
Максимальне значення змінного струму	≤ 8 А при резистивному навантаженні ≤ 3 А при індуктивному навантаженні (cosφ = 0,4)
Максимальна напруга комутації постійного струму	від 5 В до 30 В
Максимальне значення постійного струму при комутації резистивним навантаженням	від 10 мА до 5 А
Сигнал логічного "0" Сигнал логічної "1"	Розімкнутий стан контактів реле Замкнутий стан контактів реле
Гальванічне розділення кіл	Дискретні виходи гальванічно ізольовані один від одного, від входів, інших виходів і інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 1500 В.

1.3.4 Регулятор

Таблиця 1.3.4 - Технічні характеристики регулятора

Технічна характеристика	Значення
Кількість контурів регулювання	1
Діапазон вимірів параметрів налаштування регулятора: - коефіцієнт посилення - час інтегрування - час диференціювання	 від 000.1 до 050.0 від 0000 до 6000 від 0000 до 6000
Зона нечуттєвості	від 000,0 до 999,9
Структура регулятора (закони регулювання)	П, ПІ, ПД, ПІД, Двопозиційний, Трипозиційний
Контрольовані параметри	Вимірюється величина, задана точка, значення виходу або положення виконавчого механізму
Вид балансування вузла задавача	Статичне, динамічне

1.3.5 Послідовний інтерфейс RS-485

Таблиця 1.3.5 - Технічні характеристики послідовного інтерфейсу RS-485

Технічна характеристика	Значення
Кількість приймально-передавальних пристроїв	До 32 приймально-передавальних пристроїв на одному сегменті
Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі	До 1200 метрів
Діапазон мережевих адрес	255
Вид кабелю	Вита пара, екранована кручена пара
Протокол зв'язку	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
Гальванічне розділення кіл	Інтерфейс гальванічно ізольовані від входів, інших виходів і інших кіл. Напруга гальванічного розв'язку не менше 500 В.

1.3.6 Електричні дані

Таблиця 1.3.6.1 - Технічні характеристики живлення приладу

Технічна характеристика	Значення
Напруга живлення (в залежності від замовлення): - постійного струму - змінного струму	 від 18 В до 36 В від 100 В до 242 В, 50 Гц
Споживаний струм по живленню24В	≤ 180 мА
Споживана потужність від мережі змінного струму 220В	≤ 6.5 В·А

Таблиця 1.3.6.2 – Технічні характеристики джерела живлення пасивного давача

Технічна характеристика	Значення
Кількість джерел живлення	1
Напруга живлення	21 В
Максимальний струм	≤ 30 мА

1.3.7 Корпус

Таблиця 1.3.7 - Умови експлуатування

Технічна характеристика	Значення
Кріплення корпусу	Щитове
Габаритні розміри (ВхШхГ)	48 х 96 х 162 мм
Монтажна глибина	170 мм
Виріз на панелі	$45^{+0,6}$ х $92^{+0,8}$ мм
Маса регулятора, не більше	350 г

1.3.8 Рівень захисту від попадання всередину твердих речовин і води згідно з ДСТУ EN 60529:2014 – IP30.

1.3.9 По захищеності від дії кліматичних чинників регулятор відповідає виконанню групи В4 згідно з ДСТУ IEC 60654-1:2001, але для роботи при температурі від мінус 40 °С до плюс 70 °С.

1.3.10 По захищеності від дії вібрації регулятор відповідає класу V.6.H згідно з ДСТУ IEC 60654-3:2001.

1.3.11 За стійкістю до механічного впливу регулятор МІК-111 відповідає виконанню 5 згідно ГОСТ 22261-94.

1.3.12 Середній час напрацювання на відмову з урахуванням технічного обслуговування, регламентованого настановою щодо експлуатування, - не менше ніж 100 000 годин.

1.3.13 Середній час відновлення працездатності МІК-111 - не більше 4 годин.

1.3.14 Середній термін експлуатування - не менше 10 років.

1.3.15 Середній термін зберігання - 1 рік.

1.3.16 Ізоляція електричних кіл МІК-121Н щодо корпусу і між собою при температурі навколишнього середовища (20±5)°С і відносній вологості повітря до 80% витримує протягом 1 хвилини дію випробувальної напруги синусоїдальної форми частотою (50±1) Гц з діючим значенням 1500 В.

1.3.17 Мінімально допустимий електричний опір ізоляції при температурі навколишнього середовища (20±5) °С і відносній вологості повітря до 80% становить не менше 20 МОм.

1.4 Засоби вимірювання, інструмент та приладдя

Перелік приладдя, яке необхідне для контролю, регулювання, виконання робіт з технічного обслуговування регулятора, наведено в таблиці 1.5 (згідно з ДСТУ ГОСТ 2.610).

Таблиця 1.4 - Перелік засобів вимірювання, інструменту та приладдя, які необхідні при експлуатуванні регулятора МІК-111

Найменування засобів вимірювання, інструменту та приладдя	Призначення
1 Вольтметр універсальний Щ300	Вимірювання вихідного сигналу і контроль напруги живлення
2 Магазин опорів Р4831	Задавач сигналу
3 Диференціальний вольтметр В1-12	Задавач сигналу і вимірювання вихідного сигналу
4 Мегомметр Ф4108	Вимірювання опору ізоляції
5 Пінцет медичний	Перевірка якості монтажу
6 Викрутка	Розбирання корпусу
7 М'яка бязь	Очищення від пилу і бруду

1.5 Маркування та пакування

1.5.1 Маркування регулятора виконане згідно ДСТУ 2887-94 на табличці з розмірами згідно з ДСТУ 3272:2011, яка кріпиться на тильній стороні корпусу виробу.

1.5.2 Пломбування регулятора підприємством-виробником при випуску з виробництва не передбачено.

1.5.3 Пакування регулятора відповідає вимогам ДСТУ 2888-94.

1.5.4 Регулятор відповідно до комплекту поставки упакований згідно з кресленнями підприємства-виробника.

2 Функціональні можливості

Структура регулятора МІК-111 за допомогою конфігурації може бути змінена таким чином, що можуть бути вирішені наступні завдання регулювання:

✓ Двопозиційного або трипозиційного регулятора

,

✓ ПІД-регулятора з аналоговим виходом, ПІД-регулятора з імпульсним виходом з внутрішнім зворотним зв'язком по положенню виконавчого механізму, ПІД-ШИМ регулятора з імпульсним виходом

✓ регулятор з автоматичною корекцією вимірюваного і регульованого параметра за давачем термокомпенсації

✓ контурів автоматичного регулювання з керуванням від ЕОМ

✓ регулятора ручного управління імпульсним виконавчим механізмом, з індикацією впливу, що задається та індикацією положення виконавчого механізму

✓ індикатора вимірюваної фізичної величини.

3 Конструкція регулятора і принцип роботи

3.1 Конструкція регулятора

Рисунок 3.1 - Зовнішній вигляд регулятора МІК-111

3.2 Призначення дисплеїв

• Дисплей ПАРАМЕТР — У режимі РОБОТА відображає значення вимірюваної величини.
У режимі КОНФІГУРУВАННЯ відображає рівень конфігурації, потім номер пункту меню, потім, кліпаючи, значення параметра обраного пункту меню.

• Дисплей ЗАВДАННЯ — У режимі РОБОТА відображає значення заданої точки або при натисканні клавіші [▲] або [▼] сигнал положення виконавчого механізму (в%).
У режимі КОНФІГУРУВАННЯ відображаються символи «CnFG», що вказують користувачеві про те, що регулятор знаходиться в режимі конфігурації.

3.3 Призначення світлодіодних індикаторів

• Індикатор ▲ (MAX) — Світиться, якщо значення вимірюваної величини перевищує значення уставки сигналізації відхилення **MAX.**

• Індикатор ▼ (MIN) — Світиться, якщо значення вимірюваної величини менше значення уставки сигналізації відхилення **MIN.**

• Індикатор БІЛЬШЕ — Світлодіодний індикатор стану ключа БІЛЬШЕ імпульсного або позиційного регулятора. Світиться при включеному ключі БІЛЬШЕ.

• Індикатор МЕНШЕ — Світлодіодний індикатор стану ключа МЕНШЕ імпульсного або трипозиційного регулятора. Світиться при включеному ключі МЕНШЕ.

• Індикатор РУ — Світиться, якщо регулятор знаходиться в ручному режимі керування, і не світиться, якщо регулятор знаходиться в автоматичному режимі керування.

• Індикатор ПРГ — Світиться, якщо регулятор знаходиться в режимі КОНФІГУРУВАННЯ.

• Індикатор ІНТ — Блимає, якщо відбувається передача даних по інтерфейсному каналу зв'язку.

3.4 Призначення клавіш

• Клавіша [✋] — Натискання клавіші викликає перехід з автоматичного режиму керування в режим ручного керування і назад (спільно з натисканням клавіші **[✍],** Для підтвердження виконання операції переходу).

• Клавіша [▲] — Клавіша "більше". Кожного разу при натисканні клавіші здійснюється збільшення значення заданої точки, вихідного сигналу управління (керуючого впливу). При утриманні цієї клавіші в натиснутому положенні збільшення значень відбувається безперервно.

• Клавіша [▼] — Клавіша "менше". Кожного разу при натисканні клавіші здійснюється зменшення значення заданої точки, вихідного сигналу управління (керуючого впливу). При утриманні цієї клавіші в натиснутому положенні зменшення значень відбувається безперервно.

● **Клавіша [↵]** Клавіша призначена для підтвердження виконуваних дій або операцій, для фіксації значень, які вводяться. Наприклад, підтвердження переходу з автоматичного режиму роботи в режим ручного управління і назад, фіксація введення зміненої заданої точки, підтвердження входу в режим конфігурації і т.п.

● **Клавіша [⏻]** Клавіша призначена для виклику меню конфігурації, для виходу з пунктів меню, а також для виходу з меню конфігурації.
У режимі РОБОТА при короткочасному натисканні цієї клавіші включається режим зміни завдання регулятора (дисплей ЗАВДАННЯ).

3.5 Структурна схема регулятора МІК-111

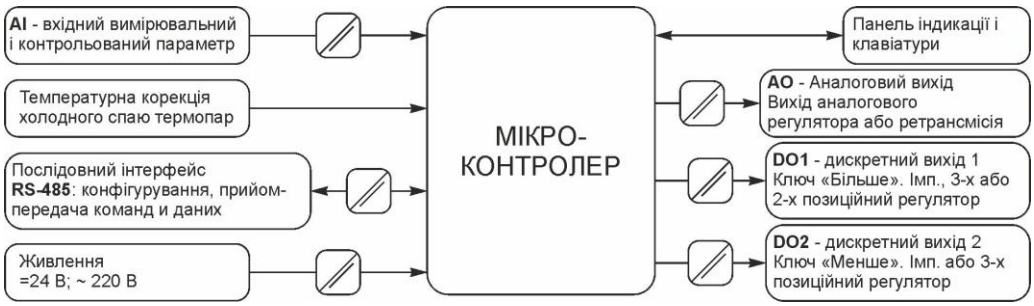


Рисунок 3.2 - Структурна схема регулятора МІК-111

3.6 Розподіл входів-виходів структури регулятора МІК-111

Таблиця 3.1 - Розподіл входів-виходів регулятора МІК-111

Структура регулятора, що визначається параметром **[CTRL.00]**	Аналоговий вхід **AI**	Аналоговий вихід **AO**	Дискретний вихід **DO1**	Дискретний вихід **DO2**
0000 - 2-х позиційний регулятор	Регульований параметр	Ретрансмісія[2)]	Вихід 2-х поз. регулятора	Вільн. конфіг.[1)]
0001 - 3-х позиційний регулятор	Регульований параметр	Ретрансмісія[2)]	Вихід БІЛЬШЕ	Вихід МЕНШЕ
0002 - ПІД-ШИМ-регулятор	Регульований параметр	Ретрансмісія[2)]	Вихід ПІД-ШІМ регулятора	Вільн. конфіг.[1)]
0003 - аналоговий ПІД-регулятор	Регульований параметр	Вихід регулятора	Вільн. конфіг.[1)]	Вільн. конфіг.[1)]
0004 - ПІД-імпульсний регулятор	Регульований параметр	Ретрансмісія[2)]	Вихід БІЛЬШЕ	Вихід МЕНШЕ
0005 - аналоговий П-регулятор	Регульований параметр	Вихід регулятора	Вільн. конфіг.[1)]	Вільн. конфіг.[1)]

1. Сигнали DO1 і DO2 є вільно конфігуровані. Тобто якщо який-небудь із сигналів DO1, DO2 не задіяний у структурі обраного типу регулятора (див. параметр CTRL.00), то вільний дискретний вихід може відповідно до обраної логіки роботи і уставками управлятися одним з обраних аналогових сигналів (див. параметри DOT1. 00, DOT2.00).

1.1 Якщо DOT1.00, DOT2.00 = 0000 тобто включена опція інтерфейсного виходу, це означає, що даним виходом управляє, що не регулятор, а управляється по інтерфейсу.

2. При використанні функції ретрансмісії на аналоговий вихід регулятора передаються такі аналогові сигнали регулятора (див. параметри рівня AOT.00):
- значення вимірюваної величини PV;
- неузгодженість регулятора (відхилення);
- задана точка.

3.7 Структурні схеми регуляторів

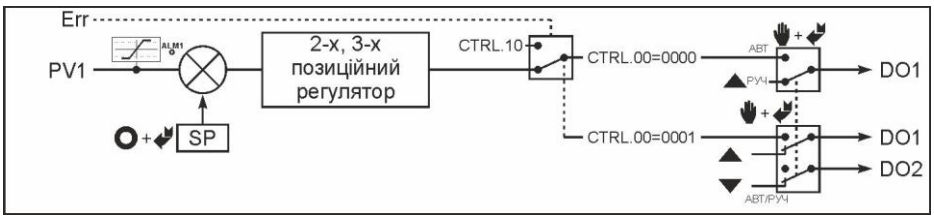


Рисунок 3.3 - Структурна схема 2-х, 3-х позиційних регуляторів

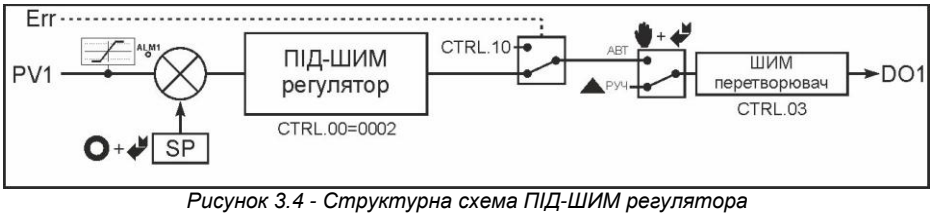


Рисунок 3.4 - Структурна схема ПІД-ШИМ регулятора

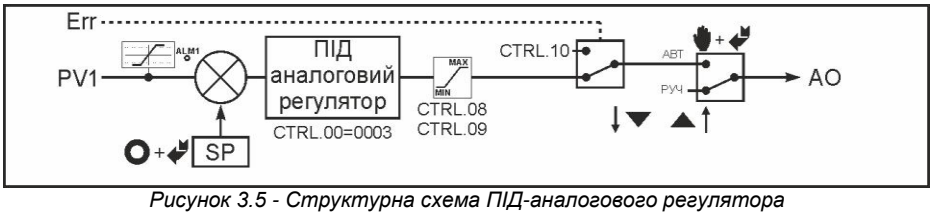


Рисунок 3.5 - Структурна схема ПІД-аналогового регулятора

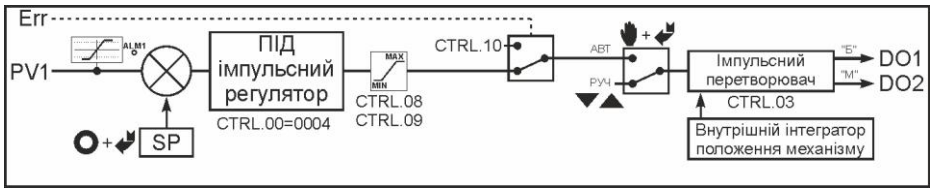


Рисунок 3.6 - Структурна схема ПІД-імпульсного регулятора

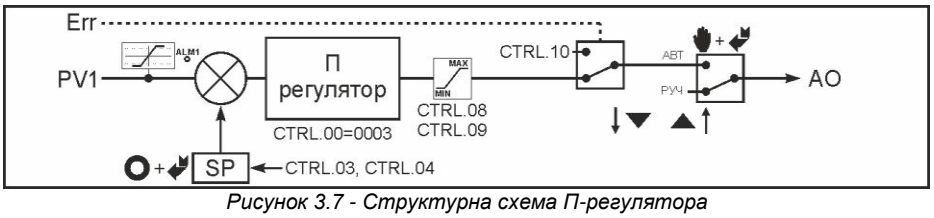


Рисунок 3.7 - Структурна схема П-регулятора

П-регулятор може працювати з **автоматичною** або **фіксованою** робочою точкою (виходом регулятора). При виборі автоматичної робочої точки (параметр **CTRL.03 = 0000),,** регулятор при переході з ручного на автоматичний режим відстежує значення робочої точки (завдання), щоб перемикання було плавним. При виборі фіксованою робочої точки (параметр CTRL.03 = 0001 робоча точка задається в параметрі CTRL.04), регулятор у всіх режимах роботи функціонує з встановленої в якості параметра фіксованої робочої точки.

3.8 Принцип роботи блоку обробки аналогового входу

3.8.1 Блок обробки аналогового входу

Регулятор МІК-111 має один аналоговий вхід AI, сигнал з якого обробляється блоком перетворення аналогового вхідного сигналу AIN. Налаштування цього блоку вводяться на рівні конфігурації **AIN.**

Аналоговий сигнал має процедуру обробки. Дана процедура використовується для представлення вхідного аналогового сигналу в необхідній користувачеві формі. На рисунку 3.8 показана функціональна схема блоку обробки аналогового вхідного сигналу.

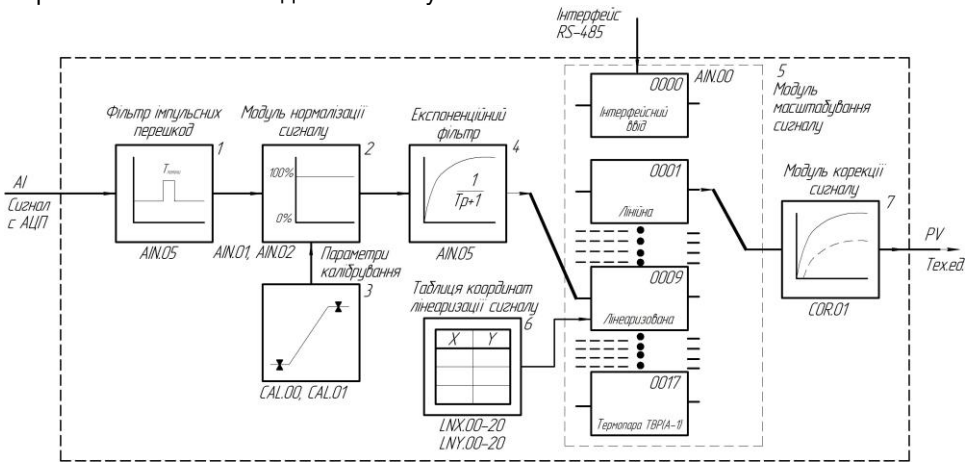


Рисунок 3.8 - Функціональна схема блоку перетворення вхідного сигналу

1. **Фільтр імпульсних перешкод.** Використовується для пригнічення імпульсних перешкод. Визначається параметром **AIN.05** «Максимальна тривалість імпульсної перешкоди». Якщо в будь-якому циклі вимірювання технологічного параметра виявлено його зміна, то передбачається можливість дії перешкоди і вихідний сигнал формується (з урахуванням усереднення вимірювальних значень) після закінчення встановленого часу тривалості перешкоди. Робота даного фільтра вносить додаткове транспортне запізнювання в систему регулювання, що дорівнює величині параметра «Максимальна тривалість імпульсної перешкоди». Тому завжди потрібно прагнути мінімізувати даний параметр.

2. **Модуль нормалізації сигналу.** Модуль нормалізує вхідний аналоговий сигнал. Важливою функцією даного модуля є контроль достовірності даних. У разі виходу аналогового сигналу на 10% за діапазон, який встановлюється при калібрування регулятора, модуль посилає сигнал регулятору про недостовірність даних у каналі. При цьому якщо сигнал нижче діапазону зміни ,на дисплеї горить ErrL, При перевищенні даного діапазону на дисплеї горить ErrH. В обох випадках генерується подія «розрив лінії зв'язку з давачом».

3. **Параметри калібрування.** Визначають точність каналу і змінюються при заміні давача або переході на інший тип давача Детальніше про калібрування аналогових входів дивіться в розділі 5.

4. **Експонентний фільтр.** Фільтр використовується для пригнічення перешкод, а також для пригнічення «коливання» індикації (частих змін показань регулятора через коливання вхідного сигналу). Визначається параметром AIN.04 «Постійна часу цифрового фільтра».

5. **Модуль масштабування сигналу.** Цей модуль лінеаризує і масштабує вхідний сигнал згідно заданій користувачем номінальної статичної характеристики давача, який підключений до даного входу. Мається на увазі, що саме тут вибирається тип підключеного до каналу давача. Також в цьому модулі є можливість вилучення квадратного кореня з вхідного сигналу. Користувач має можливість лінеаризувати сигнал за власною кривою лінеаризації.

6. **Таблиця координат лінеаризації сигналу.** Дана таблиця визначає координати лінеаризації користувача, параметри якої задаються на рівні конфігурації **LNRX** і **LNRY.**

7. **Модуль корекції аналогового входу.** У цьому модулі сигнал, перетворений в попередніх блоках, зміщується на задане користувачем (рівень **CORR)** значення. Величина компенсації сумується з вхідним сигналом або віднімається з вхідного сигналу, в залежності від знаку коефіцієнта корекції.

1. При виборі типу давача із заданим діапазоном вимірювання, в модулі масштабування сигналу параметри виставляються автоматично і зміна їх заблокована.

2. При інтерфейсному вводі налаштування модуля нормалізації і фільтрів не мають сенсу, тому що сигнал по інтерфейсу передається відразу в модуль масштабування сигналу.

3.8.2 Лінеаризація аналогового входу AI

Лінеаризація дає можливість правильного фізичного представлення нелінійних регульованих і вимірюваних параметрів.

** За допомогою лінеаризації можна налаштувати, наприклад, калібрування ємностей в літрах, метрах кубічних або кілограмах продукту, в залежності від виміряного вхідного сигналу рівня в ємності.*

При індикації лінеаризуємої величини входу AI визначальними параметрами є нижня і верхня межа шкали (процентне відношення до діапазону вимірювання), положення децимального роздільника, а також еквідистантної опорні точки лінеаризації. Крива лінеаризації має «переломлення» в опорних точках.

3.8.2.1 Параметри лінеаризації входу AI

Наприклад, параметри лінеаризації входу AI наступні:

1. Конфігурація аналогового входу

AIN.00 = 0009 - Тип шкали - лінеаризована
AIN.06 Кількість ділянок лінеаризації
AIN.03 Положення децимального роздільника при індикації

2. Абсциси опорних точок лінеаризації

LNX.00 Абсциса початкового значення (в% від вхідного сигналу)
LNX.01 Абсциса 01-ої ділянки
LNX.02 Абсциса 02-ої ділянки
.....
LNX.18 Абсциса 18-ої ділянки
LNX.19 Абсциса 19-ої ділянки

3. Ординати опорних точок лінеаризації

LNY.00 Ордината початкового значення (сигнал в техн. од.від -9999 до 9999)
LNY.01 Ордината 01-ої ділянки
LNY.02 Ордината 02-ої ділянки
.....
LNY.18 Ордината 18-ої ділянки
LNY.19 Ордината 19-ої ділянки

3.8.2.2 Визначення опорних точок лінеаризації

3.8.2.2.1 Визначення кількості опорних точок лінеаризації.

Після визначення необхідної кількості ділянок лінеаризації необхідно задати це значення в параметрі **AIN.06.** Межі зміни параметра **AIN.06** від 0000 до 0019.

Вибір необхідної кількості ділянок лінеаризації проводиться з міркування забезпечення необхідної точності вимірювання.

3.8.2.2.2 Визначення значень опорних точок лінеаризації.

Для кожного значення на дисплеї вхідного сигналу Yi (в технічних одиницях від -9999 до 9999 з урахуванням децимального роздільника) обчислити відповідну фізичну величину з відповідних функціональних (градуювальних) таблиць або графічно із відповідної кривої (при необхідності інтерполювати) і задати значення для відповідної опорної величини вхідного фізичного сигналу Xi (в%, від 00.00% до 99.99%). Відповідні значення Xi (в%, від 00,00% до 99,99%) вводяться в параметрах на рівні LNX.

Абсциси опорних точок лінеаризації

LNX.00 Абсциса початкового значення (в% від вхідного сигналу)
LNX.01 Абсциса 01-ої ділянки
LNX.02 Абсциса 02-ої ділянки
.....
LNX.18 Абсциса 18-ої ділянки
LNX.19 Абсциса 19-ої ділянки

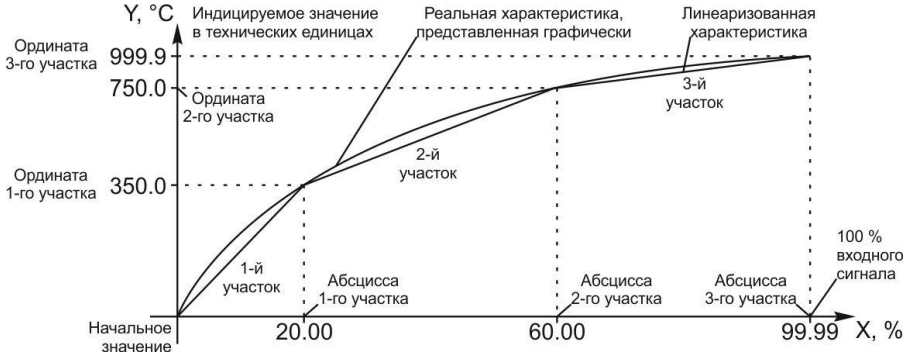
Відповідні значення Yi (в технічних одиницях від -9999 до 9999 з урахуванням децимального роздільника) вводяться в параметрах LNY.

Ординати опорних точок лінеаризації

LNY.00 Ордината початкового значення (сигнал в техн.од. від -9999 до 9999)
LNY.01 Ордината 01-ої ділянки
LNY.02 Ордината 02-ої ділянки
.....
LNY.18 Ордината 18-ої ділянки
LNY.19 Ордината 19-ої ділянки

3.10.2.3 Приклади лінеаризації сигналів

Приклад 1. Лінеаризація сигналу, що подається на вхід AI1, представлена графічно (кривою)



Конфігуровані параметри для прикладу 1:
AIN.00 = 0009 LNX.00 = 00,00 LNY.00 = 0000 (відображається «000.0»)
AIN.06 = 0003 LNX.01 = 20,00 LNY.01 = 3500 (відображається «350.0»)
AIN.03 = 000.0 LNX.02 = 60,00 LNY.02 = 7500 (відображається «750.0»)
LNX.03 = 99,99 LNY.03 = 9999 (відображається «999.9»)

Приклад 2. Лінеаризація сигналу, що подається на вхід AI, представлена градуювальною таблицею

Лінеаризація сигналу, що знімається з термопари градування ТПП, і подається на вхід AI, діапазон вимірюваних температур 0 - 1400°С, діапазон вхідного сигналу 0 - 14,315 мВ (0 - 100%).

Для забезпечення необхідної точності вимірювання вибираємо 20 ділянок лінеаризації і розраховані значення в% вхідного сигналу для кожної опорної точки вводяться в відповідний параметр.

Конфігуровані параметри для прикладу 2:
AIN.00 = 0009 Тип шкали другого блоку - лінеаризована
AIN.06 = 0019 Кількість ділянок лінеаризації
AIN.03 = 0000 Положення децимального роздільника
Параметри конфігурації розраховуються і вводяться згідно з таблицею 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок і введення параметрів лінеаризації прикладу 2

Номер опорної точки	Значення вимірюваної температури, ° С	Значення вхідного сигналу, мВ	Параметри конфігурації			
			Номер параметру	*Введене значення, ° С*	*Номер параметру*	*Введене значення,%*
0,	0,	0,000	LNY.00	0000	LNX.00	00,00
1	50	0,297	LNY.01	0050	LNX.01	02,07
2	100	0,644	LNY.02	0100	LNX.02	04,50
3	150	1,026	LNY.03	0150	LNX.03	07,17
4	200	1,436	LNY.04	0200	LNX.04	10,03
5	250	1,852	LNY.05	0250	LNX.05	12,99
6	300	2,314	LNY.06	0300	LNX.06	16,16
7	350	2,761	LNY.07	0350	LNX.07	19,32
8	400	3,250	LNY.08	0400	LNX.08	22,70
9	450	3,703	LNY.09	0450	LNX.09	25,97
10	500	4,216	LNY.10	0500	LNX.10	29,45
11	550	4,689	LNY.11	0550	LNX.11	32,84
12	600	5,218	LNY.12	0600	LNX.12	36,45
13	700	6,253	LNY.13	0700	LNX.13	43,68
14	800	7,317	LNY.14	0800	LNX.14	51,11
15	900	8,416	LNY.15	0900	LNX.15	58,79
16	1000	9,550	LNY.16	1000	LNX.16	66,71
17	1100	10,714	LNY.17	1100	LNX.17	74,84
18	1300	13,107	LNY.18	1300	LNX.18	91,56
19	1400	14,315	LNY.19	1400	LNX.19	99,99

3.9 Логіка роботи дискретних виходів

Дискретні виходи регулятора МІК-111 мають вільно конфігуровану логіку роботи. Це означає, що користувач сам визначає призначення того чи іншого дискретного виходу, якщо він не задіяний для якогось регулятора.

Увага: Якщо дискретний вихід задіяний в структурі будь-якого регулятора, то для даного виходу логіка управління **не має значення.**

Для дискретного виходу, який не використовується ПІД-регулятором, джерелом аналогового сигналу є вимірювана величина PV. Далі за обраною логікою **(DOT1.00, DOT2.00)** обробляється і формує логічний нуль або одиницю, (сигнал "Пріоритет **Вимк / Увімкнути»).** Тобто за допомогою логіки компаратора є можливість побудувати дво-, три- і багатопозиційний регулятор.

Приклад роботи вихідного пристрою за логікою двопозиційного регулятора показаний на рисунку 3.9.

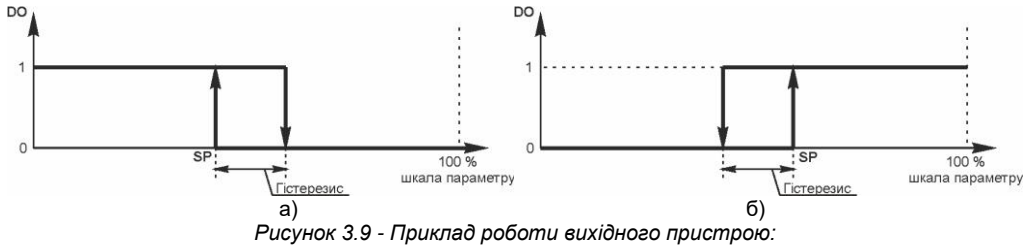


Рисунок 3.9 - Приклад роботи вихідного пристрою:
а) за логікою зворотного 2-х позиційного управління п.CTRL.00 = 0000 п. CTRL.01 = 0000
б) за логікою прямого 2-х позиційного управління п. CTRL.00 = 0000 п. CTRL.01 = 0001

Трипозиційний регулятор працює в зворотному і прямому типі управління регулятора. Коли параметр зростає і стає трохи більше заданої точки, то виникає ситуація коли включені два виходи. Це не припустимо, коли регулятор управляє реверсивним двигуном. Щоб уникнути подібної ситуації необхідно використовувати параметр CTRL.03 - зона нечутливості 3-х позиційного регулятора (мертва зона). Тоді виходи регулятора будуть працювати за логікою, показаної на рисунку 3.10.

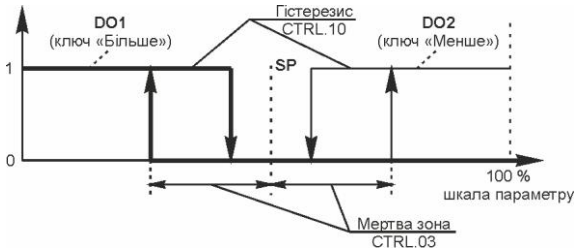


Рисунок 3.10 - Графік роботи дискретних виходів 3-х позиційного регулятора з застосуванням зони нечутливості (CTRL.03)

Два дискретних виходи можуть використовувати в якості вхідного сигналу один і той же аналоговий вхід (AI) і виконувати кожен свою логіку роботи.

Вихідний сигнал може бути статичним і імпульсним (динамічним). Вибір тривалості (типу) вихідного сигналу проводиться на рівні **DOT1.02, DOT2.02.** Тривалість вихідного імпульсу рівна 000,0 відповідає статичному вихідному сигналу.

Як приклад імпульсного виходу виберемо логіку роботи дискретного виходу - більше уставки MAX (DOT1.00 = 0001), тривалість імпульсного сигналу - 3 секунди (DOT1.01= 003.0). Вихідний сигнал при таких параметрах зображений на рисунку 3.11.

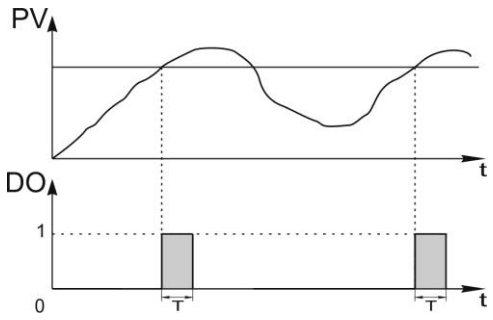


Рисунок 3.11 - Графік роботи дискретного виходу при імпульсному типі вихідного сигналу

3.10 Принцип роботи аналогового виходу

Регулятор МІК-111 має один аналоговий вихід, який працює в режимі **ретрансмісії** (пряма передача з масштабуванням) вхідного сигналу на вихід.

Увага: Якщо аналоговий вихід задіяний в структурі будь-якого регулятора, то для даного виходу логіка управління **не має значення.**

При роботі виходу в режимі ретрансмісії важливими параметрами є: «Значення вхідного сигналу рівне 0% вихідного сигналу» і «Значення вхідного сигналу рівне 100% вихідного сигналу» (на рисунку зображені пунктирними лініями). Цими параметрами досягається масштабування вихідного сигналу щодо вхідного. Рисунок 3.12 ілюструє роботу аналогового виведення в режимі ретрансмісії.

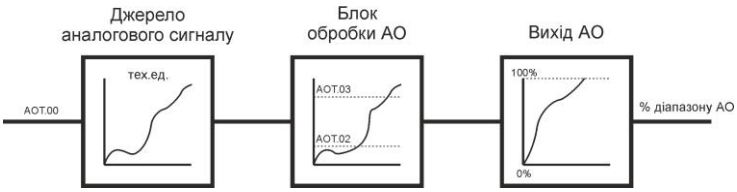


Рисунок 3.12 - Робота блоку аналогового виведення в режимі ретрансмісії

Як видно з рисунка 3.12, блок обробки нормує вхідний сигнал, приводячи його в діапазон 0 - 100% вихідного сигналу. Залежно від типу вихідного сигналу це відобразиться в електричних сигналах. Наприклад, аналоговий вихід має калібрування 0 - 20 мА. В цьому випадку при сигналі 50% з блоку обробки АО на клеми буде подаватися струм 10 мА.

3.11 Принцип роботи технологічної сигналізації

Для вхідного параметра PV проводиться контроль виходу його за межі уставок технологічної сигналізації.

Необхідно пам'ятати, що уставки сигналізації повинні входити в межі розмаху шкали вимірюваної величини.

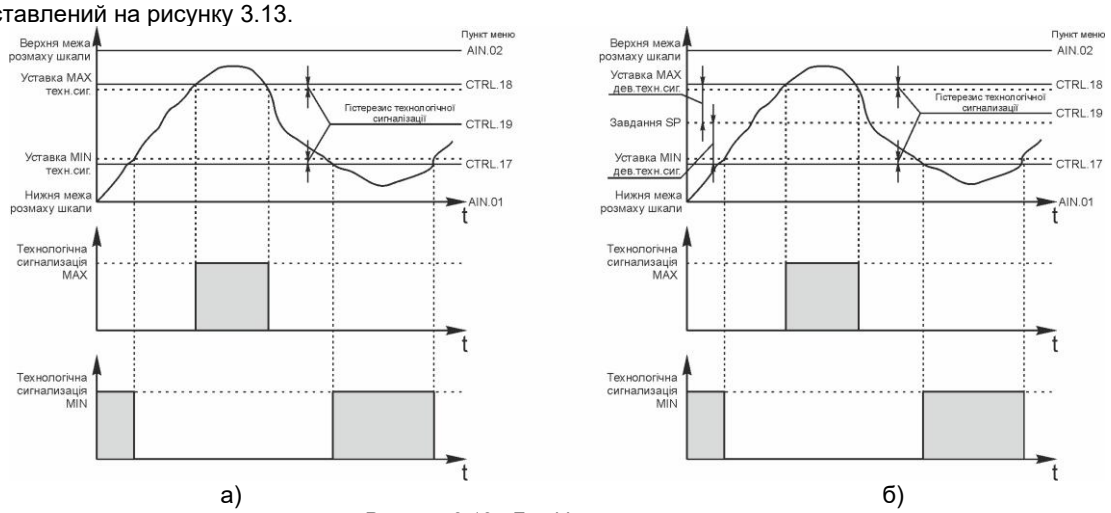
Технологічна сигналізація використовується для сигналізації на індикаторах ALM1 і ALM2 передній панелі регулятора, а також для логіки роботи дискретних виходів як узагальнена технологічна сигналізація (п.м. DOT1.00 = [0005]).

Технологічна сигналізація має два види:

- абсолютна сигналізація. Використовується коли потрібно сигналізувати вихід параметра за встановлені межі. В такому випадку задаються нижні верхні межі технологічної сигналізації.
- девіаційна сигналізація. Використовується коли потрібно сигналізувати відхилення технологічного параметра від значення заданої точки на значення уставок технологічної сигналізації.

Приклад абсолютної і девіаційної сигналізації наведено на рисунку 3.13.

Гістерезис технологічної сигналізації задається в пункті меню CTRL.14. Принцип роботи гістерези представлений на рисунку 3.13.



а) б)

Рисунок 3.13 - Графік спрацьовування:
а) абсолютної технологічної сигналізації п.CTRL.16 = 0000
б) девіаційної технологічної сигналізації п. CTRL.16 = 0001.

4 Використання за призначенням

4.1 Експлуатаційні обмеження при використанні регулятора

4.1.1 Місце встановлення регулятора МІК-111 має відповідати таким умовам:
- забезпечувати зручні умови для обслуговування та демонтажу;
- температура і відносна вологість повітря має відповідати вимогам кліматичного виконання приладу;
- навколишнє середовище не повинно містити струмопровідних домішок, а також домішок, які викликають корозію деталей приладу;
- напруженість магнітних полів, викликаних зовнішніми джерелами змінного струму частотою 50 Гц або викликаних зовнішніми джерелами постійного струму, не повинна перевищувати 400 А/м;
- параметри вібрації повинні відповідати класу V.6.H згідно з ДСТУ IEC 60654-3:2001..

4.1.2 При експлуатування регулятора необхідно виключити:
- потрапляння струмопровідного пилу або рідини всередину приладу;
- наявність сторонніх предметів поблизу приладу, що погіршують його природне охолодження.

Під час експлуатування необхідно стежити за тим, щоб приєднані до приладу дроти не переламувались в місцях контакту з клемами і не мали пошкоджень ізоляції.

4.2 Підготовка регулятора до використання

4.2.1 Звільніть регулятор від упаковки.

4.2.2 Перед початком монтажу приладу необхідно виконати зовнішній огляд. При цьому звернути особливу увагу на чистоту поверхні, маркування та відсутність механічних пошкоджень.

При підключенні регулятора МІК-111 дотримуватися вказівок щодо заходів безпеки розділу 6.2 цієї настанови.

4.2.3 Підключення входів-виходів до регулятора МІК-111 виконується у відповідності зі схемами зовнішніх з'єднань, наведених в додатку Б.

Кабельні зв'язки, що з'єднують регулятор МІК-111, підключаються через клеми з'єднувальних роз'ємів відповідно до вимог діючих "Правил улаштування електроустановок".

4.2.4 При підключенні ліній зв'язку до вхідних і вихідних клем вживайте заходи по зменшенню впливу наведених шумів: *використовуйте* вхідні та (або) вихідні шумозаглушуючі фільтри для регулятора (в т.ч. мережеві), шумозаглушуючи фільтри для периферійних пристроїв, використовуйте внутрішні цифрові фільтри аналогових входів регулятора МІК-111.

4.2.5 Не допускається об'єднувати в одному кабелі (джгуті) кола, по яких передаються аналогові, інтерфейсні сигнали і високоточні сигнальні або високоточні силові кола . Для зменшення наведеного шуму відокремте лінії високої напруги або лінії, які проводять значні струми, від інших ліній, а також уникайте паралельного або загального підключення з лініями живлення при підключенні до виходів.

4.2.6 Необхідність екранування кабелів, по яких передається інформація, залежить від довжини кабельних зв'язків та від рівня перешкод в зоні прокладки кабелю. Рекомендується використовувати ізолюючі трубки, канали, лотки або екрановані лінії.

4.2.7 Для забезпечення стабільної роботи обладнання коливання напруги і частоти, електромережі повинні знаходитися в межах технічних вимог, зазначених в розділі 1.3, а для кожного складового компонента системи - відповідно до настанови щодо експлуатування. При необхідності, для безперервних технологічних процесів, повинен бути передбачений захист від відключення (або виходу з ладу) системи подачі електроживлення - установкою джерел безперебійного живлення.

4.3 Режим РОБОТА

Регулятор переходить в режим «РОБОТА» кожен раз, коли вмикається живлення.
З цього режиму можна перейти на зміну режимів робочого рівня або на режим конфігурації і налаштувань.

Зазвичай цей режим вибирається під час роботи для управління контуром регулювання. *В процесі роботи* можна здійснювати моніторинг, тобто візуально відслідковувати вимірювану величину, задану точку і значення керуючого впливу. Крім того, можна відстежувати на світлодіодних індикаторах режими роботи регулятора, сигнали технологічної сигналізації при перевищенні верхньої і нижньої меж відхилення.

В режимі "РОБОТА" можна змінювати режим роботи - здійснення переходу з автоматичного режиму управління (індикатор РУ не світиться) в ручний режим управління (індикатор РУ світиться) і назад, змінювати значення заданої точки, змінювати значення керуючого впливу (в ручному режимі управління регулятором).

4.3.1 Зміна режиму роботи регулятора

У регуляторі МІК-121Н є **три** режими роботи управління об'єктом регулювання:

- автоматичний режим роботи – РУ не світиться,
- ручний режим роботи – РУ світиться.

Режим роботи регулятора, автоматичний або ручний, є *станом, що запам'ятовується.* Після включення живлення регулятор знаходиться в тому режимі, в якому він перебував на момент відключення.

4.3.1.1 Автоматичний режим роботи. Перехід на ручний режим роботи

Автоматичний режим роботи ● В автоматичному режимі роботи регулятор управляє об'єктом регулювання згідно з обраним законом регулювання і з відповідними налаштуваннями користувача.

○ **РУ** ● В автоматичному режимі роботи індикатор **РУ** на передній панелі погашений.

☞ **[Р/А]** ● Для переходу в *ручний* режим управління необхідно натиснути клавішу **[Р/А]** на передній панелі регулятора.

✹ **РУ** ● Індикатор **РУ** на передній панелі починає блимати.

☞ **[⏎]**
● **РУ** ● Якщо оператор натиснув клавішу **[⏎]** в процесі миготіння індикатора **РУ** (приблизно 3-4 секунди) - відбудеться *фіксація обраного режиму* і регулятор перейде в режим ручного управління, індикатор **РУ** буде світитися - що буде в подальшому вказувати на ручний режим роботи.

Рівень захисту ● Якщо оператор *не підтверджує* своїх дій натисканням клавіші **[⏎],** То дані дії оператора сприймаються як невірну дію або випадкову, відповідно регулятор не змінить режим управління.

4.3.1.2 Ручний режим роботи. Перехід на автоматичний режим роботи

Ручний режим роботи ● В ручному режимі роботи оператор з передньої панелі за допомогою клавіш **[▲]** "більше" і **[▼]** "менше", управляє виходом регулятора, тим самим формує значення керуючого впливу, що подається на виконавчий механізм.

○ **РУ** ● Індикатор **РУ** на передній панелі світиться.

☞ **[Р/А]** ● Для переходу в автоматичний режим управління необхідно натиснути клавішу **[Р/А]** на передній панелі регулятора.

✹ **РУ** ● Індикатор **РУ** на передній панелі починає блимати, якщо оператор натиснув клавішу **[⏎]** В процесі миготіння індикатора **ЛУ** (приблизно 3-4 секунди) - відбудеться *фіксація обраного режиму* і регулятор перейде в режим автоматичного *локального* управління.

☞ **[⏎]**

● **РУ** ● Індикатор **РУ** згасне і засвітиться індикатор **ЛУ** - що буде в подальшому вказувати на автоматичний *локальний* режим роботи.

Рівень захисту ● Якщо оператор *не підтверджує* своїх дій натисканням клавіші **[⏎],** то дані дії оператора сприймаються як невірна дія або випадкова, відповідно регулятор не змінить режим управління.

4.3.2 Зміна значення заданої точки

При включенні регулятора МІК-111 встановлюється режим РОБОТА. На дисплей **ПАРАМЕТР** виводиться значення вимірюваної величини, а на дисплей **ЗАВДАННЯ** — значення заданої точки.

Задана точка змінюється з передньої панелі регулятора. При короткочасному натисканні клавіші **[⏻]** на дисплеї **ЗАВДАННЯ** виводиться значення заданої точки в миготливим вигляді, що означає вхід в режим зміни завдання. Значення заданої точки є *значенням, яке запам'ятовується* . Після включення живлення регулятор починає роботу з тим значенням заданої точки, яке було на момент відключення.

Задана точка використовується тільки в автоматичному режимі управління, але змінювати її можливо як в ручному (якщо використовується динамічне балансування), так і в автоматичному режимі. Завдання встановлюється користувачем і використовується при роботі регуляторів (рівень **CTRL).**

Зміна значення заданої точки

☛ **[⏻]**

● Для зміни значення заданої точки необхідно короткочасно натиснути клавішу **[⏻].**

ЗАВДАННЯ
015.0

● Дисплей **ЗАВДАННЯ** почне блимати. На даному етапі при миготливому дисплеї **ЗАВДАННЯ** можлива зміна значення заданої точки.

☛ **[▲]**
☛ **[▼]**

● З передньої панелі за допомогою клавіш **[▲]** "більше" і **[▼]** "менше", встановіть необхідне значення заданої точки, яка вказана на дисплеї **ЗАВДАННЯ.**

☛ **[⏎]**

● Якщо оператор натиснув клавішу **[⏎]** в процесі миготіння дисплея **ЗАВДАННЯ** (приблизно 3-4 секунди) - регулятор перейде на режим управління з новим значенням внутрішньої заданої точки.

ЗАВДАННЯ
020.0
Рівень захисту

● Дисплей **ЗАВДАННЯ** перестає блимати і світиться рівним світлом

● Якщо оператор *не підтверджує* своїх дій натисканням клавіші **[⏎]** в процесі дисплею **ЗАВДАННЯ** (приблизно 3-4 секунди), то дані дії оператора сприймаються як невірна дія або випадкова зміна значення.

Клавіша **[⏻]** працює як скасування введених значень і виходу з режиму зміни завдання.

Режими зміни і перемикання заданої точки

Дуже важливим для нормальної роботи регуляторів є наявність в них *безударного (плавного) перемикання або зміни* заданої точки. Перемикання або зміна заданої точки регулятора МІК- 111Н **відбувається у випадках:**

- перемикання регулятора з ручного режиму роботи на автоматичний;
- зміна значення внутрішньої заданої точки з передньої панелі регулятора або по інтерфейсу.

Перемикання або зміна заданої точки регулятора **забезпечується за допомогою** статичного та динамічного балансування вузла задавача регулятора.

Залежно від значень параметрів меню конфігурації [CTRL.02] - швидкість динамічного балансування завдання в регуляторі МІК-111 є різні режими статичного та динамічного балансування:

- **1 режим:** [CTRL.02] = 0 - статичне балансування.
- **2 режим:** [CTRL.02] ≠ 0 - динамічне балансування,

Функціональна схема роботи балансувань показана на рисунку 4.2. Функції режимів статичного та динамічного балансування показані в таблиці 4.1.

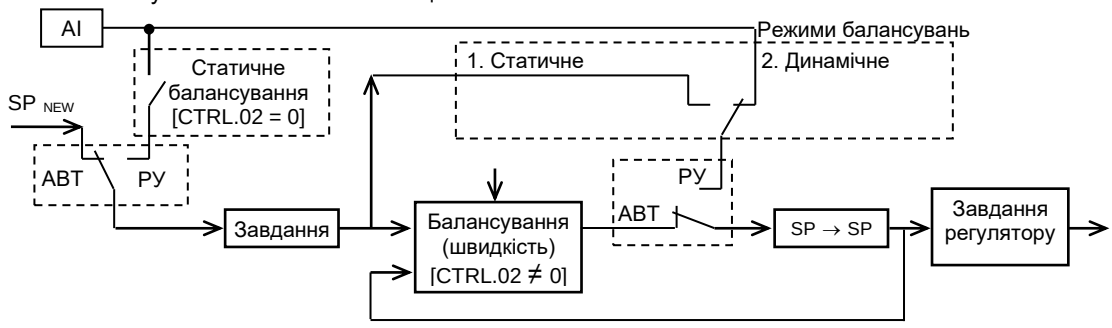


Рисунок 4.2 - Функціональна схема балансування регулятора МІК-111

Примітка. На схемі умовно показано положення перемикачів для автоматичного режиму управління регулятора і динамічного балансування.

Таблиця 4.1 - Функції режимів балансування регулятора МІК-111

	Режим балансування	Значення параметрів [CTRL.02]	Динаміка зміни заданої точки
Переключення режиму управління РУЧНИЙ-АВТОМАТ	статична	=0	При перемиканні SP = AI
	динамічна	≠0	При перемиканні завдання починає змінюватися від значення входу AI1 до встановленого значення завдання зі швидкістю балансування [CTRL.02]
Зміна заданої точки (з передньої панелі або по інтерфейсу)	статична	=0	При зміні завдання миттєво змінюється від його попереднього значення до встановленого
	динамічна	≠0	При зміні завдання починає змінюватися від його попереднього значення до встановленого значення зі швидкістю балансування [CRTL.02]

Примітка. Якщо значення **[CTRL.02]** ≠ 0, то значення швидкості динамічного балансування встановлюється в межах [1; 999,9] тех.од. / хв.

4.3.3 Зміна значення керуючого впливу

● **РУ**

● Для зміни значення керуючого впливу, регулятор повинен знаходитися в ручному режимі керування. Якщо регулятор знаходиться в автоматичному режимі, його необхідно перевести в ручний режим управління - див. Розділ 4.6.1. Індикатор **РУ** на передній панелі світиться. Обрано ручний режим керування.

☛ **[▲]**
☛ **[▼]**

● В ручному режимі управління оператор з передньої панелі за допомогою клавіш **[▲]** "більше" і **[▼]** "менше", керує виходом регулятора, тим самим формує значення керуючого впливу, що подається на виконавчий механізм через ключі БІЛЬШЕ-МЕНШЕ або аналоговий вихід, в залежності від обраного типу регулятора (див. параметр [CTRL.00]).

ЗАВДАННЯ
20.00

● При зміні значення керуючого впливу після першого натискання будь-якої з клавіш **[▲]** "більше" або **[▼]** "менше" на дисплей **ЗАВДАННЯ** замість значення

завдання виводиться значення виходу регулятора в миготливому вигляді, а також світлодіодні індикатори ▲ або ▼ вказують оператору який параметр (сигнал) в даний момент змінюється.

ЗАВДАННЯ
40.0

● Після закінчення зміни значення керуючого впливу, відпуском клавіші **[▲]** "більше" або **[▼]** "менше" після закінчення 3-4 секунд дисплей **ЗАВДАННЯ** перестає блимати і на нього виводиться значення завдання, а значення виходу фіксується в енергонезалежній пам'яті.

4.4 Режим КОНФІГУРУВАННЯ

За допомогою цього режиму вводять параметри і константи регулятора, параметри типу входу, фільтра, типу управління, сигналізації відхилень, виходів, калібрування, параметри мережевого обміну і запису параметрів.

Параметри розділені по групах, кожна з яких має назву "рівень". Кожне задане значення (елемент налаштування) в цих рівнях називається "параметром". Параметри, які використовуються в регуляторі МІК-111, згруповані в 13 рівнів і представлені на діаграмі - див. рис 4.3.

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

Після цього на дисплей ПАРАМЕТР виводиться меню введення пароля: **«P 00».**

За допомогою клавіш програмування [▲], [▼] ввести пароль: «**P 02**» и короткочасно натиснути клавішу **[↵].**

УВАГА!!!

Якщо пароль введений невірно - регулятор перейде в *режим РОБОТА.*
Якщо пароль введений вірно - регулятор перейде в *режим КОНФІГУРУВАННЯ.*

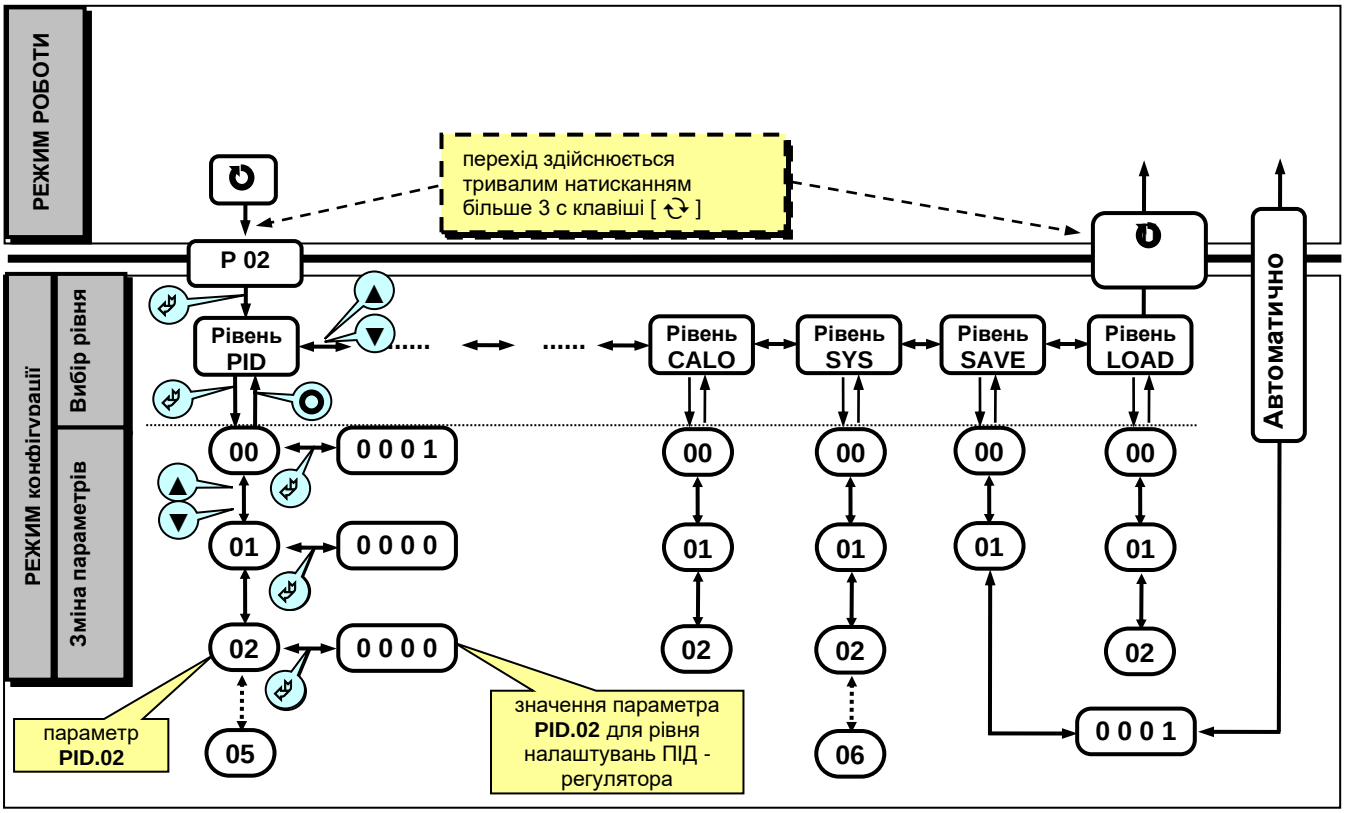


Рисунок 4.3 - Діаграма режиму конфігурації і налаштувань.

4.4.1 Призначення рівнів конфігурування

Таблиця 4.2 - Відображення номера рівня конфігурування

Призначення РІВНЯ	Назва	Індикація
Налаштування параметрів ПІД регулятора	PID	PId.
Налаштування параметрів блоку перетворення аналогового вхідного сигналу AI	AIN	AIn.
Налаштування параметрів аналогового виходу AO	AOT	AOt.
Конфігурація вихідного пристрою DO1	DOT1	dot1
Конфігурація вихідного пристрою DO2	DOT2	dot2
Налаштування параметрів регулятора	CTRL	CtrL.
Абсциси (X) опорних точок лінеаризації	LNRX	LnrX
Ординати (У) опорних точок лінеаризації	LNRY	LnrY
Калібрування аналогового входу AI	CALI	CALi.
Корекція аналогового входу AI	CORR	Corr
Калібрування аналогового виходу AO	CALO	CALo.
Загальні параметри	SYS	SYS.
Збереження параметрів	SAVE	SAvE.

4.4.2 Зміна та фіксування значень

Після переходу в режим конфігурації на цифровому дисплеї з'явиться назва рівня конфігурації: AIN ... SAVE - « AIn1 »...« SAUE ».

Після вибору потрібного рівня потрібно натиснути короткочасно клавішу підтвердження **[↵].**

Вибравши необхідний пункт меню клавішами ▲ ▼, для зміни параметру необхідно знову короткочасно натиснути клавішу **[↵].**

На цифровому дисплеї в ***миготливому*** режимі виведеться значення параметра обраного пункту меню, наприклад, **«0001».**

За допомогою клавіш програмування ▲ ▼, при необхідності, провести зміну значення обраного параметра, короткочасно натиснути клавішу **[↵]** - регулятор знову перейде в режим конфігурації - на цифровому дисплеї з'явиться номер колишнього обраного пункту меню.

За допомогою клавіш програмування ▲ ▼ встановити наступний необхідний для зміни пункт меню, і т.д. поки всі необхідні параметри на даному рівні режиму конфігурації не будуть змінені.

Для того щоб повернутися до вибору рівня конфігурації, необхідно натиснути клавішу **[⏻].**

Далі вибрати наступної рівень режиму конфігурації, який потрібно змінити. Повторити пункт 5 -10. І так доти, поки не будуть змінені всі потрібні рівні конфігурування.

Викликати рівень SAVE « SAUE » і зберегти всі змінені значення в енергонезалежній пам'яті. При збереженні параметрів в енергонезалежній пам'яті вихід з рівня конфігурування здійснюється автоматично.

Якщо змінені параметри не потрібно зберігати в енергонезалежній пам'яті, вихід з режиму конфігурації здійснюється тривалим, більше 3-х секунд, натисканням клавіші **[⏻]** або після закінчення часу 2-х хвилин (параметри збережуться в оперативній пам'яті).

4.4.3 Рівень дозволу конфігурування регулятора по мережі ModBus. Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять.

Конфігурація регулятора виробляється як з передньої панелі регулятора, так і по мережі ModBus. Через інтерфейс конфігурування проводиться за допомогою програмного додатка МІК-Конфігуратор (поширюється безкоштовно) або через SCADA систему.

Для того щоб уникнути несанкціонованої зміни параметрів конфігурації через інтерфейс, існує *рівень захисту* доступу до регістрів конфігурації 19-111. Заборонити або дозволити доступ до цих регістрів можна з верхнього рівня, а також в меню конфігурації регулятора.

Дозволи конфігурування по мережі ModBus дозволяється на верхньому рівні встановленням в регістрі 18 значення «1». Якщо в цьому регістрі знаходиться "0", то конфігурування на верхньому рівні заборонено.

З регулятора дозвіл програмування здійснюється на рівні конфігурації SAVE.00.

Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять здійснюється в такий спосіб:

1) Провести модифікацію всіх необхідних параметрів.
2) Встановити значення параметра SAVE.01 = 0001.
3) Натиснути клавішу **[↵].**
4) На дисплеї **ПАРАМЕТР** з'являться символи " SAUE ", Вказуючи про те, що відбувається операція запису в енергонезалежну пам'ять;
5) Після зазначених операцій буде зроблено запис всіх модифікованих параметрів в енергонезалежну пам'ять. Після проведення запису параметрів регулятор перейде в режим РОБОТА. Після запису параметр SAVE.01 автоматично встановлюється в 0000.

4.5 Порядок налаштування аналогового входу і аналогового виходу

При налаштуванні і перебудові вхідного і вихідного сигналів необхідно привести у відповідність наступне:

- параметри меню конфігурування, що відповідають типу вхідного сигналу,
- положення перемичок на платі процесора (встановленій всередині регулятора).

Типи вхідних і вихідних сигналів і положення перемичок наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Положення перемичок для різних типів вхідних і вихідних сигналів

Тип вхідного сигналу	Параметр меню конфігурування	Положення перемичок на платі процесора (рис.4.6.а)	
Аналоговий вхід AI			
Від 0 мА до 5 мА Rвх = 400 Ом	AIN.00 = 0001	JP1 [1-2], [7-8]	J1 [3-4], J2 [5-6]
Від 0 мА до 20 мА, Rвх = 100 Ом	AIN.00 = 0001	JP1 [1-2], [5-6]	J1 [3-4], J2 [5-6]
Від 4 мА до 20 мА, Rвх = 100 Ом	AIN.00 = 0001	JP1 [1-2], [5-6]	J1 [3-4], J2 [5-6]
Від 0В до 10В, Rвх = 25 кОм	AIN.00 = 0001	JP1 [2-4], [5-7]	J1 [3-4], J2 [5-6]
Від 0мВ до 75 мВ	AIN.00 = 0001	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
Від 0мВ до 200 мВ	AIN.00 = 0001	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [3-4]
Від 0В до 2 В	AIN.00 = 0001	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [5-6]
ТСМ 50М, від мінус 50°С до плюс 200°С	AIN.00 = 0003	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [1-2], J2 [3-4]
ТСМ 100М, від мінус 50°С до плюс 200°С	AIN.00 = 0004	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [1-2], J2 [3-4]
ТСМ гр.23, від мінус 50°С до плюс 180°С	AIN.00 = 0005	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [1-2], J2 [3-4]
ТСП 50П, Pt50, від мінус 50°С до плюс 650°С	AIN.00 = 0006	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [1-2], J2 [3-4]
ТСП 100П, Pt100, від мінус 50°С до плюс 650°С	AIN.00 = 0007	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [1-2], J2 [3-4]
ТСП гр.21, від мінус 50°С до плюс 650°С	AIN.00 = 0008	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [1-2], J2 [3-4]
ТЖК (J), від 0°С до плюс 1100°С	AIN.00 = 0011	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
ТХК (L), від 0°С до плюс 800°С	AIN.00 = 0012	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
ТХКн (E), від 0°С до плюс 850°С	AIN.00 = 0013	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
ТХА (K), від 0°С до плюс 1300°С	AIN.00 = 0014	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
ТПП10 (S), від 0°С до плюс 1600°С	AIN.00 = 0015	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
ТПР (B), від 0°С до плюс 1800°С	AIN.00 = 0016	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
ТВР (A-1), від 0°С до плюс 2500°С	AIN.00 = 0017	JP1 [1-2], [5-7]	J1 [3-4], J2 [1-2]
Аналоговий вихід AO			
Тип вихідного сигналу		**Положення перемичок на платі аналогового виходу**	
0-5 мА, вх <2000 Ом		J1 [2-3]	
0-20 мА , Rвх <500 Ом		J1 [1-2]	
4-20 мА , Rвх <500 Ом		J1 [1-2]	

1. Зміщення вхідного сигналу 4-20мА встановлюється програмно.
2. Характеристики типів вхідних сигналів наведені в розділі 1.
3. Порядок калібрування вхідних аналогових сигналів наведено в розділі 5.

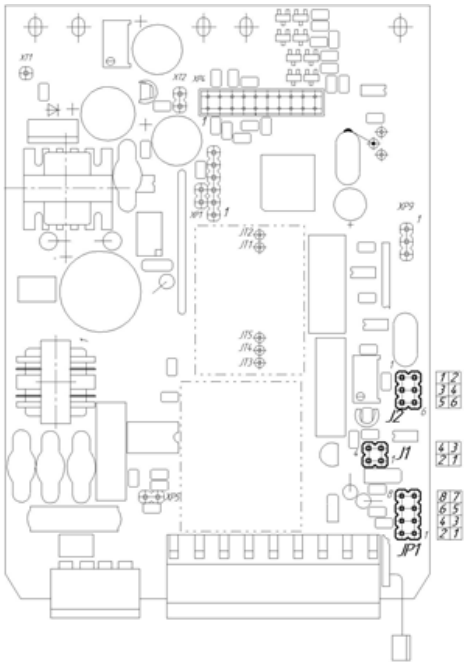


Рисунок 4.5 - Положення перемичок на платах регулятора МІК-111

4.6 Передавальна функція ПІД-регулятора

Регулятор МІК-111 побудований таким чином, що в процесі роботи в кожен момент часу **t** на виході регулятора буде формуватися вплив **Y(t)** в залежності від вхідного сигналу регулятора **E(t)** - розузгодженості між вхідним параметром **PV** і завданням регулятора **SP.**

Залежність між вхідним сигналом регулятора **E(t)** і вихідним **Y(t)** визначає передавальна функція регулятора. Алгоритм перетворення регулятора містить три складові регулятора: пропорційна **(П**-складова), інтегральна **(І**-складова) і диференціальна **(Д**-складова).

У МІК-111 використовується паралельна структура **ПІД**-регулятора. Алгоритмічна схема роботи ПІД-регулятора паралельної структури показана на рисунку 4.6.

Згідно рисунка 4.6 для паралельної структури регулятора передавальна функція має вигляд:

$$Y(t) = Kp \cdot E(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t E(t)dt + T_d \frac{dE(t)}{dt},$$

де K_p - коефіцієнт пропорційності регулятора (параметр меню конфігурації [PID.00]), T_i - час інтегрування регулятора (параметр меню конфігурації [PID.01]), $T_Д$ - час диференціювання регулятора (параметр меню конфігурації [PID.02]).

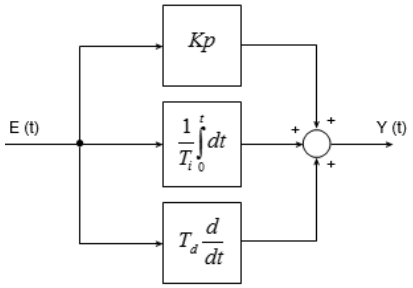


Рисунок 4.6 - Паралельна структура ПІД регулятора

4.7 Ручна установка параметрів регулювання по перехідній функції об'єкта регулювання

Якщо задана перехідна функція об'єкта регулювання або вона може бути визначена, то параметри регулювання можуть бути встановлені відповідно до настановним директивам, вказаним в довідниках. Перехідна функція в положенні регулятора «Ручний режим» може бути записана через стрибкоподібну зміну керуючого впливу і характер регульованої величини може реєструватися самописцем. При цьому створюється перехідна функція, яка приблизно відповідає вказаної на рисунку 4.7.

Добрі середні величини із встановлювальних параметрів регулятора дають наступні емпіричні формули:

П - регулятор:
Коефіцієнт посилення Kp ≈ L / [D * K $_O$]

ПІ - регулятор:
Коефіцієнт посилення Kp ≈ 0,8 * (L / [D * K $_O$])
Час інтегрування T_I ≈ 3 * D

ПІД - регулятор:
Коефіцієнт посилення Kp ≈ 1,2 * (L / [D * K $_O$])
Час інтегрування T_I ≈ D
Час диференціювання T $_D$ ≈ 0,4 * D

Y - керуючий вплив
y - керуючий вплив
x - регульована величина
t - час
D - час затримки
L - час вирівнювання
K $_O$ - передавальний коефіцієнт об'єкта регулювання.

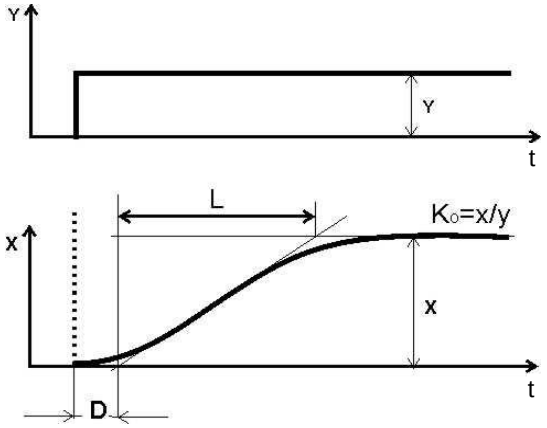


Рисунок 4.7 - Перехідна функція об'єкта регулювання з самовирівнюванням

5 Калібрування і перевірка регулятора

Калібрування регулятора здійснюється:
- На заводі-виробнику при випуску регулятора
- Користувачем:
  - при зміні типу давача
  - при підготовці до повірки (калібрування).

5.1 Калібрування аналогових входів

В режимі конфігурування встановіть параметри відповідні:
- Типу шкали аналогового входу
- Типу аналогового входу
- Положення децимального роздільника
- Нижня межа розмаху шкали
- Верхня межа розмаху шкали

Після підготовки регулятора до операції калібрування (конфігурування параметрів AIN.00-AIN.03, встановлення відповідних перемичок на платі процесора) проводиться калібрування в послідовності показаної в таблиці 5.1:

Таблиця 5.1 - Послідовність калібрування аналогового входу

1 Рівень калібрування аналогового входу AI	2 Контроль вхідного сигналу	3, Калібрування початкового значення шкали вимірювання, *тех. од.*	4 Контроль вхідного сигналу	5 Калібрування кінцевого значення шкали вимірювання, *тех. од*	6 Контроль результатів калібрування початкового значення шкали вимірювання, *код АЦП*	7 Контроль результатів калібрування кінцевого значення шкали вимірювання, *код АЦП*
ПАРАМЕТР CAL1	ПАРАМЕТР 1L	ПАРАМЕТР CL	ПАРАМЕТР 1H	ПАРАМЕТР CH	ПАРАМЕТР L	ПАРАМЕТР H
		- руч * - авт *		- руч * - авт *		
ЗАВДАННЯ CnFG	ЗАВДАННЯ 0004	ЗАВДАННЯ -0500	ЗАВДАННЯ 0996	ЗАВДАННЯ 6500	ЗАВДАННЯ 1964	ЗАВДАННЯ 9669

* - клавішами ▲ ▼ проводиться ручне калібрування, а клавішею ✋ - автоматичне калібрування

5.1.1 Порядок калібрування аналогового входу для підключення давачів з вихідним сигналом постійного струму

1. У меню конфігурації встановити вибраний тип давача **(AIN.00),** нижня і верхня межа розмаху шкали **(AIN.01** і **AIN.02)** і положення децимального роздільника **(AIN.03).** Підключити до аналогового входу AI регулятора МІК-111 зразкове джерело постійного струму згідно схеми підключення представленої на рис. Б.2. Вибрати рівень калібрування аналогового входу **CLI.**

2. *Режим контролю вхідного сигналу для калібрування початкового значення шкали вимірювання.*
Вибір здійснюється натисканням клавіші **[✋]** з індикацією **IL** на дисплеї ПАРАМЕТР. Задати значення вхідного сигналу 0 мА (або 4 мА), в залежності від типу сигналу, і проконтролювати на дисплеї ЗАВДАННЯ сигнал АЦП, який буде відповідати нижньої межі (AI_L). Якщо значення вхідного сигналу знаходиться в діапазоні від -005.0% до + 025.0%, то натисканням клавіші **[▲]** перейти в режим калібрування нижньої межі шкали **CL.** Якщо значення аналогового входу виходить за вказаний діапазон, то калібрування не може бути проведене і при спробі його проведення на дисплеї ЗАВДАННЯ з'явиться повідомлення **Err.C.** В цьому випадку слід перевірити підключення вхідного сигналу, встановлення перемичок на платі регулятора, а також тип обраного давача в пункті **AIN.00** і ще раз проконтролювати вхідний сигнал.

3. *Режим калібрування початкового значення шкали вимірювання.*
Вибір здійснюється натисканням клавіші **[▲]** з індикацією **CL** на дисплеї ПАРАМЕТР. Можливі два варіанти калібрування:

- *ручне* калібрування здійснюється натисканням клавіш **[▲]** або **[▼]** контролюючи значення вимірюваної змінної на дисплеї ПАРАМЕТР
- *автоматичне, здійснюється* натисканням клавіші **[✋].** почергове блимання індикаторів "Min" - "MAX" свідчить про перехід в режим автоматичного калібрування, яке можна скасувати повторним натисканням клавіші **[✋]** Або виконати натисканням клавіші **[✋],** про що буде свідчити усталене початкове

значення і припиниться миготіння "Min" - "MAX". При цьому в параметрі AI_L (регістр 103) зафіксується значення нижньої межі сигналу АЦП.

4. *Режим контролю сигналу для калібрування кінцевого значення шкали вимірювання.*

Вибір здійснюється клавішею **[⏎]** з індикацією **IH** на дисплеї ПАРАМЕТР. Задати значення вхідного сигналу 5 мА (або 20 мА) в залежності від типу сигналу і проконтролювати на дисплеї ЗАВДАННЯ сигнал АЦП, який буде відповідати верхній межі ($AI_н$). Якщо це значення знаходиться в діапазоні від 090.0% до + 110.0%, то натисканням клавіші **[▲]** перейти в режим калібрування кінцевого значення шкали **CH.** Якщо значення аналогового входу виходить за вказаний діапазон, то калібрування не може бути проведене, і при спробі його проведення на дисплеї ЗАВДАННЯ з'явиться повідомлення **Err.C.** В цьому випадку слід перевірити підключення вхідного сигналу на платі регулятора, а також тип обраного давача в пункті **AIN.00** і ще раз проконтролювати вхідний сигнал в пункті **IH.**

5. *Режим калібрування кінцевого значення шкали вимірювання.*

Калібрування проводиться аналогічно п.3., зі сталим кінцевим значенням. При цьому в параметрі $AI_н$ (Реєстр 104) фіксується значення верхньої межі сигналу АЦП.

6. *Режим контролю параметрів калібрування.*

Вибір здійснюється клавішею **[▲]** з індикацією відповідно L - контроль нижньої межі сигналу АЦП, H - контроль верхньої межі сигналу АЦП. При цьому контрольовані параметри калібрування повинні перебувати в діапазоні, зазначеному в таблиці 5.2 для даного типу давача.

7. Натисканням клавіші **[O]** повернутися в меню конфігурування регулятора і зробити запис параметрів калібрування (див. розділ 4.4.3), в іншому випадку введена інформація не буде збережена при відключенні живлення регулятора.

Необхідно пам'ятати, що після проведення калібрування необхідно зробити запис параметрів в енергонезалежну пам'ять, в іншому випадку введена інформація не буде збережена при відключенні живлення регулятора.

ЗАУВАЖЕННЯ ДО ОПЕРАЦІЙ КАЛІБРУВАННЯ

В процесі ручного калібрування не потрібно точної рівності сигналів 0% і 100% діапазону. Наприклад, можна проводити калібрування для сигналів 2% і 98% діапазону. Важливо лише те, щоб по цифровому індикатору встановити значення, максимально близьке до встановленого значення вхідного сигналу.

Для підвищення точності вимірювання вхідних аналогових сигналів допускається проводити калібрування для всього кола перетворення сигналу з урахуванням вторинних перетворювачів сигналів.

Наприклад, для вхідного кола: *давач - перетворювач - регулятор МІК-111* джерело еталонного сигналу підключається замість давача, а операція калібрування вхідного сигналу проводиться на регуляторі МІК-111.

5.1.2 Порядок калібрування входу для підключення давачів термометрів опору

Порядок калібрування входів для підключення давачів термометрів опору ТСМ 50М:

1. В параметрах конфігурації, AIN встановити:
   Градуювальна характеристика аналогового входу AI1 AIN.00 = 0003

2. Підключити магазин опорів МСР-63 (або аналогічний регулятор з аналогічними характеристиками) до входу AI замість давача термоперетворювача опору, який підключається згідно зі схемою зовнішніх з'єднань (див. додаток Б.1).

3. На магазині опорів встановити значення опору для обраного типу давача **39.22 Ом,** відповідно до початкового значення. Натиснути клавішу **[⏎].** Див. Таблицю 5.1.

4. В режимі конфігурації встановіть параметр **CL** "Калібрування початкового значення шкали вимірювання". Натискаючи клавіші **[▲]** або **[▼]** встановіть на дисплеї значення, що відповідає значенню нижньої межі шкали при калібруванні **"-50,0˚C".** Натисніть клавішу **[⏎].**

5. Вибрати параметр **CH** "Калібрування кінцевого значення шкали вимірювання".

6. На магазині опорів встановіть кінцеве значення опору при калібрування для обраного типу давача **92,77 Ом.**

7. Натискаючи клавіші **[▲]** або **[▼]** встановіть на дисплеї значення, відповідне кінцевому значенню шкали при калібрування **"200,0˚C".** Натисніть клавішу **[⏎].**

8. *Режим контролю параметрів калібрування.*

Вибір здійснюється клавішею **[▲]** з індикацією відповідно L - контроль нижньої межі сигналу АЦП, H - контроль верхньої межі сигналу АЦП. При цьому контрольовані параметри калібрування повинні перебувати в діапазоні, зазначеному в таблиці 5.2 для даного типу давача.

5.1.3 Калібрування аналогового входу для термоелектричних перетворювачів

Для термопар при калібрування встановити тип термопари. До клем аналогового входу, який калібрується, підключити калібратор напруги, наприклад диференційний вольтметр В1-12 або аналогічний прилад з аналогічними характеристиками. Далі калібрувати аналогової вхід аналогічно термометрам опору, встановлюючи початкові і кінцеві значення напруг, які відповідають початковому і кінцевому значенню шкали обраної термопари (див. таблицю 5.2).

5.1.4 Таблиця діапазонів мінімальних і максимальних значень аналогового сигналу в коді АЦП

Таблиця 5.2 - Діапазони мінімальних і максимальних значень аналогового сигналу в коді АЦП і рекомендовані межі калібрування

Код	Тип давача	Градуювальна характеристика і НСХ	Граничні значення, що відображуються при калібруванні регулятора	Граничні значення вхідного сигналу при калібруванні регулятора		Значення вхідного сигналу АЦП (відображаються на рівні калібрування регулятора CLI1 і параметрах AIN1.09 і AIN1.10	
				Початкове значення	Кінцеве значення	Мінімальне	Максимальне
0001 0002 0009 0010	От 0 мА до 5 мА От 0 мА до 20 мА От 4 мА до 20 мА От 0В до 10 В От 0В до 2 В От 0мВ до 75мВ От 0мВ до 200мВ	Лінійна (Вхід калібрується як лінійний, а потім встановлюється необхідна шкала)	0,0÷100,0 % або у встановлених технічних одиницях*	0 мА 0 мА 4 мА 0 В 0 В 0 мВ 0 мВ	5 мА 20 мА 20 мА 10 В 2 В 75 мВ 200 мВ	1.400 – 2.400 1.400 – 2.400 4.000 – 5.000 1.400 – 2.400 1.400 – 2.400 1.400 – 2.400 1.400 – 2.400	14.50 – 21.00 14.50 – 21.00 14.50 – 21.00 14.50 – 21.00 14.50 – 21.00 18.30 – 21.00 13.00 – 14.50
0003	ТСМ	50М, W_{100}=1,428	-50,0÷200,0 ºС	39,225 Ом	92,775 Ом	1.500 – 2.500	4.800 – 6.000
0004	ТСМ	100М, W_{100}=1,428	-50,0÷200,0 ºС	78,450 Ом	185,550 Ом	3.900 – 4.900	10.40 – 11.60
0005	ТСМ	Гр.23	-50,0÷200,0 ºС	41,710 Ом	98,160 Ом	1.700 – 2.700	4.800 – 5.900
0006	ТСП	50П, W_{100}=1,391	-50,0÷650,0 ºС	40,000 Ом	166,615 Ом	1.600 – 2.600	9.200 – 10.50
	Pt	Pt50, α = 0,00390	-50,0÷650,0 ºС	40,025 Ом	166,320 Ом	1.600 – 2.600	9.200 – 10.50
	Pt	Pt50, α = 0,00392	-50,0÷650,0 ºС	39,975 Ом	166,910 Ом	1.600 – 2.600	9.200 – 10.50
0007	ТСП	100П, W_{100}=1,391	-50,0÷650,0 ºС	80,000 Ом	333,230 Ом	4.000 – 5.000	19.30 – 20.70
	Pt	Pt100, α = 0,00390	-50,0÷650,0 ºС	80,050 Ом	332,640 Ом	4.000 – 5.000	19.30 – 20.70
	Pt	Pt100, α = 0,00392	-50,0÷650,0 ºС	79,950 Ом	333,820 Ом	4.200 – 5.200	19.30 – 20.70
0008	ТСП	Гр.21, W_{100}=1,391	-50,0÷650,0 ºС	36,800 Ом	153,300 Ом	1.400 – 2.400	8.400 – 9.700
0011	Термопара ТЖК (J)	ТЖК (J)	0,0÷1100,0 ºС	0 мВ	63,792 мВ	1.400 – 2.400	15.90 – 17.90
0012	Термопара ТХК (L)	ТХК (L)	0,0÷800,0 ºС	0 мВ	66,442 мВ	1.400 – 2.400	16.40 – 17.90
0013	Термопара ТХКн (E)	ТХКн (E)	0,0÷850,0 ºС	0 мВ	64,922 мВ	1.400 – 2.400	16.20 – 17.90
0014	Термопара ТХА (K)	ТХА (K)	0,0÷1300,0 ºС	0 мВ	52,410 мВ	1.400 – 2.400	13.20 – 14.60
0015	Термопара ТПП10 (S)	ТПП10 (S)	0,0÷1600,0 ºС	0 мВ	16,777 мВ	1.400 – 2.400	5.200 – 6.400
0016	Термопара ТПР (B)	ТПР (B)	0,0÷1800,0 ºС	0 мВ	13,591 мВ	1.400 – 2.400	4.500 – 5.700
0017	Термопара ТВР (A-1)	ТВР (A-1)	0,0÷2500,0 ºС	0 мВ	33,647 мВ	1.400 – 2.400	9.100 – 10.30

5.1.5 Корекція показань давача термокомпенсації

Давач термокомпенсации (вхід температурної компенсації холодного спаю термопар) встановлено на фронтальній стороні регулятора.

За допомогою параметра **SYS.04** проводиться корекція значення температури давача термокомпенсації. В даному меню цифровий дисплей ЗАВДАННЯ показує значення температури, отримане від давача термокомпенсації, тобто температуру середовища, в якому знаходиться, біля клем на тильній стороні регулятора. При необхідності, відкоригуйте значення давача термокомпенсації в параметрі **SYS.04** за допомогою клавіш програмування ▲ ▼.

Наприклад, якщо реальна температура середовища, в якій знаходиться давач 28,5°С, а в пункті **SYS.04** показує 28,8°С, то необхідно клавішею [▼] зменшити значення на дисплеї ЗАВДАННЯ з 28,8 до 28,5. Натиснути клавішу підтвердження **[↵]** І зберегти зміни в відповідним пункті меню (див. розділ 4.4.3).

5.2 Калібрування аналогового виходу

Перед початком калібрування аналогового виходу необхідно привести у відповідність положення перемички на модулі аналогового виходу (встановленому всередині регулятора). Типи вихідних сигналів і положення перемички наведені в таблиці 4.3.

Рівень калібрування аналогового виходу має три параметри. Параметр **CALO.00** використовується для індикації аналогового виходу в%. Якщо регулятор МІК-111 знаходиться в ручному режимі, то в цьому пункті можна також виробляти зміни стану аналогового виходу АО.

Пункти **CALO.01** і **CALO.02** використовуються для калібрування початкового і кінцевого значення шкали аналогового виходу.

Порядок калібрування наступний:

1. Підключіть до аналогового виходу АО регулятора МІК-111 еталонний вимірювальний регулятор - міліамперметр постійного струму.
2. В режимі конфігурації встановіть параметр **CALO.01** "Калібрування початкового значення аналогового виходу АО".
3. Натискаючи клавіші **[▲]** або **[▼]**,встановіть величину вихідного сигналу по міліамперметру рівну 0 мА (або 4 мА), що відповідає 0% діапазону, в залежності від типу сигналу.
4. Натиснути клавішу **[↵].**
5. Встановити параметр **CALO.02** "Калібрування кінцевого значення аналогового виходу АО"
6. Натискаючи клавіші **[▲]** або **[▼]**,встановіть величину вихідного сигналу по міліамперметру рівну 5 мА (або 20 мА), що відповідає 100% діапазону, в залежності від типу сигналу.
7. Натиснути клавішу **[↵].**
8. Автоматично встановиться параметр **CALO.02** "Тест аналогового виходу АО".
9. Натисніть клавішу**[↵].**

Необхідно пам'ятати, що після проведення калібрування необхідно зробити запис параметрів в енергонезалежну пам'ять, в іншому випадку введена інформація не буде збережена при відключенні живлення регулятора.

6 Технічне обслуговування

6.1 Загальні вказівки

Технічне обслуговування полягає в проведенні робіт з контролю технічного стану та подальшого усунення недоліків, виявлених в процесі контролю; профілактичного обслуговування, що виконується з встановленою періодичністю, тривалістю і в певному порядку; усунення відмов, виконання яких можливо силами персоналу, що виконує технічне обслуговування.

6.2 Заходи безпеки

Нехтування запобіжними заходами і правилами експлуатування може стати причиною травмування персоналу або пошкодження обладнання!
Для забезпечення безпечного застосування обладнання неухильно виконуйте вказівки цього розділу!

6.2.1 Видом небезпеки при роботі з МІК-111 є нищівна сила електричного струму. Джерелом небезпеки є струмопровідні частини, які знаходяться під напругою.

До експлуатування регулятора допускаються особи, які мають дозвіл для роботи в електроустановках напругою до 1000 В і вивчили настанову щодо експлуатування в повному обсязі.

6.2.2 Експлуатування регулятора дозволяється при наявності інструкції з техніки безпеки, затвердженої підприємством-споживачем в установленому порядку і враховує специфіку застосування регулятора на конкретному об'єкті. При монтажі, наладці і експлуатуванні необхідно керуватися ДНАОП 0.00-1.21 розділ 2, 4.

Всі монтажні та профілактичні роботи повинні проводитися при відключеному електроживленні.
При розбиранні регулятора для усунення несправностей прилад повинен бути відключений від мережі електроживлення.

7 Зберігання та транспортування

7.1 Умови зберігання регулятора

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

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

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

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

7.2 Умови транспортування регулятора

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

7.2.2 Регулятор повинен транспортуватися в кліматичних умовах, які відповідають умовам зберігання С3 згідно з ДСТУ IEC 60654-1:2001, але при тиску не нижче 35,6 кПа і температурі не нижче мінус 40 ° С або в умовах 3 при морських перевезеннях.

7.2.3 Під час вантажно-розвантажувальних робіт і транспортуванні запакований прилад не повинен зазнавати різких ударів і впливу атмосферних опадів. Спосіб розміщення на транспортному засобі повинен виключати переміщення регулятора.

7.2.4 Перед розпакуванням після транспортування при мінусовій температурі регулятор необхідно витримати протягом 3 годин на умовах зберігання В3 згідно з ДСТУ IEC 60654-1:2001.

8 Гарантії виробника

8.1 Виробник гарантує відповідність регулятора технічним умовам ТУ У 33.2-13647695-003:2006. При недотриманні споживачем вимог умов транспортування, зберігання, монтажу, налагодження та експлуатування, зазначених в цій інструкції, споживач позбавляється права на гарантію.

8.2 Гарантійний термін експлуатування - 5 років з дня відвантаження регулятора. Гарантійний термін експлуатування регуляторів, які поставляються на експорт - 18 місяців з дня проходження їх через державний кордон України.

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

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

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

Додаток А - Габаритні і приєднувальні розміри

Розміри цифрових індикаторів (дисплеїв): ***ПАРАМЕТР, ЗАВДАННЯ***

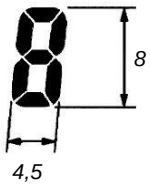
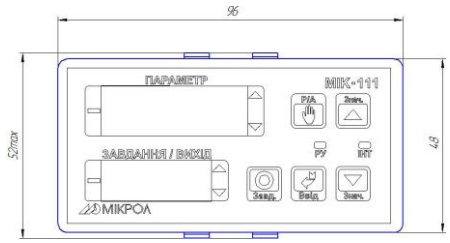
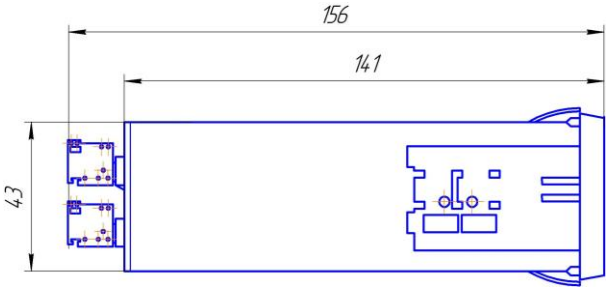


Рисунок А.1 - Зовнішній вигляд і розміри цифрових індикаторів регулятора МІК-111

Вигляд спереду ***Вигляд збоку***





Рекомендована товщина щита від 1 до 5 мм.

Рисунок А.2 - Габаритні розміри регулятора МІК-111

Розмітка отворів на щиті

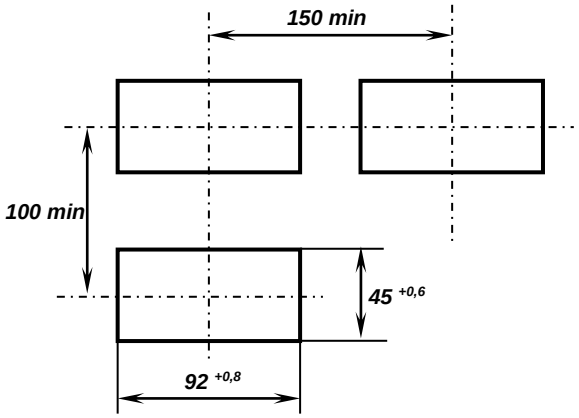


Рисунок А.3 – Розмітка отворів на щиті

Додаток Б - Підключення регулятора. Схеми зовнішніх з'єднань.

Додаток Б.1 Схема зовнішніх з'єднань регулятора МІК-111

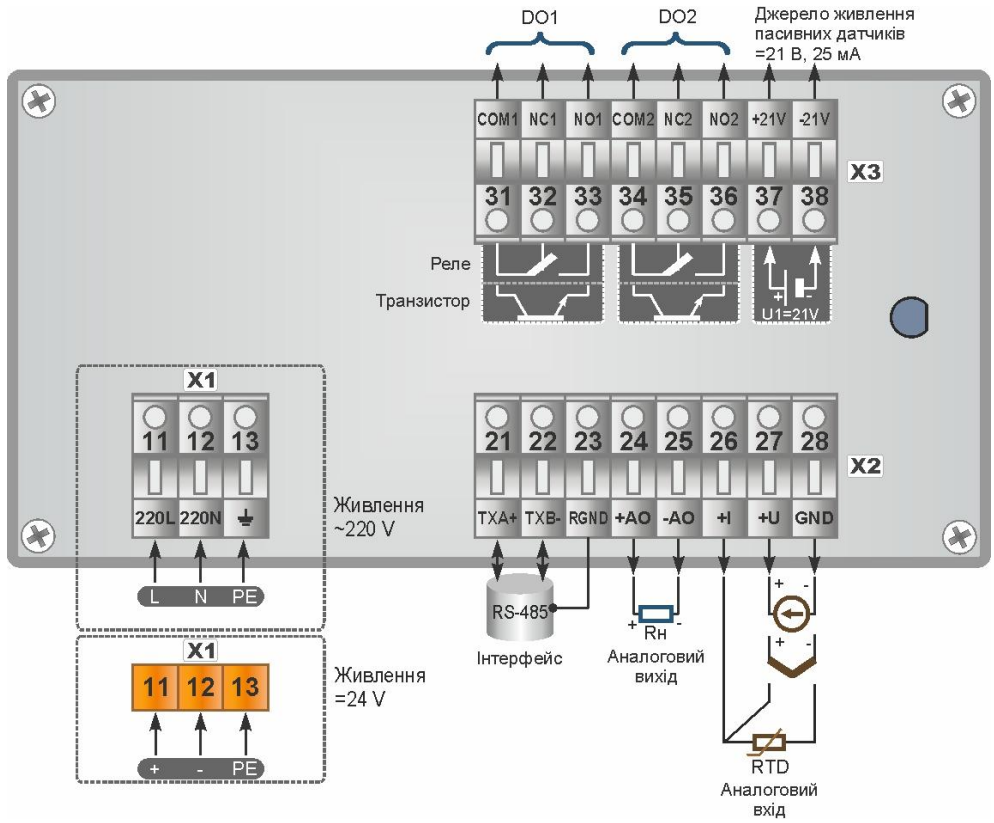


Рисунок Б.1 - Схема зовнішніх з'єднань регулятора МІК-111

Невикористані клеми з'єднувальних роз'ємів регулятора не підключати.

Додаток Б.2 Підключення аналогового давача з пасивним виходом

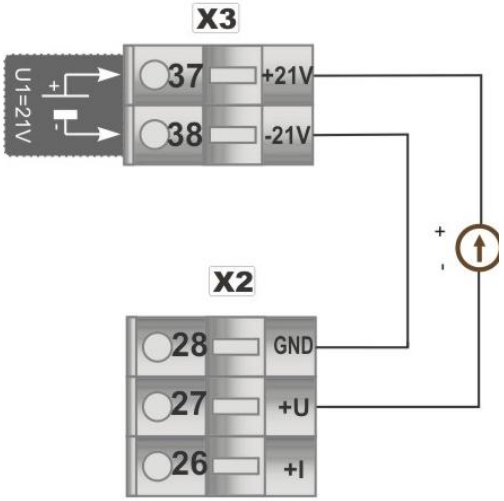


Рисунок Б.2 – Підключення аналогового давача з пасивним виходом

Додаток Б.3 Підключення дискретних навантажень

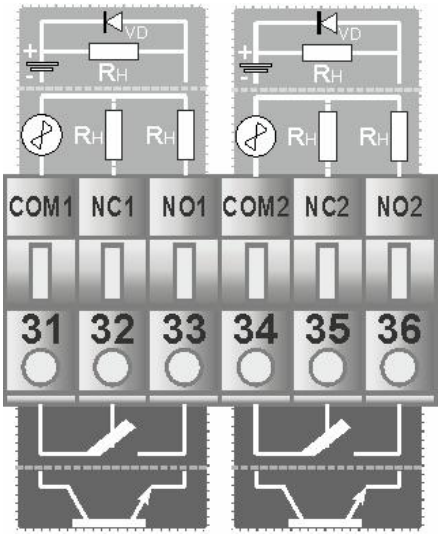


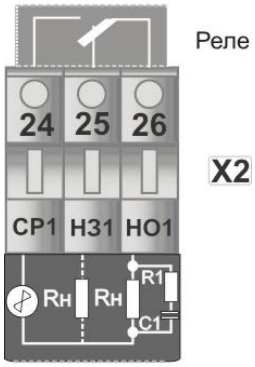
Рисунок Б.3 - Підключення дискретних навантажень до регулятора МІК-111

Примітки.

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

Тип встановлюваного діода КД209, КД258, 1N4004 ... 1N4007 або аналогічний, розрахований на зворотну напругу 100В, прямий струм 0,5 А.

Рекомендації по підключенню індуктивного навантаження для механічного реле.



де, R1 - резистор МЛТ-1-39 Ом-5%;
C1 - конденсатор К73-17-630В-0,1-0,5 мкФ-10%;
Rн - індуктивне навантаження.

Рисунок Б.4 - Схема підключення індуктивного навантаження для механічного реле

1. На рисунку Б.3 умовно показано розташування і призначення замикаючих контактів механічного реле каналів DO1 - DO4.
2. Максимально допустима напруга і максимально допустимий струм:
- до 250 В (8 А) змінного струму при резистивному навантаженні;
- до 250 В (3 А) змінного струму при індуктивному навантаженні (cosφ = 0,4);
- від 5 В (10 мА) до 30 В (5 А) постійного струму при резистивному навантаженні.

Додаток Б.4 Схема підключення інтерфейсу RS-485

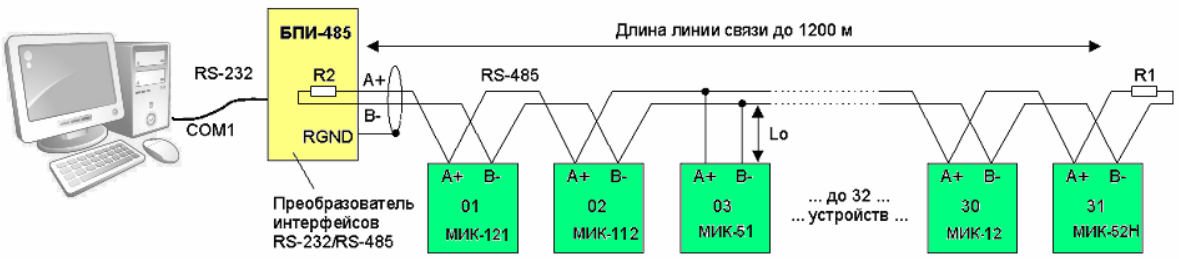


Рисунок Б.5 - Організація інтерфейсного зв'язку між комп'ютером і регуляторами

1. До одного порту COM або USB комп'ютера може бути підключено до 32 пристроїв, включаючи перетворювач інтерфейсів БПИ-485 (БПИ-52).
2. Загальна довжина кабельної лінії зв'язку не повинна перевищувати 1200 м.
3. В якості кабельної лінії зв'язку переважно використовувати екрановану виту пару.
4. Довжина відгалужень L_o повинна бути якомога меншою.
5. До інтерфейсних входів, розташованих в крайніх точках з'єднувальної лінії, необхідно підключити два термінальних резистора опором 120 Ом (R1 і R2). Підключення резисторів до регуляторів № 01 - 30 не потрібно. Підключення термінальних резисторів в блоці перетворення інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52) Дивись в РЕ на БПІ-485 (БПІ-52).

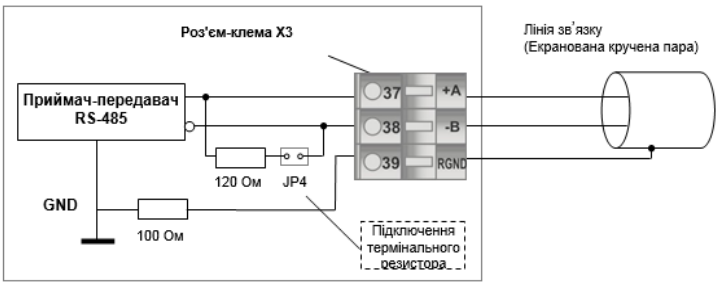


Рисунок Б.6 - Рекомендована схема підключення інтерфейсу RS-485

Додаток В - Комунікаційні функції

Додаток В.1 Загальні відомості

Мікропроцесорний регулятор МІК- 111Н забезпечує виконання комунікаційної функції по інтерфейсу RS-485, що дозволяє контролювати і модифікувати його параметри за допомогою зовнішнього пристрою (ПК, мікропроцесорної системи управління).

Інтерфейс призначений для конфігурування регулятора, для використання в якості віддаленого пристрою при роботі в сучасних мережах керування та збору інформації (прийому-передачі команд і даних), SCADA системах і т.п.

Протоколом зв'язку по інтерфейсу RS-485 є протокол Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit).

Для роботи необхідно налаштувати комунікаційні характеристики регулятора МІК- 111Н таким чином, щоб вони співпадали з налаштуваннями обміну даними головного комп'ютера. Технічні характеристики мережевого обміну налаштовуються на РІВНІ **SYS** конфігурації.

При обміні по інтерфейсному каналу зв'язку, якщо відбувається передача даних від регулятора в мережу, на передній панелі регулятора блимає індикатор **ІНТ.**

Програмно доступні регістри регулятора МІК-111 наведені в таблиці В.1 розділу В.1.

Доступ до регістрів оперативного керування № 0-18 дозволений постійно.

Доступ до регістрів програмування і конфігурації № 19-111 дозволяється в разі установки «1» в регістрі дозволу програмування № 18, який можливо здійснити як з передньої панелі регулятора МІК-121, так і з персональної ПК.

Кількість запитуваних регістрів не повинна перевищувати 16. Якщо в кадрі запиту замовлено більше 16 регістрів, регулятор МІК- 111Н у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

При програмуванні з ПК необхідно контролювати діапазони зміни значень параметрів, які зазначені в таблиці В.1 розділу В.1.

Для забезпечення мінімального часу реакції на запит від ПК в регуляторі існує параметр - SYS.02. «Тайм-аут кадру запиту в системних тактах регулятора 1 такт = 250 мкс». Мінімально можливі тайм-аути для різних швидкостей наступні:

Швидкість, біт / с	**Час передачі кадру запиту, мсек**	**Тайм-аут, в системних тактах 1 такт = 250 мкс ($T_{ime\ out}$ [с.т.])**
2400	36,25	145
4800	18,13	73
9600	9,06	37
14400	6,04	25
19200	4,53	19
28800	3,02	13
38400	2,27	10
57600	1,51	7
76800	1,13	5
115200	0,76	4
230400	0,38	3
460800	0,2	2
921600	0,1	1

Час передачі кадру запиту - пакета з 8-ми байт визначається співвідношенням
(Де: один байт,що передається = 1 старт біт + 8 біт + 1стоп біт = 10 біт):

$$T_{передачі} = 1000 * \frac{(10\ біт * 8\ байт + 7\ біт)}{V\ біт / сек},\ мсек$$

Якщо спостерігаються часті збої при передачі даних від регулятора, то необхідно збільшити значення його тайм-ауту, але при цьому врахувати, що необхідно збільшити час повторного запиту від ЕОМ, тому що завжди час повторного запиту має бути більше тайм-ауту регулятора.

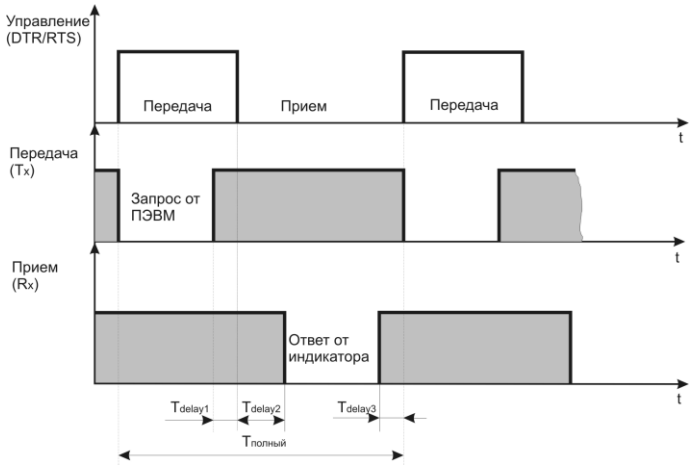


Рисунок В.1 - Часові діаграми управління передачею і прийомом блоку інтерфейсів БПИ-485 (БПИ-52)

T delay1 - затримка на автоматичне перемикання БПИ-485 (БПИ-52) на прийом даних. Вона складає час передачі одного байта.

T delay2 - час реакції пристрої на запит даних.

T delay3 - затримка на передачу останнього байта з буфера в лінію.

T повний - мінімальний час відповіді.

Додаток В.2 Таблиця програмно доступних регістрів регулятора МІК-111

Таблиця В.2 - Програмно доступні регістри регулятора МІК-111

Функціональний код операції	№ Регістру	Формат даних	Пункт меню	Найменування параметру	Діапазон зміни (десяткові значення)
03	0	SHORT	SYS.03	Регістр ідентифікації регулятора: Мол.байт - код (модель) регулятора 12 DEC, Ст.байт - версія прогр. забезпечення 08 DEC	251 DEC (значення регістра) F B HEX (по-байтно) 15 11 DEC (по-байтно)
03 / 06	1	SHORT	Передня панель	Значення аналогового входу AI, параметр	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	2, 3	BYTE	Виходи DO	Стан дискретних виходів DO1, DO2	0 - відключений, 1 - включений
03 / 06	4	SHORT	Передня панель	Значення дії, що управляє, подається на аналоговий вихід AO регулятора	Від 000,0 до 099,9 [2]
03 / 06	5	BYTE	Передня панель	Режим роботи регулятора	0- ручний, 1 автоматичний
03 / 06	6	SHORT	Передня панель	Задана точка	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	7	SHORT		Керування переміщенням імпульсного виконавчого механізму	-100 - 100%
03 / 06	8	SHORT		Положення механізму	Від 0000 до 0999
03 / 06	9	SHORT	PID.00	Коефіцієнт підсилення	Від 000,1 до 050,0 [2]
03 / 06	10	SHORT	PID.01	Час інтегрування	Від 0000 до 6000
03 / 06	11	SHORT	PID.02	Час диференціювання	Від 0000 до 6000
03	14	BYTE		Загальна сигналізація	0 - норм, 1 - сигналізація
03 / 06	*18*	BYTE	SAVE.00	*Дозвіл зміни регістрів*	*0 - заборонено, 1 - дозволено зміни конфігураційних регістрів,*
03 / 06	19	SHORT	AIN.00	Тип шкали	Від 0000 до 0017
03 / 06	20	SHORT	AIN.01	Нижня межа розмаху шкали	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	21	SHORT	AIN.02	Верхня межа розмаху шкали	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	22	SHORT	AIN.03	Положення десяткового роздільника]	0 - «XXXX», 1 - «XXX, X», 2 - «XX, XX», 3 - «X, XXX»
03 / 06	23	SHORT	AIN.04	Постійна часу цифрового фільтру	Від 000,0 до 060,0 [2]
03 / 06	24	SHORT	AIN.05	Максимальна тривалість імпульсної перешкоди	Від 000,0 до 005,0 [2]
03 / 06	25	BYTE	AIN.07	Метод температурної корекції вхідного сигналу від термопари	0 - ручна 1 - автоматична
03 / 06	26	SHORT	AIN.08	Значення температури в режимі ручної корекції вхідного сигналу від термопари	Від мінус 099,9 до 999,9 [2]
03 / 06	27	SHORT	CORR.01	Коефіцієнт корекції (зміщення)	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	28, 29	SHORT	DOT1.00 DOT2.00	Логіка роботи вихідних пристроїв DO1 , DO2	Від 0000 до 0006
03 / 06	30, 31			Резерв	
03 / 06	32, 33	SHORT	DOT1.01 DOT2.01	Тривалість імпульсу вихідних пристроїв DO1 і DO2	000,0 [2] - статичний 000,1-999,9 [2] - імпульсний

Закінчення таблиці В.1 - Програмно доступні регістри регулятора МІК-111

03 / 06	34, 35	SHORT	DOT1.02 DOT2.02	Уставка MIN DO1 - DO2	В діапазоні шкали обраного типу давача
03 / 06	36, 37	SHORT	DOT1.03 DOT2.03	Уставка MAX DO1 - DO2	В діапазоні шкали обраного типу давача
03 / 06	38, 39	SHORT	DOT1.04 DOT2.04	Гістерезис вихідного пристрою DO1 - DO2	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	40, 41	SHORT	DOT1.05 DOT2.05	Безпечне положення вихідного пристрою DO1 - DO2 при обриві давача	0 - кінцеве положення 1 - вимк. 2 - вкл.
03 / 06	42	SHORT	CTRL.00	Тип регулятора	Від 0000 до 0004
03 / 06	43	BYTE	CTRL.01	Тип керування регулятора	0000 - зворотне 0001 - пряме
03 / 06	44	SHORT	CTRL.02	Швидкість динамічного балансування завдання	Від 0000 до 9999
03 / 06	45	SHORT	CTRL.03	Час механізму Тм, період ПІД-ШІМ	Від 0000 до 9999
03 / 06	46	SHORT	CTRL.04	Мінімальна тривалість імпульсу Тмін	Від 0000 до 9999
03 / 06	47	SHORT	CTRL.05	Затримка на включення DO в протилежному напрямку	Від 0000 до 9999
03 / 06	48	SHORT	CTRL.06	Зона нечутливості 3-х позиційного регулятора (Мертва зона)	Від 0000 до 9999
03 / 06	49	SHORT	CTRL.07	Гістерезис вихідних пристроїв імпульсного регулятора	Від 000,0 до 090,0 [2)]
03 / 06	50	SHORT	CTRL.09	Обмеження MAX аналогової комірки регулятора	Від 000,0 до 109,9 [2)]
03 / 06	51	SHORT	CTRL.08	Обмеження Min аналогової комірки регулятора	Від мінус 009,9 до 109,9 [2)]
03 / 06	52	SHORT	CTRL.10	Безпечне положення виходу регулятора в разі відмови давача, лінії зв'язку або вимірювального каналу	Від 0000 до 0003
03 / 06	53	SHORT	CTRL.11	Значення безпечного положення, яке встановлюється користувачем	Від 000,0 до 099,9 [2)]
03 / 06	54	BYTE	CTRL.12	Тип технологічної сигналізації	Від 0000 до 0001
03 / 06	55	SHORT	CTRL.13	Уставка техн. сигналізації "мінімум"	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	56	SHORT	CTRL.14	Уставка техн. сигналізації "максимум"	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	57	SHORT	CTRL.15	Гістерезис технологічної сигналізації	Від 0000 до 9999
03 / 06	58	SHORT	AOT.00	Джерело аналогового сигналу для управління аналоговим виходом AO (функція ретрансмісії)	Від 0000 до 0002
03 / 06	59	BYTE	AOT.01	Напрямок вихідного сигналу AO	0-прямий; 1-зворотній
03 / 06	60	SHORT	AOT.02	Початкове значення вхідного сигналу дорівнює 0% вихідного сигналу	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	61	SHORT	AOT.03	Кінцеве значення вхідного сигналу рівне 100% вихідного сигналу	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	62	SHORT	AIN.06	Кількість точок лінеаризації	Від 0000 до 0019
03 / 06	63 - 82	SHORT	LNRX.00- LNRX.19	Абсциси опорних точок лінеаризації аналогового входу AI	Від 00,00 до 99,99 [2)]
03 / 06	83 - 102	SHORT	LNRY.00- LNRY.19	Ординати опорних точок лінеаризації аналогового входу AI	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	103	SHORT	AIN.09	Мінімальне значення вхідного сигналу АЦП	1500 - 6000
03 / 06	104	SHORT	AIN.10	Максимальне значення вхідного сигналу АЦП	2000 - 22000
03 / 06	105	SHORT	CALO.00	Значення калібрування початку шкали виходу AO	Від мінус 9999 до 9999
03 / 06	106	SHORT	CALO.01	Значення калібрування кінця шкали виходу AO	Від мінус 9999 до 9999
03	107	SHORT	SYS.04	Величина компенсації показань давача т.х.с.	Від мінус 9999 до 9999
03	108			Службова інформація	
03	109	SHORT		Значення вхідного сигналу АЦП	1500 - 22000
03	110	BYTE		Помилка входу	Побітно
03	111	BYTE		Помилка калібрування	
03	112	BYTE		Помилка користувача при калібрування	
03	113	SHORT	SYS.02	Тайм-аут кадру запиту	Від 0000 до 0200
03	114	SHORT	SYS.00	Мережева адреса	Від 0000 до 0255
03	115	SHORT	SYS.01	Швидкість обміну	Від 0000 до 0012

1. Регулятор МІК-111 обмінюється даними по протоколу Modbus RTU в режимі "No Group Write" - стандартний протокол без підтримки групового управління дискретними сигналами.

2. Дане число представлено в регістрі цілим без десяткового роздільника (коми). Наприклад, якщо в параметрі вказано 60,0, то в регістрі знаходиться число 600.

Додаток В.3 MODBUS протокол

В.3.1 Формат кожного байта, який приймається і передається приладами, наступний:

1 start bit, 8 data bits, 1 Stop Bit (No Parity Bit)
LSB (Least Significant bit) молодший біт передається першим.

Кадр Modbus повідомлення наступного:

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

Де k≤16 - кількість запитуваних регістрів. Якщо в кадрі запиту замовлено більше 16 регістрів, регулятор МІК-111 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

В.3.2 Device Address. Адреса пристрою

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

В.3.3 Function Code. Функціональний код операції

МІК-111 підтримує такі функції:

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

В.3.4 Data Field. Поле даних, які передаються

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

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

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

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

В.3.5 CRC Check. Поле значення контрольної суми

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

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

Послідовність CRC розрахунків:

1. Завантаження CRC регістра (16 біт) одиницями (FFFFh).
2. Виключне АБО з першими 8 біт байта повідомлення і вмістом CRC регістра.
3. Зсув результату на один біт вправо.
4. Якщо зрушується біт = 1, виключне АБО вмісту регістра з A001h значенням.
5. Якщо зрушується біт нуль, повторити крок 3.
6. Повторювати кроки 3, 4 і 5 поки 8 зсувів не матимуть місце.
7. Виключне АБО з наступними 8 біт байта повідомлення і вмістом CRC регістра.
8. Повторювати кроки від 3 до 7 поки всі байти повідомлення не будуть оброблені.
9. Кінцеве вміст регістра і буде значенням контрольної суми.

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

Додаток Г - Зведена таблиця параметрів регулятора МІК-111

Таблиця Г - Зведена таблиця параметрів регулятора МІК-111

Пункт меню	Параметр	Од. вим.	Діапазон зміни параметра	Завод. налаштування	Крок зміни	Розділ	Примітка
PID (PId) Налаштування коефіцієнтів ПІД регулятора							
00	Коефіцієнт підсилення ПІД регулятора	од.	Від 000.1 до 050.0	001.0	000.1	4.6	
01	Час інтегрування	сек.	Від 0000 до 6000	0020	0001	4.6	0000 - вимк.
02	Час диференціювання	сек.	Від 0000 до 6000	0000	0001	4.6	0000 - вимк.
AIN (AIn) Налаштування параметрів блоку перетворення аналогового вхідного сигналу AI							
00	Тип аналогового входу		0000 - інтерфейсний ввід 0001 - лінійний 0002 - квадратичний 0003 - ТСМ 50М 0004 - ТСМ 100М 0005 - гр.23 0006 - ТСП 50П, Pt50 0007 - ТСП 100П, Pt100 0008 - гр.21 0009 - лінеаризована шкала 0010 - Термопара лінеаризована 0011 - Термопара ТЖК (J) 0012 - Термопара ТХК (L) 0013 - Термопара ТХКн (E) 0014 - Термопара ТХА (K) 0015 - Термопара ТПП10 (S) 0016 - Термопара ТПР (B) 0017 - Термопара ТВР (A-1)	0000	0001	3.10	
01	Нижня межа розмаху шкали	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	000.0	Молод. розряд	3.10	Якщо п.00 обраний в діапазоні 0006-0008, 0011-0017 то значення цих пунктів змінити не можна.
02	Верхня межа розмаху шкали		Від мінус 9999 до 9999	000.0		3.10	
03	Положення десяткового роздільника		0000. 000.1 00.02 0.003	0000		3.10	
04	Постійна часу цифрового фільтра	сек.	Від 000.0 до 600.0	000.0	000.1	3.10	000,0 - вимк.
05	Максимальна тривалість імпульсної перешкоди	сек.	Від 000.0 до 005.0			3.10	Захист від імпульсних перешкод
06	Кількість ділянок лінеаризації входу AI		Від 0000 до 0019	0000	0001	3.10	
07	Метод температурної корекції вхідних сигналів від термопар		0000 - ручна корекція 0001 - автоматична корекція (по зовнішньому давачу т.х.с.)	0001	0001		T = Тзмін + Ткор.руч (див.AIN.08) T = Тщмін + Ткор.авт
08	Значення температури в режимі ручної корекції вхідних сигналів від термопар	техн. од.	Від мінус 999,9 до 999,9	000.0	000,1		Ткор.руч При AIN.07 = 0000
09	Мінімальне значення вхідного сигналу АЦП	Код АЦП	Від 1.000 до 22.00			5.1	
10	Мінімальне значення вхідного сигналу АЦП	Код АЦП	Від 1.000 до 22.00			5.1	
11	Контроль зміщення аналогового входу	техн. од.	Від мінус 999.9 до 999.9				Відображає значення параметра CORR.01
AOT (AoT) Конфігурація функції ретрансмісії AO							
00	Джерело аналогового сигналу для управління аналоговим виходом AO		0000 - вимірювана величина PV 0001 - відхилення 0002 - задана точка SP	0000	0001	3.12	Відхилення обчислюється за формулою: PV-SP + (ВПШ-НПШ) / 2, де ВПШ і НПШ відповідно верхня і нижня межа шкали.
01	Напрямок вихідного сигналу AO		0000 - прямий 0001 - зворотній			3.12	0000 - AO = y 0001 - AO = 100% -y
02	Початкове значення вхідного сигналу рівне 0% вихідного сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	0001	3.12	З урахуванням десяткового роздільника
03	Кінцеве значення вхідного сигналу, що дорівнює 100% вихідного сигналу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0100	0001	3.12	

Продовження таблиці Г - Зведена таблиця параметрів регулятора МІК-111

Пункт меню	Параметр	Од. вим.	Діапазон зміни параметра	Завод. нала-штування	Крок змі-нення	Роз-діл	Примітка
DOT1 (dot 1) Конфігурація вихідного пристрою DO1							
00	Логіка роботи вихідного пристрою DO1		0000 - інтерфейсний вивід 0001 - більше MAX 0002 - менше MIN 0003 - в зоні MIN-MAX 0004 - поза зоною MIN-MAX 0005 - узагальнена сигналізація 0006 – не викор., вихід вимкн.			3.11	0005 - DO спрацює, якщо в параметр вийде за рамки технологічної сигналізації
01	Тривалість імпульсу вихідного пристрою DO1	сек.	Від 000.0 до 999.9	000.0	Молод. розряд	3.11	000,0 - статичний 000,1-999,9 – імпульсний (динамічний)
02	Уставка MIN DO1	техн. од.	В діапазоні шкали обраного типу аналогового сигналу	020.0	000.1	3.11	З урахуванням дециім. роздільника вимірюваної величини
03	Уставка MAX DO1	техн. од.	В діапазоні шкали обраного типу аналогового сигналу	080.0	000.1	3.11	
04	Гістерезис вихідного пристрою DO1	техн. од.	Від мінус 999.9 до 999.9	000.5	Молод. розряд	3.11	
05	Безпечне положення DO1 в разі відмови давача, лінії зв'язку або вимірювального каналу		0000 – останнє положення 0001 – викл. 0002 – вкл.	0000			
DOT2 (dot 2) Конфігурація вихідного пристрою DO2							
00	Логіка роботи вихідного пристрою DO2		0000 - інтерфейсний вивід 0001 - більше MAX 0002 - менше MIN 0003 - в зоні MIN-MAX 0004 - поза зоною MIN-MAX 0005 - узагальнена сигналізація 0006 – не використовується			3.11	0005 - DO спрацює, якщо в параметр вийде за рамки технологічної сигналізації
01	Тривалість імпульсу вихідного пристрою DO2	сек.	Від 000.0 до 999.9	000.0	Молод. розряд	3.11	000,0 - статичний 000,1-999,9 - імпульсний (динамічний)
02	Уставка MIN DO2	техн. од.	В діапазоні шкали обраного типу аналогового сигналу	020.0	000.1	3.11	З урахуванням дециім. роздільника вимірюваної величини
03	Уставка MAX DO2	техн. од.	В діапазоні шкали обраного типу аналогового сигналу	080.0	000.1	3.11	
04	Гістерезис вихідного пристрою DO2	техн. од.	Від мінус 999.9 до 999.9	000.5	Молод. розряд	3.11	
05	Безпечне положення DO2 в разі відмови давача, лінії зв'язку або вимірювального каналу		0000 – останнє положення 0001 – викл. 0002 – вкл.	0000			
CTRL (CtrL) Конфігурація структури регулятора							
00	Тип регулятора		0000 - 2-х позиційний 0001 - 3-х позиційний 0002 - ПІД-ШІМ-регулятор 0003 - ПІД-аналоговий 0004 - ПІД-імпульсний 0005 - П-регулятор	0000	0001	3.9	
01	Тип керування регулятора		0000 - зворотне 0001 - пряме	0000			E = SP - PV E = PV - SP
02	Швидкість динамічного балансування завдання	техн. од./ хв	Від 000.0 до 999.9	000.0	000.1	4.3=2	0 - викл. З урахуванням дециім. розділювача PV
03	Час механізму Тм або період ПІД-ШІМ (Для П-регулятора: режим роботи регулятора)	сек.	Від 000.0 до 999.9 (Для П-регулятора: 0000 - робота з автоматичною робочою точкою 0001 - робота з фіксованою робочою точкою)	010.0	000.1		Для імпульсного і ШІМ регулятора Для П-регулятора: см. п.3.9
04	Мінімальна тривалість імпульсу Тмін (Для П-регулятора: значення робочої точки)	сек.	Від 000.0 до 999.9	000.1	000.1		Для імпульсного регулятора Для П-регулятора: см. п.3.9
05	Затримка на включення DO в протилежному напрямку	сек.	Від 000.0 до 999.9	000.1	000.1	3.10	Для імпульсного регулятора
06	Зона нечутливості 3-х позиційного регулятора (Мертва зона)	техн. од.	Від 000.0 до 999.9	0000		3.10	Даний параметр становить половинне значення зони. З урахуванням дец. роздільника PV

Продовження таблиці Г - Зведена таблиця параметрів регулятора МІК-111

Пункт меню	Параметр	Од. вим.	Діапазон зміни параметра	Завод. нала-штування	Крок змі-нення	Роз-діл	Примітка
07	Гістерезис 2-х, 3-х позиційного регулятора	техн. од.	Від 0000 до 0900	0000,		3.10	З урахуванням дец. роздільника PV
08	Обмеження МІН аналогової комірки регулятора	%	Від мінус 009.9 до 0109.9	000.0			Для ПІД - аналогового і ПІД - ШІМ регулятора.
09	Обмеження МАКС аналогової комірки регулятора	%	Від мінус 009.9 до 0109.9	099.9			
10	Безпечне положення виходу регулятора в разі відмови давача, лінії зв'язку або вимірювального сигналу		0000 - кінцеве положення 0001 - 0% (вимк.) 0002 - 100% (вкл.) 0003 - безпечне положення, встановлене користувачем	0000	0001		
11	Значення безпечного положення, встановлене користувачем	%	Від 000.0 до 099.9	000.0	000.1		
12	Тип технологічної сигналізації		0000 - абсолютна 0001 - девіаційна	0000	0001	3.13	
13	Уставка "мінімум" технологічної сигналізації	техн. од.	В діапазоні шкали обраного типу аналогового сигналу	040.0		3.13	З урахуванням дец. роздільника PV
14	Уставка "максимум" технологічної сигналізації	техн. од.	В діапазоні шкали обраного типу аналогового сигналу	060.0		3.13	З урахуванням дец. роздільника PV
15	Гістерезис технологічної сигналізації	техн. од.	Від 000.0 до 090.0	000.0		3.13	З урахуванням дец. роздільника PV
LNRX (LnrU) Абсциси (X) опорних точок лінеаризації							
00	Абсциса початкового значення (в% від вхідного сигналу)	%	Від 00.00 до 99.99		00.01	3.10	
...							
19	Абсциса 19 точки	%	Від 00.00 до 99.99		00.01	3.10	
LNRY (LnrY) Ординати (У) опорних точок лінеаризації							
00	Ордината початкового значення (сигнал в технічних одиницях від -9999 до 9999)	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	Молод. розряд	3.10	
...							
19	Ордината 19 точки	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	Молод. розряд	3.10	
CALI (CAL i) Калібрування аналогового входу AI							
iL	Контроль вхідного сигналу	%	Від мінус 5.0 до 25.0	000.0		5.1	Тільки контроль
CL	Калібрування початкового значення шкали вимірювання	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	Молод. розряд	5.1	
iH	Контроль вхідного сигналу	%	Від 90.0 до 110.0	100.0		5.1	Тільки контроль
CH	Калібрування кінцевого значення шкали вимірювання	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	Молод. розряд	- // -	
L	Контроль результатів калібрування початкового значення шкали вимірювання	код АЦП	Від 1.400 до 5.000	1.700		- // -	Тільки контроль
H	Контроль результатів калібрування кінцевого значення шкали вимірювання	код АЦП	Від 4.800 до 22.00	10.00		- // -	Тільки контроль
CORR (Corr) Корекція аналогового входу AI							
00	Корекція аналогового входу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	000.1		Відображає PV = PV + Δ
01	Коефіцієнт корекції (зміщення) аналогового входу	техн. од.	Від мінус 9999 до 9999	0000	000.1		відображає Δ
CALO (CALo) Калібрування аналогового виходу AO							
00	Індикація і зміна стану аналогового виходу AO	%	Від 0 до 100			5.2	
01	Калібрування початкового значення аналогового виходу AO					- // -	
02	Калібрування кінцевого значення аналогового виходу AO					- // -	
SYS (SYS) Загальні параметри							
00	Мережева адреса (номер регулятора в мережі)		Від 0000 до 0255	0000	0001	В 1	0000 - відключений від мережі

Продовження таблиці Г - Зведена таблиця параметрів регулятора МІК-111

Пункт меню	Параметр	Од. вим.	Діапазон зміни параметра	Завод. нала-штування	Крок змі-нення	Роз-діл	Примітка
01	швидкість обміну	біт / с	0000 - 2400 0001 - 4800 0002 - 9600 0003 - 14400 0004 - 19200 0005 - 28800 0006 - 38400 0007 - 57600 0008 - 76800 0009 - 115200 0010 - 230400 0011 - 460800 0012 - 921600	0009	0001	В 1	
02	Тайм-аут кадру запиту в системних тактах 1 такт = 250 мкс		Від 0001 до 0200	0006	0001	В 1	
03	Код регулятора. Версія ПО			11.xx	---		Службова інформація
04	Корекція показників давача т.х.с.ї					5.1	
SAVE (SAuE) Збереження параметрів							
00	Дозвіл програмування по мережі ModBus		0000 0001 - дозволено			4.4	
01	Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять.		0000 0001 - записати			4.4	

Лист реєстрації змін

Змін.	Номери аркушів (сторінок)			Всього аркушів в документі	№ документа	Вхідний № супроводжуючого документа і дата	Підпис	Дата
	Змінених	Замінених	Нових					
1.02				44	ver. 11.19		Марикот Д.Я.	13.06.2019
1.06				42	ver. 11.19	Виправлено помилки в текстах , вилучено пункти Б.4 , Б.5 , Б.6	Фединяк В.В	28.03.2025