МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ КОМПЮ'ТЕРНОЇ ФІЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістр

«Розробка програмно-апаратного комплексу багатоканального технологічного реєстратора»

Виконав: студент 2 курсу, групи НФ-63
Козир Я.С.
спеціальність:
105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма: Прикладна фізика
енергетичних систем
Керівник: к.т.н. Гарячевська І.В.

Рецензент:

Харків – 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магистр
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри

_____ доц. Сухов Р.В.
підпис

"____"_____2019року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Козир Ярослав Сергійович

1.Тема роботи «Розробка програмно-апаратного комплексу багатоканального технологічного реєстратора»

керівник роботи: Гарячевська Ірина Василівна, кандидат технічних наук.

затверджені наказом по університету від "06" листопада 2019 року №0210-05/2127

2. Строк подання студентом роботи 25.11.2019

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1) Розглянути типи та задачі автоматизованих систем керування технологічних процесів;

2) дослідити ефективність створення програмно-апаратного комплексу багатоканального технологічного реєстратора;

3) розробити схему багатоканального технологічного реєстратора;

4) розробити програмне забезпечення програмно-апаратного комплексу;

5) провести тестування отримання та передачі даних програмно-апаратним комплексом

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Вибір теми, узгодження, а також затвердження її на кафедрі
2	Робота над літературою та іншими джерелами
3	Затвердження теми на кафедрі
4	Написання вступу до роботи та першого розділу
5	Написання другого розділу
6	Написання третього розділу
7	Завершення написання дипломної роботи(висновки та література)
8	Подача науковому керівнику
9	Відгук, рецензія, підготовка до захисту
10	Попередній захист
11	Захист

5. Дата видачі завдання 25.09.2019

Студент _____ **Я.С. Козир**
підпис

Керівник роботи_____ **І.В. Гарячевська**
підпис

РЕФЕРАТ

Козир Ярослав. Розробка програмно-апаратного комплексу багатоканального технологічного реєстратора.

Дипломний проект містить: 50 сторінок, 21 рисунок, 1 таблиця, 35 джерел.

Об’єктом дослідження дипломної роботи є функції автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Предметом дослідження цієї дипломної роботи є технічне забезпечення локальних систем управління технологічними процесами.

Мета даної роботи – розробити апаратно-програмний комплекс багатоканального технологічного реєстратора.

Проаналізовані типи та задачі автоматизованих систем управління технологічними процесами. Досліджено необхідність створення комплексу для моніторингу технологічних параметрів та передачі даних у вищій рівень керування автоматизованими системами управління технологічними процесами. Розроблено апаратно-програмний комплекс багатоканального технологічного реєстратора.

КЛЮЧЕВІ СЛОВА: АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, РЕЄСТРАТОР ТЕХНОЛОГІЧНИЙ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, МОНІТОРИНГ ТА ДИСПЕЧЕРИЗАЦІЯ, ПРОМИСЛОВИЙ КОНТРОЛЕР.

РЕФЕРАТ

Козырь Ярослав. Разработка программно-аппаратного комплекса многоканального технологического регистратора.

Дипломный проект содержит 50 страниц, 21 рисунок, 1 таблица, 35 источников.

Объектом исследования дипломной работы функции автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Предметом исследования данной дипломной работы является техническое обеспечение локальных систем управления технологическими процессами.

Цель данной работы - разработать аппаратно-программный комплекс многоканального технологического регистратора.

Проанализированы типы и задачи автоматизированных систем управления технологическими процессами. Исследована необходимость создания комплекса для мониторинга технологических параметров и передачи данных в высший уровень управления автоматизированными системами управления технологическими процессами. Разработан аппаратно-программный комплекс многоканального технологического регистратора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, РЕГИСТРАТОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МОНИТОРИНГ И ДИСПЕЧЕРИЗАЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР.

ABSTRACT

Yaroslav Kozyr. Development of software and hardware complex of multichannel technological registrar.

The diploma project contains: 50 pages, 21 drawings, 1 table, 35 sources.

The object of research of the thesis is the functions of automated process control systems.

The subject of research of this diploma work is the technical support of local systems of control of technological processes.

The purpose of this work is to develop a hardware and software complex of a multi-channel technological registrar.

Types and tasks of automated process control systems are analyzed. The necessity of creation of complex for monitoring of technological parameters and transfer of data to a higher level of control of automated systems of process control is investigated. The hardware and software complex of the multichannel technological registrar is developed.

KEYWORDS: AUTOMATED CONTROL SYSTEMS, AUTOMATION, TECHNOLOGICAL, TECHNOLOGICAL PROCESS, MONITORING AND DISPATCHIZERS, INDUSTRIAL CONTROLLER.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ФУНКЦІЙ ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ (АСУ ТП) 11
1.1 Основні функції АСУ ТП 11
1.2 Режим роботи та схеми управління в АСУ ТП 13
1.3 Система технічного забезпечення 19
1.4 Засоби вимірювання технологічних параметрів та апаратно-програмна платформа контролерів 21
2 ПОБУДОВА СХЕМИ ТА ОПИС АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЄСТРАТОРА (БКТР) 25
2.1 Структура БКТР 25
2.2 Монтажні характеристики комплексу реєстратора 34
3 НАПИСАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЄСТРАТОРА 39
ВИСНОВКИ 47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 48

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

АСУ ТП - автоматизовані системи управління технологічними процесами

КСУ – комп’ютеризовані системи керування

САПР – система автоматизованого проектування

АСУ - автоматизовані системи управління

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

КТС – комплекс технічних засобів

ПЗ – програмне забезпечення

БКТР – багатоканальний технологічний реєстратор

ЕРС – електрорушійна сила

ПЛК – програмований логічний контролер

ООП – об’єктивно-орієнтоване програмування

ВСТУП

Сучасна інформатизація суспільства вимагає побудови сучасних автоматизованих систем управління (АСУ) різними об’єктами. Швидкий розвиток науки та техніки вимагає прогресивних рішень та пошуку нових моделей, методів та технологій побудови комп’ютеризованих систем управління (КСУ) та сучасних засобів автоматизації. [1-3]

В умовах конкурентного ринку праці, сучасний фахівець з інформаційних технологій повинен володіти знаннями сучасного математичного апарату, методами моделювання та прогнозування, сучасними підходами до побудови

автоматизованих систем управління, розуміти сучасні засоби автоматизації та знати сучасні програмні засоби, що використовуються на всіх етапах життєвого циклу комп’ютерних систем.

Сучасні підприємства та установи застосовують автоматизовані системи, як для управління підприємства, так, і для автоматизації технологічних процесів. Для автоматизації процесів проектування використовуються спеціальні системи автоматизованого проектування (САПР). Основною тенденцією при цьому є використання та адаптація стандартних рішень з автоматизації та оптимізації під конкретні потреби суб’єкта управління із врахуванням особливостей об’єкта управління.[4,5]

Першим та самим перспективним методом автоматизованого управління складними змінними системами та процесами в життєво важливих і критичних з точки зору безпеки та надійності галузях (областях) є диспетчерське управління та збір даних (моніторинг та диспетчеризація) – SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) – системи. На принципах SCADA-систем будуються великі автоматизовані системи в промисловості, енергетиці, транспорті, в космічній та військових галузях, при автоматизації будівель та споруд.[6,7]

Актуальність теми дипломної роботі пов’язана з використанням та впровадженням у систему управління підприємством морально та фізично застарілих моделей контрольно вимірювальної техніки та автоматики. Це відбувається насамперед через брак коштів та відсутність кваліфікованих спеціалістів в Україні на великих підприємствах промисловості.

Тому постало завдання розробити комплекс для моніторингу технологічних параметрів з таким інтерфейсом та набором функцій, який надалі можливо б було включити у систему диспетчерського управління підприємства. Даний комплекс буде повністю заміняти старі паперові реєстратори.

Об’єктом дослідження дипломної робот є функції автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Предметом дослідження цієї дипломної роботи є технічне забезпечення локальних систем управління технологічними процесами.

Мета даної роботи – розробити апаратно-програмний комплекс багатоканального технологічного реєстратора.

1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ФУНКЦІЙ ТА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ (АСУ ТП)

1.1 Основні функції АСУ ТП

Під функцією системи зазвичай розуміють деяку сукупність дій, спрямованих на досягнення тієї чи іншої цілі управління, а це у свою чергу визначається особливостями і вимогами об’єкта.

Усе різноманіття функцій, що виконуються АСУ ТП, прийнято ділити на:

- управляючі;
- інформаційні;
- допоміжні.

Управляючі функції АСУ ТП – це вироблення і реалізація управляючих впливів на управління технологічним об’єктом. Управляючі функції реалізуються процедурами блоку формування управляючих впливів, у якому відповідно до закладених алгоритмів та інструкцій формуються управляючі рішення та відповідні впливи на управління технологічним об’єктом і блоком завдання з метою максимізації або мінімізації критерію оптимальності. Сформовані впливи управління виконуються технологічним об’єктом керівними органами.

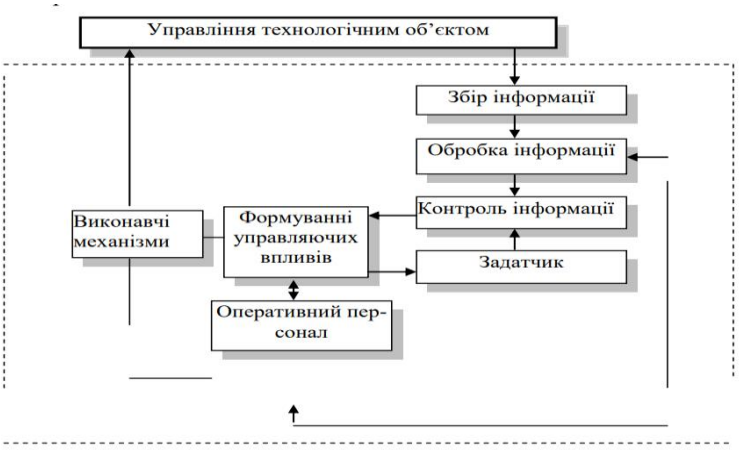


Рис 1.1 Узагальнена функціональна структура АСУ ТП

Інформаційні функції АСУ ТП – це функції системи по збору, обробці й наданню інформації про стан управління технологічним об’єктом операторові або на наступну обробку в блок формування управляючих впливів.[8]

У процесі обробки інформації виконуються операції підсумовування, згладжування, обчислення непрямих показників, які не можуть бути визначені безпосередньо при контролі, зіставлення поточних значень параметрів технологічного процесу із заданими. Одночасно можуть здійснюватися підготовка і передача інформації в суміжні системи управління, узагальнення результатів і прогноз стану управління технологічним об’єктом і технологічного обладнання. Відмінною рисою управляючих та інформаційних функцій АСУ ТП є їхня спрямованість на конкретного споживача. [9]

Допоміжні функції забезпечують рішення внутрісистемних завдань. На відміну від управляючих і інформаційних функцій АСУ ТП вони призначені для забезпечення власне функціонування автоматизованої системи управління.

До допоміжних функцій АСУ ТП відносять самоконтроль окремих вузлів або всієї системи в цілому. Найбільш розповсюдженими сьогодні є АСУ з *інформаційними функціями* для забезпечення користувача необхідною інформацією про стан і характеристики об’єкта, що управляється. У цьому випадку головними задачами:

- збір інформації з окремих точок технологічного об’єкта;
- централізована обробка інформації за алгоритмами системи.

Під *централізованою обробкою інформації* розуміють порівняння значень окремих параметрів з прийнятими уставками, сигналізацію, а іноді реєстрацію відхилень параметра від норми, вимірювання та реєстрацію по виклику оператора деяких параметрів процесу, обчислення, а при необхідності і реєстрацію ряду показників, включаючи техніко-економічні, які характеризують хід та ефективність функціонування об’єкта.[10,11]

Сьогодні важливою вимогою до АСУ ТП є вирішення ситуаційних задач, які забезпечують оператору можливість отримання автоматично або за

викликом нової картини виробничої ситуації на дільниці процесу (наприклад, сигналізація передаварійних чи аварійних ситуацій), що є важливим при виникненні будь-яких порушень режиму.

Значно менше застосовуються *управляючі функції*, до яких відносяться визначення і реалізація на об'єкті управляючих впливів, що виробляються системою. До таких функцій відносяться:

- зміна режиму за зумовленими програмами;
- визначення й установлення оптимальних значень окремих параметрів;
- оптимізація процесу в цілому за тими чи іншими критеріями;
- управління пуском і зупинкою агрегатів.

Останнім часом, у зв'язку з розвитком робіт по об'єднанню (інтеграції) окремих автоматизованих систем у більшості утворюваних АСУ ТП на правах самостійних з'явилися задачі зв'язку з системами вищого рівня. При цьому зазначаються як інформаційні (передача необхідної інформації вгору), так і про управляючі функції, передача завдань, уставок, управляючих впливів зверху вниз. Характер цих функцій обумовлений місцем системи, що розглядається, у загальній структурі управління підприємством, тобто вони реалізують різні зв'язки між окремими компонентами внутрішньої структури АСУ ТП (алгоритми, програми, технічні засоби тощо).[12]

1.2 Режим роботи та схеми управління в АСУ ТП

Залежно від ступеня участі людини у виконанні функції АСУ ТП розрізняють два режими роботи: автоматизований і автоматичний. Автоматизований режим. У цьому режимі постійний технологічний персонал бере активну участь в управлінні.

При ручному управлінні – технологічний персонал за інформацією, яку отримує за різними каналами про стан управління технологічним об'єктом, ухвалює рішення про зміну технологічного режиму та керує процесом дистанційно з операторської за допомогою ручних задатчиків або органів управління, або ж безпосередньо.

У режимі «радника» ЕОМ рекомендує технологічному персоналу через екран середні значення найбільш важливих режимних параметрів, що забезпечують досягнення цілі управління. Технологічний персонал на підставі свого досвіду й знань аналізує отримані рекомендації, а також інформацію про процес і ухвалює рішення щодо доцільності зміни режиму. У випадку прийняття поради він утручається в роботу управляння технологічним об’єктом, або змінює завдання регулятора, або безпосередньо – як при ручному управлінні. Недоліком цього режиму є те, що операторові досить важко перевірити правильність виробленої ЕОМ рекомендації.

У діалоговому режимі технологічний персонал має можливість одержувати по запиту через монітор додаткову інформацію про стан процесу (наприклад, про наявність сировини, про прогнозовані показники якості), і лише після цього ухвалювати рішення щодо доцільності зміни технологічного режиму.

Автоматичний режим роботи АСУ ТП передбачає вироблення й реалізацію управляючих впливів без участі людини. Реалізуються наступні варіанти даного режиму:

супервізорне (непряме) управління – коли ЕОМ автоматично змінює завдання та/або коефіцієнти настроювання локальних регуляторів. При цьому на програмному рівні вирішуються питання захисту управління технологічним об’єктом від небезпечних і неприйнятних змін технологічних параметрів;

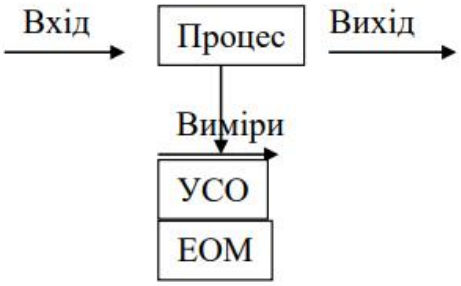
безпосереднє (пряме) цифрове управління – при якому ЕОМ реалізує результати розрахунків по пошуку оптимальних режимів шляхом впливу на виконавчі механізми. Вимоги до надійності підсистеми управління в цьому режимі різко зростають: ураховуються всі можливі варіанти роботи управління технологічним об’єктом для попередження його виходу в нестійку зону, у якій можливі аварійні ситуації. [13]

З усіх перерахованих режимів найпоширенішим є режим «радника» й реалізації, якого зменшується можливість неправильних рішень, що базується на неповній інформації або прийнятих у непередбачених алгоритмами обставинах.

Схеми управління в АСУ ТП:

Управління в режимі збирання даних

Після ідентифікації необхідно вибрати схему управління ТП, котра будується з урахуванням принципів управління, які визначають режим функціонування АСУ ТП. При цьому АСУ приєднується до процесу способом, який вибирає інженер-технолог (рис. 1.2).



Носії вихідних даних: лістинг, дисплей, накопичувачі на магнітних дисках.

Рис. 1.2 Система збирання даних

Перемінні, що цікавлять оператора, перетворюються в цифрову форму, які сприймається системою введення і вміщується в пишучій пристрій ЕОМ. Величини на цьому етапі є цифровим представленням напруги, що генерується датчиками. Ці величини за відповідними формами перетворюються в технічні одиниці. Наприклад, для обчислення температури, яка вимірюється за допомогою термопари, можна використати формулу T = A*U2 + B*U1 + C, де U – напруга з виходу термопари; A, B і C – коефіцієнти. Результати обчислень реєструються пристроями виведення АСУ ТП в різних умовах. У результаті інженер-технолог отримує можливість побудувати та/або уточнити математичну модель ТП, яким необхідно управляти. Збір даних не має прямого впливу на ТП, у ньому знайшов обережний підхід до впровадження методів управління, що ґрунтуються на використанні ЕОМ. Однак у дуже складних схемах управління ТП система збирання даних для цілей аналізу і уточнення моделі ТП використовується як одна з обов’язкових підсхем управління.[14,15]

Управління в режимі радника оператора

Управління в режимі радника передбачає, що ЕОМ у складі АСУ ТП працює в ритмі ТП у розімкненому контурі, тобто виходи АСУ ТП не зв'язані з органами, що управляють ТП. Управляючі впливи фактично здійснюються оператором-технологом, який отримує вказівки від ЕОМ (рис. 1.3).

Усі необхідні управляючі сигнали впливу обчислюються ЕОМ у відповідності з типом процесу, результати обчислень передаються оператору у вигляді повідомлень на дисплеї або у друкованому виді. Інженер управляє процесом, змінюючи уставки регуляторів. Регулятори є засобом підтримання оптимального управління ТП, а оператор відіграє роль слідкуючого і управляючого ланцюга. АСУ ТП відіграє роль пристрою, безпомилково і безперервно спрямовуючого оператора оптимізувати ТП. Основний недолік цієї схеми управління полягає в наявності людини в ланцюзі управляння. При значній кількості вхідних і вихідних перемінних така схема управління не може застосовуватися з причин обмежених психофізичних можливостей людини. Однак управління цього типу має переваги: задовольняє вимоги обережного підходу до нових методів управління. [16]

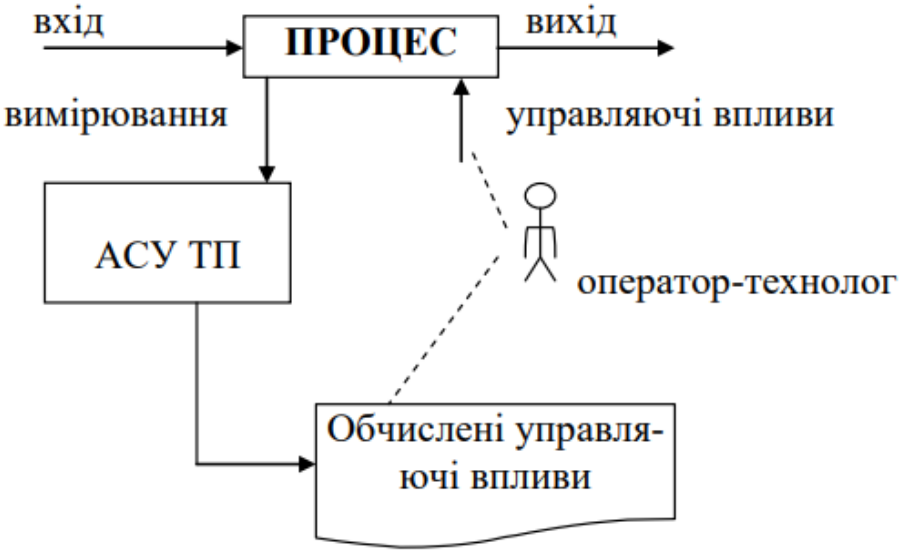


Рис. 1.3 АСУ ТП в режимі радника оператора

Режим радника забезпечує:

- хороші можливості для перевірки нових моделей ТП;
- у якості оператора може виступати інженер-технолог, який «тонко» відчуває процес і виявить неправильну комбінацію уставок, яку може видати невірно налаштована програма АСУ ТП. Крім того АСУ ТП може слідкувати за виникненням аварійних ситуацій, тобто оператор має можливість приділяти більше уваги роботі з установками, при цьому АСУ ТП слідкує за більшою кількістю аварійних ситуацій, ніж оператор.[17]

Супервізорне управління

У цій схемі АСУ ТП використовується в замкнутому контурі, тобто установки регулятором задаються безпосередньо системою (рис. 1.4).

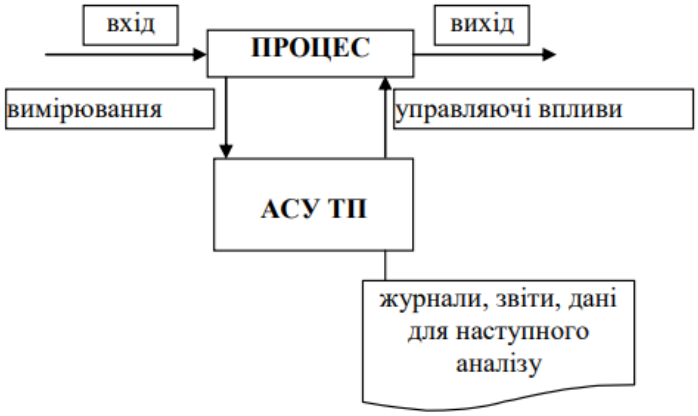


Рис. 1.4 Схема супервізорного управління

Задача режиму супервізорного управління – підтримка ТП поряд з оптимальною робочою точкою шляхом оперативного впливу на нього . Робота вхідної частини системи і обчислення управляючих впливів мало відрізняються від роботи системи управління в режимі радника. Однак, після обчислених значень уставок, останні перетворюються у величини, які можна використовувати для зміни настройок регуляторів. Якщо регулятори сприймають напругу, то величини, які виробляються контролер, повинні бути перетворені у двоїчний код, який за допомогою цифроаналогового перетворювача стає напругою відповідного рівня і знаку. Оптимізація ТП в цьому режимі виконується періодично, наприклад, один раз на день.

Оператором через клавіатуру при необхідності здійснюється виведення нових коефіцієнтів в рівняння контурів управління або зчитування результатів нових розрахунків, виконаних на ЕОМ більш високого рівня. Після цього АСУ ТП здатна працювати без втручання ззовні протягом тривалого терміну.

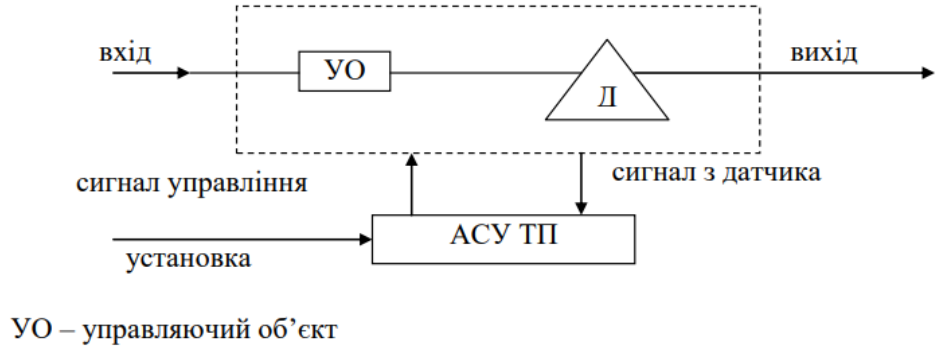
Прикладом АСУ ТП в супервізорному режимі є:

- управління плавильними печами, коли ЕОМ виробляє значення уставок електричного режиму, а локальна автоматика управляє перемикачами трансформатора за командами ЕОМ;
- управління автоматизованою транспортно-складською системою, коли ЕОМ видає адреси стелажних місць, а система локальної автоматики кранів-штабелерів відпрацьовує переміщення їх у відповідності з цими адресами.

Безпосереднє цифрове управління

У режимі безпосереднього цифрового управління сигнали, які використовуються для приведення в дію управляючих органів, поступають безпосередньо із АСУ ТП, і регулятори (невеликі аналогові обчислювачі, що рішають одне рівняння) взагалі виключаються із схеми.

Концепція безпосереднього цифрового управління полягає в заміні регуляторів із заданою уставкою. АСУ ТП розраховує реальні впливи і передає відповідні сигнали безпосередньо на органи управління. Схема безпосереднього цифрового управління показана на рис. 1.5.



УО – управляючий об’єкт

Рис. 1.5 Схема безпосереднього цифрового управління

1.3 Система технічного забезпечення

До складу технічного забезпечення входять:

- комплекс технічних засобів;
- методичні й керівні матеріали, технічна документація;
- персонал, що забезпечує ефективність функціонування АСУП.

Комплекс технічних засобів – це сукупність взаємозалежних з єдиним управлінням технічних засобів, призначених для автоматизованої й інтегрованої обробки даних, а також зберігання (накопичення) даних і ведення інформаційного обміну між робочими станціями й серверами, що входять комп'ютерну мережу.[18]

Комплекс технічних засобів ділиться на групи:

1. Група збору інформації, формування первинних повідомлень, які фіксують хід виробничих і технологічних процесів, аварії, що виникли, збої і перешкоди в роботі підрозділів, зміст юридичних і нормативних актів. Важливою є забезпеченість сучасними засобами зв'язку. Повідомлення, сформовані на першому етапі, можуть мати різний вигляд: або це звичайний паперовий документ, або повідомлення «у машинному виді», або те й інше одночасно. Що саме визначає розроблювач АСУ підприємством залежить від багатьох факторів: необхідного ступеня автоматизації інформаційних процесів; управлінських функцій, у рамках яких повідомлення створюються.

2. Засоби накопичення й відновлення даних, при якому забезпечується можливість швидкого пошуку й відбору потрібних у будь-який момент відомостей, захист їх від викривлень і втрати зв'язності.

3. Засоби обробки інформації, у результаті якої на основі раніше накопичених даних утворюються нові види даних: прогнозні варіанти управлінських рішень, вирішення різних технічних, економічних, маркетингових завдань; крім цього – узагальнюючі, рекомендаційні, аналітичні види даних. В обробці даних беруть участь одна або декілька контрольних машин, з'єднаних засобами зв'язку . У допоміжних процедурах

обробки інформації можуть застосовуватися різні електронні лічільно-клавішні пристрої.

4. Засоби відображення даних, представлення даних у формі, яка є зручною для сприйняття людиною (графіки, діаграми, об'єкти мультимедіа й ін.). Однак майже в кожному разі результати переводяться на машинний носій. Вибір технічних засобів АСУП регламентований нормативними документами. Ці документи враховують:

- специфіку окремої організації, містять рекомендації з вибору типу й розрахунків кількості засобів збору;
- реєстрацію первинної обробки даних, засобів підготовки, обробки й накопичення інформації;
- засоби представлення й відображення даних, включаючи відеотермінальні пристрої, телекомунікаційні засоби;
- засоби диспетчеризації й пристрої рахунку продукції, у тому числі пристрої автоматизації оперативного контролю над ходом виробничого процесу, засобів оргтехніки, допоміжного обладнання й матеріалів, комплектів проектної документації.

При проектуванні складу комплексу технічних засобів рекомендується використовувати типові проектні рішення, які містять у собі методичні й проектні матеріали на кожний елемент КТС, достатні для розробки й прив'язки технічної документації. ЕОМ є головною складовою комплексу технічних засобів АСУ й призначена для виконання операцій вводу інформації, обробки даних по закладеній у ній програмі, а також виводу результатів обробки у формі, придатній для сприйняття користувачем. Зазначені дії здійснюються відповідними агрегатами ЕОМ – блоками введення/виводу інформації (зовнішніми пристроями) і центральним процесором. Кожна із цих конструкцій досить складна й, у свою чергу, складається з окремих, більш дрібних пристроїв. Зокрема, у центральний процесор можуть входити арифметично-логічний пристрій, управляючий пристрій і оперативний запам'ятовувальний пристрій. Пристрою

введення/виводу представлені не однієї конструктивною одиницею у зв’язку з тим, що види виведеної інформації, що уводиться й виводиться різноманітні. Пристрій управління здійснює координацію роботи всіх агрегатів ЕОМ. Арифметико-логічний пристрій виконує перетворення даних, що передбачені командами програми. В оперативному запам’ятовувальному пристрої містяться програми, а також тимчасово зберігається частина вхідних даних і проміжних результатів.[19,20]

Запам’ятовуючі пристрої бувають трьох видів:

- двонаправлені (допускають і зчитування даних, і запис даних);
- напівпостійні (призначені для зберігання рідко обновлюваної інформації);
- постійні (допускають тільки зчитування інформації).

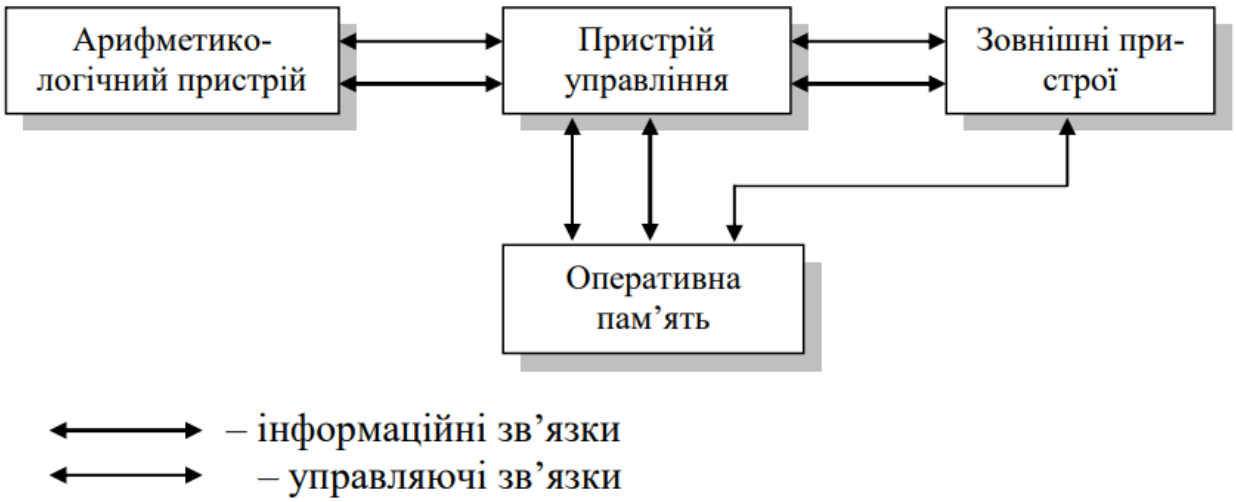


Рис. 1.5 Укрупнена структурна схема ЕОМ

1.4 Засоби вимірювання технологічних параметрів та апаратно-програмна платформа контролерів

Прилади з цифровим способом передачі даних. У всьому співтоваристві електронних засобів промислової автоматизації останнім часом з’явилися прилади з цифровим способом передачі даних, тобто на зміну стандарту 0...20 мА (4...20 мА і ін.), що використовувався майже 25 років приходить двійковий спосіб представлення інформації в системах управління і регулювання.[21]

Переваги даного способу:

- підвищена точність передачі даних;
- можливість виявлення і усунення помилок при передачі;
- можливість використання однієї лінії зв’язку для роботи декількох пристроїв;
- використання однієї лінії для передачі аналогових та цифрових сигналів (наприклад, HART-протокол).

З розвитком технічних засобів автоматизації мінялися методи вимірювання та ідеологія побудови самих систем вимірювання і управління. Далі розглядається апаратна реалізація першого (нижнього) рівня сучасної АСУ ТП, який об’єднує інформаційні системи збору і первинної обробки інформації. У даний час застосовують т.з. «інтелектуальні датчики». Цей термін означає, що пристрій має вбудований мікропроцесор, який дозволяє здійснювати певні функції. Інтелектуальний датчик може надавати точніші свідчення завдяки застосуванню числових обчислень для компенсації нелінійностей чутливого елементу або температурної залежності. Так, основна похибка приладів серії «ОВЕН ПД100» складає 0,25 % від шкали, а основна похибка інтелектуального датчика серії 3051 Coplanur (фірма Fisher-Rosemount Inc.) - 0,075 %. У коло можливостей деяких приладів входить вимірювання декількох параметрів і перерахунок їх в одне вимірювання (наприклад, об'ємну витрату, температуру і тиск в масову витрату, т.з. багатопараметричні датчики), функції вбудованої діагностики, автоматичне калібрування. Деякі інтелектуальні прилади (наприклад, сімейство приладів Rosemount SMART FAMILY) дозволяють посилати в канал передачі і аналоговий сигнал, і цифровий. У разі одночасної трансляції обох видів сигналів аналоговий використовується для трансляції значення виміряного параметра, а цифровий - для функцій налаштування, калібрування, а також дозволяє зчитувати вимірюваний параметр. Ці пристрої забезпечують переваги цифрового зв’язку і, в той же час, зберігають сумісність і надійність аналогових засобів, які потрібні для існуючих систем.[22,23]

Зчитування вимірюваного параметра в цифровій формі підвищує точність за рахунок обмежень операцій цифро-аналогового і аналого-цифрового перетворень сигналу 4...20 мА. Але цифровий спосіб вимірювання вносить затримку у вимірювання (час, витрачений на послідовну передачу інформаційної посилки), яка може бути неприйнятна для управління швидкодіючими контурами.

Цифровий датчик дозволяє зберігати додаткову інформацію про процес (тег, описувач позиції вимірювання, діапазон калібрування, одиниці вимірювання), записи про процедури його обслуговування і т.п., зчитувану за запитом. Прилади з великою кількістю вхідних даних містять базу даних по фізичних властивостях вимірюваних рідин та газів.

При вибиранні технічних засобів потрібно керуватися, перш за все, специфікою процесу. Якщо немає необхідності використання складних алгоритмів управління, не вимагається високої точності, якщо об'єкт не є розосередженим і не вимагає великого числа приладів, то тут можна ефективно використовувати пневматичні засоби. Дані пристрої мають деякі переваги перед електричними: вони придатні для експлуатації у вибухо- і пожежонебезпечних зонах, вся автоматика захисту (відсічні клапани) змонтовані на пневмозасобах, прості в експлуатації, не вимагають особливої підготовки персоналу, крім того, вимагають менших матеріальних витрат на придбання.[24]

Для об’єктів із зосередженими параметрами більш підійдуть аналогові засоби, які володіють рядом переваг. Зокрема, використання стандартних рівнів сигналів не ставить проблеми сполучення пристроїв, швидкість передачі підходить для використання в системах реального часу, висока точність (до 0,05%) і можливість застосування нестандартної апаратури. Але потреба у великій кількості недешевих сполучних проводів, обмеження на дальність передачі й схильність впливу перешкод спричиняють незручності при застосуванні. Клас цифрових пристроїв, окрім перерахованих вище завдань, дозволяє вирішувати задачі управління сильно розподілених об’єктів

і завдяки застосуванню пари проводів для підключення декількох приладів значно зменшує витрати на монтаж системи. Особливості застосування цифрової передачі, через відсутність єдиного стандарту, зв'язані з використанням різних протоколів зв'язку.

Промислові контролери , розташовані на середньому рівні АСУ ТП, відіграють роль елементів, що управляють, приймають цифрову інформацію і що передають управляючі сигнали. До останнього часу роль контролерів в АСУ ТП в основному виконували PLC (Programmable Logic Controller – програмовані логічні контролери) зарубіжного і вітчизняного виробництва.

У зв'язку у з бурхливим зростанням виробництва мініатюрних PC-сумісних комп'ютерів останні все частіше стали використовувати як контролери. Перша і головна перевага PC-контролерів пов'язана з їх відкритістю, що дозволяє застосовувати в АСУ устаткування різних фірм. Тепер користувач не прив'язаний до конкретного виробника. Друга важлива перевага полягає в більш «споріднених» зв'язках з комп'ютерами верхнього рівня. В результаті не потрібні додаткові витрати на підготовку персоналу. Третя перевага – вища надійність. Зазвичай розрізняють фізичну і програмну надійність контролерів. Під фізичною надійністю розуміють здатність апаратури стійко функціонувати в умовах навколишнього середовища промислового цеху і протистояти її шкідливій дії. Під програмною надійністю розуміється здатність програмного забезпечення (ПЗ) стійко функціонувати в ситуаціях, що вимагають реакції в заданий час. Програмна надійність визначається в першу чергу ступенем відлагодженості ПЗ. Оскільки в більшості PC-контролерів використовуються комерційні широко поширені і добре відлагоджені операційні системи (Windows, Unix, Linux, QNX і ін.), то слід чекати, що програмна надійність буде вища, ніж у PLC. [25]

Операційні системи контролерів повинні задовольняти не тільки вимогам відкритості, але і вимогам роботи в режимі реального часу, були компактні і мали можливість запуску з ПЗП або флеш-пам'яті.

2 ПОБУДОВА СХЕМИ ТА ОПИС АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЄСТРАТОРА (БКТР)

2.1 Структура БКТР

Для реалізації багатоканального технологічного реєстратора були використані такі апаратні частини:

Сенсорний панельний контролер ОВЕН СПК107 [М01] – 1 шт.

Модуль вводу ОВЕН МВ110-224.8А [М01] – 1 шт.

Модуль вводу-виводу ОВЕН МК110-224.4ДН.4Р [М01] – 1 шт.

Блок живлення ОВЕН БП30А-24 – 1 шт.

Сенсорний панельний контролер ОВЕН СПК107 [М01]

Пристрій призначено для виконання таких функцій:

- управління об'єктом;
- відображення стану керованого об'єкта у режимі реального часу, з використанням графічних піктограм (індикатори, лінійки, умовні позначення обладнання і т. д.);
- відображення сенсорних елементів, за допомогою яких оператор безпосередньо управляє функціонуванням об'єкта;
- управління функціонуванням інших пристроїв за допомогою інтерфейсів зв'язку;
- запис і читання значень інших пристроїв, до яких підключається пристрій.

Проект функціонування пристрою створюється на ПК в CODESYS під конкретне завдання і завантажується в енергонезалежну пам'ять пристрою. Пристрій може бути використано у системах автоматичного управління технологічним обладнанням у промисловості, житлово-комунальному та сільському господарстві як пристрій відображення, моніторингу та управління ходом технологічних процесів.

Панель випускається згідно з ТУ У 27.9-35348663-037:2015

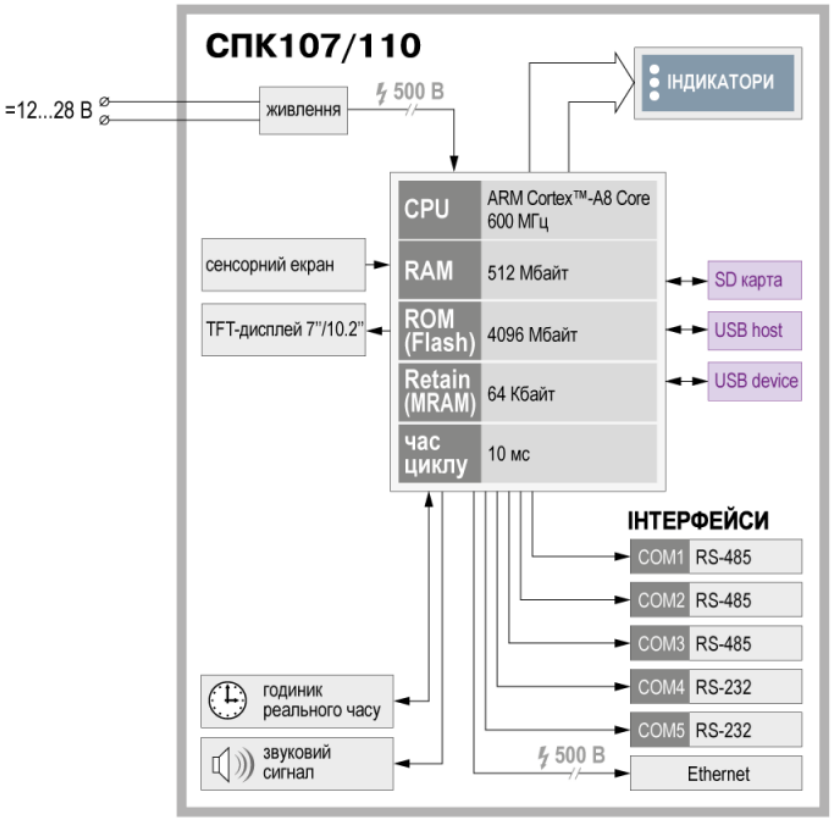


Рис. 2.1 Функціональна схема СПК107

Апаратна платформа пристрою побудована на 32-розрядному RISC-процесорі ARM Cortex A8 серії AM335x. Панель підключається до ПК за допомогою інтерфейсів USB Device та Ethernet. Програма користувача, яку створено на ПК в CODESYS, завантажується і зберігається в ПЗП панелі.

При запуску програма користувача переноситься в ОЗП і виконується безпосередньо з ОЗП. Кольоровий TFT дисплей конструктивно поєднаний із сенсорною панеллю, чутливою до дотиків. Елементи програми користувача можуть відображатися і ними можна управляти у діалогових вікнах екрану. За допомогою інтерфейсу USB-Host до пристрою можуть бути підключені зовнішні USB-накопичувачі інформації і USB HID пристрої (клавіатура, миша). У панелі передбачено слот для підключення карт флеш-пам'яті формату SD. Пристрій оснащено годинником реального часу з резервним живленням від літієвого елемента живлення. У разі відключення живлення пристрою, годинник реального часу продовжує функціонувати.

Таблиця 2.1

Характеристики інтерфейсів зв'язку

Інтерфейси зв'язку	**Протоколи**	**Швидкість передачі***	**Довжина кабелю, не більше**	**Тип рекомендованого кабелю**
Ethernet	Modbus TCP (Master/Slave)	10/100 Мбіт/с	100 м	Категорія 5 Тип UTP (звиті пари без екрану), STP або FTP (звиті пари в екрані)
RS-485	Modbus RTU (Master/Slave), ModBus ASCII (Master/Slave), ОВЕН (Master)	1200, 2400, 4800, 9600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200 біт/с	1200 м**	КИПЕВ 1 × 2 × 0,6 або аналогічний
RS-485			3 м	Нуль-модемний кабель, що виконаний відповідно до рекомендацій
USB-Host, SD	MSD	12 Мбіт/с (USB)	Використовується для підключення USB Flash/SD пристроїв (mass storage devices)	
USB-Device	Gateway		1,5 м	Використовується для підключення панелі до ПК***

Умови експлуатування

Робочі умови експлуатування:

- закриті вибухобезпечні приміщення без агресивних парів і газів;
- температура навколишнього повітря у діапазоні від 0 до +60 °С;
- відносна вологість повітря від 10 до 90 % без конденсації вологи;
- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа. Нормальні умови експлуатування:
- закриті вибухобезпечні приміщення без агресивних парів і газів;

- температура навколишнього повітря 20(± 5) °С;
- відносна вологість повітря не більше 80 % при +35 °С і більш низьких температурах без конденсації вологи;

За стійкістю до механічних впливів пристрій відповідає групі N2 за ГОСТ12997. Пристрій стійкий до впливу окремих механічних ударів з піковим прискоренням 50 м/с2 і тривалістю ударного імпульсу в межах від 0,5 до 30,0мс.

За стійкістю до кліматичних впливів під час експлуатування пристрій відповідає групі виконання В4 за ГОСТ 12997. [26]

За експлуатаційною завершеністю пристрій належить до виробів другого порядку згідно з ГОСТ 12997. За стійкістю до електромагнітних впливів пристрій відповідає вимогам ДСТУ EN 61131-2. [27]

Пристрій відповідає вимогам щодо стійкості до впливу завад відповідно до ДСТУ EN 61131-2 для обладнання класу А.

За рівнем випромінюваних радіоперешкод пристрій відповідає класу А за ДСТУ EN 61000-6-3. [28]

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

Під час експлуатування та технічного обслуговування слід дотримуватися вимог таких нормативних документів: Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правила улаштування електроустановок. Не допускається потрапляння вологи на контакти вихідного роз'єму і внутрішні електричні елементи пристрою. Пристрій заборонено використовувати в агресивних середовищах із вмістом в атмосфері кислот, лугів, олив тощо.

Модуль вводу ОВЕН МВ110-224.8А [М01]

Пристрій працює у мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Тип протоколу визначається пристроєм автоматично.

Пристрій має наступні типи гальванічно ізольованих кіл:

- кола живлення пристрою;

- кола інтерфейсу RS-485;
- кола вимірювальних входів.

Пристрій є Slave-ом, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із працюючою на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. У якості Майстра мережі можуть використовуватися контролери ОВЕН СПК, ПЛК тощо.[29]

До пристрою надається OPC-драйвер та бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підмиканні пристрою SCADA-систем та контролерів інших виробників.

Основні особливості модуля вводу аналогових сигналів МВ110-8А:

- 8 універсальних каналів аналогового вводу
- Типи вхідних сигналів: термоперетворювачі опору, термопари, уніфіковані сигнали напруги та струму (потребують використання зовнішнього резистора 50 Ом), опір до 2 кОм
- Частота вимірювань: до 0,3 с на канал
- Термопари: L, J, N, K, S, R, B, T, A-1, A-2, A-3
- Термоперетворювачі опору: 50М, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100М, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500М, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000М, Cu1000, 1000П, Pt1000
- Уніфіковані сигнали: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В
- Напруга живлення: ~220 В та =24 В (універсальне джерело живлення)

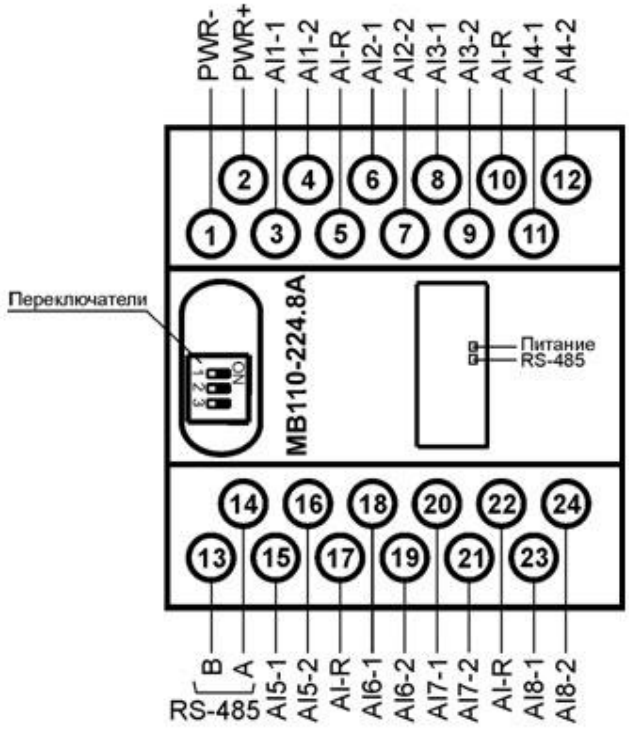


Рис. 2.2 Загальне креслення ОВЕН МВ110

За стійкістю до кліматичних впливів при експлуатуванні пристрій відповідає групі виконання В4 за ГОСТ Р 52931-2008.

За стійкістю до впливів атмосферного тиску пристрій відноситься до групи Р1 за ГОСТ Р 52931-2008.

За стійкістю до механічних впливів при експлуатуванні пристрій відповідає групі виконання N1 за ГОСТ Р 52931-2008.

За електромагнітною сумісністю модулі відносяться до обладнання класу А за ГОСТ Р 51522-99.[30]

Первинні перетворювачі (датчики) призначені для контролю фізичних параметрів об'єкта (температури, тиску, витрати і т.п.) і перетворення їх в електричні сигнали, оптимальні з точки зору подальшої їх обробки.

В якості вхідних датчиків приладу можуть бути використані:

- термоперетворювачі опору;
- термопари (термоелектричні перетворювачі);
- перетворювачі з вихідним аналоговим сигналом у вигляді опору, струму або напруги;

- датчики положення механізмів, що виконують роботу;
- сухі контакти реле або вимикача.

У даному випадку мы будемо використовувати перетворювачі термоелектричні ОВЕН ДТПК135-0914.500.1 – 2 шт.

Термоелектричні перетворювачі (термопари)

Принцип дії ТП заснований на ефекті Зеєбека, відповідно до якого нагрівання точки з'єднання двох різнорідних провідників викликає на протилежних кінцях цього ланцюга виникнення електрорушійної сили – термо-ЕРС. Величина термо-ЕРС спочатку визначається хімічним складом провідників і, крім цього, залежить від температури нагріву. НСХ термопар різних типів стандартизовані ДСТУ EN 60584-1. Так як характеристики всіх ТП в тій чи іншій мірі є нелінійними функціями, в приладі передбачені засоби для лінеаризації показань.

Точка з'єднання різнорідних провідників називається робочим спаєм ТП, а їх кінці - вільними кінцями або, іноді, холодним спаєм. Робочий спай ТП розташовується в місці, обраному для контролю температури, а вільні кінці підключаються до вимірювального приладу. Якщо підключення вільних кінців безпосередньо до контактів приладу не представляється можливим (наприклад, через їх віддаленості один від одного), то з'єднання ТП з приладом необхідно виконувати за допомогою компенсаційних термоелектродних проводів або кабелів, з обов'язковим дотриманням полярності їх включення. Необхідність застосування таких проводів обумовлена тим, що ЕРС термопари залежить не тільки від температури робочого спаю, але також і від температури її вільних кінців, величину якої контролює спеціальний датчик, розташований в приладі. При цьому використання термоелектродних кабелів типу МКЕШ дозволяє збільшити довжину провідників ТП і «перенести» її вільні кінці до клемника приладу.
Приклад схеми підключення ТП до входу приладу представлений на рис. 2.3.

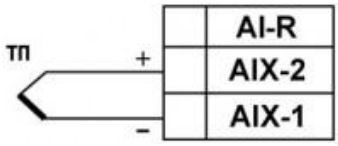


Рис. 2.3 Схема підключення термоелектричного перетворювача

Модуль вводу-виводу ОВЕН МК110-224.4ДН.4Р [М01]

Пристрій призначений для збору даних із вбудованих дискретних входів з подальшим їх передаванням у мережу RS-485 та керування вбудованими дискретними вихідними елементами (ВЕ), які використовуються для підключення виконавчих механізмів з дискретним керуванням, за сигналами із мережі RS-485 або залежно від стану дискретних входів.

ОВЕН МК110 має вбудоване джерело живлення для датчиків, які підключені до входів модуля. Пристрій може бути використаний у складі автоматизованих систем керування технологічними процесами у різних галузях промисловості, може застосовуватись для сполучення різних датчиків та безконтактних вимикачів (які заснованих на ємнісному, індуктивному, оптичному, ультразвуковому та ін. принципах дії) з виконавчими механізмами.

Вбудовані ВЕ можуть працювати у режимі ШІМ, дискретні входи можуть працювати у режимі імпульсів частотою до 1 кГц. [32]

ОВЕН МК110 працює у мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Модуль є Slave-ом, тому мережа RS-485 повинна мати Майстра мережі, наприклад, ПК із працюючою на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. Пристрій відповідає вимогам за стійкістю до впливу завад за ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.[33]

До дискретних входів МК110 (типу ДН) підключаються датчики типу «сухий контакт», транзисторні ключі n-p-n-типу з відкритим колектором та транзисторні ключі p-n-p типу. Всі входи незалежні (немає об'єднання в групи), тому до частини входів можна підключити датчики з виходом n-p-n-типу, а до частини - датчики з виходом p-n-p-типу. Кожен дискретний вхід

має власний 16-бітний лічильник імпульсів, які прийшли на Вхід. Максимальна частота імпульсів рахунку повинна складати не більше 1 кГц при тривалості імпульсу не менше 0,5 мс. Імпульси більшої частоти або меншою тривалості пропускаються. Рахунок здійснюється по передньому фронту (із замикання контакту). При втраті живлення модуля результати рахунку зберігаються в незалежній пам'яті приладу. При переповненні лічильника його значення обнуляється і рахунок продовжується.

Для кожного дискретного входу може бути включено програмне придушення брязкоту контактів. Програмне придушення включається в параметрі Tin.C в папці «Параметри входів ».

Управління дискретними ВЕ МК110 здійснюється за допомогою контролера, ПК з встановленої SCADA-системою з підключеним OPC-драйвером МК110-4ДН.4Р, за допомогою іншої програми, налаштованої за допомогою бібліотеки ОВЕН WIN DLL або працює за протоколом ModBus або DCON. Управління дискретними ВЕ може здійснюватися двома способами:

- посилкою команди генерації сигналу ШІМ;
- посилкою груповий команди на включення / вимикання ВЕ.

Сигнали ШІМ, що видаються ВЕ приладу, формуються двома параметрами: періодом ШІМ і скважностью ШІМ. Шпаруватість ШІМ передається в процесі роботи по мережі RS-485 за обраним протоколом. Шпаруватість передається в діапазоні від 0 до 1 для протоколів ОВЕН і DCON і від 0 до 1000 для протоколу Modbus. Мінімально допустима тривалість ШІМ-імпульсу становить 50 мс і не може бути змінена.

Блок живлення ОВЕН БП30А-24

Блок живлення ОВЕН БП30А призначений для живлення пристроїв і датчиків стабілізованою напругою 24 В. Рекомендується для використання в шафах автоматики, де потрібне компактне за шириною рішення (ширина корпусу БП30А – 22 мм).[19]

Особливості та переваги:

- Зручний монтаж у щит.
- Можливість паралельного підключення декількох блоків живлення без додаткових пристроїв.
- Регулювання вихідної напруги в діапазоні ±8 % від номінальної.
- Мінімальний рівень пульсацій (менше 0,5 %).
- Гарантований захист блоку живлення і навантаження (від КЗ, перегріву, перевантаження, обмеження вихідного струму під час запускання).

2.2 Монтажні характеристики комплексу реєстратора

Під час монтажу пристрою слід враховувати заходи безпеки. Пристрій виготовляється у пластмасовому корпусі, призначеному для кріплення у щиті. Перед монтажем пристрою слід заздалегідь підготувати місце у шафі електрообладнання відповідно до установчих розмірів. Пристрій встановлюється у щиті шафи електрообладнання під будь-яким кутом нахилу для зручності користувача. Конструкція шафи повинна забезпечувати захист корпусу панелі від потрапляння через вентиляційні отвори вологи, бруду та сторонніх предметів. Габаритний кресленик, розміри установчого отвору пристрою та обмежувальні розміри для встановлення наведені на рисунках нижче.

Для монтажу пристрою слід:

- Перевірити наявність на пристрої монтажного ущільнювача.
- Встановити пристрій у монтажний виріз щита.
- Кріпильні затискачі вставити в отвори на верхній та нижній сторонах корпусу.
- Монтажні затискачі закріпити на місцях затягуванням установних гвинтів з достатнім, але не надмірним зусиллям.

На задній поверхні пристрою розташовані:

- рознімний клемний з'єднувач живлення для підключення пристрою до мережі живлення;

- з'єднувачі інтерфейсів DB9M послідовних портів COM1 і COM2 для підключення до пристрою зовнішніх пристроїв через інтерфейс RS-485 і RS-232;
- з'єднувач інтерфейсу USB Device (USB B) для підключення пристрою до ПК через інтерфейс USB як периферійного пристрою для програмування;
- з'єднувач інтерфейсів LAN для підключення до мережі, що оснащені інтерфейсом Ethernet;
- з'єднувач інтерфейсів USB Host (USB A) для підключення мережі, що оснащені інтерфейсом USB;
- слот для підключення карт Flash-накопичувачів формату SD.

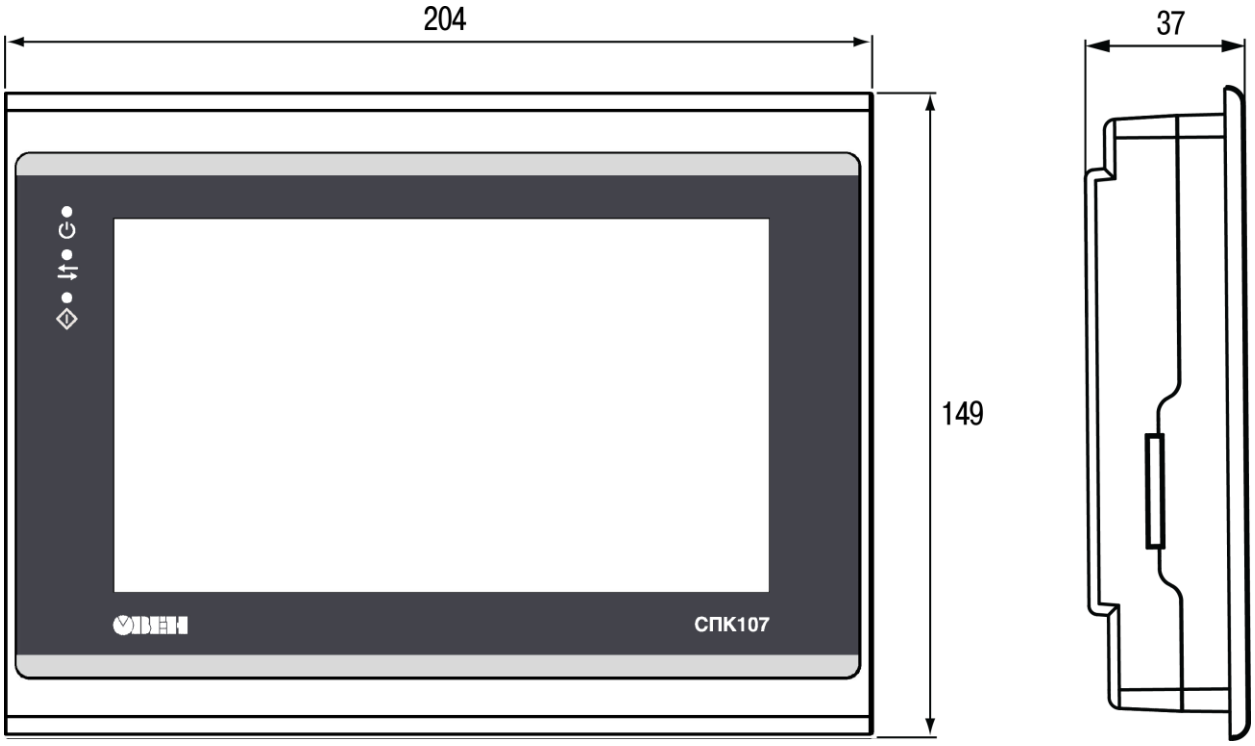


Рис. 2.4 Габаритні розміри СПК107 [М01]

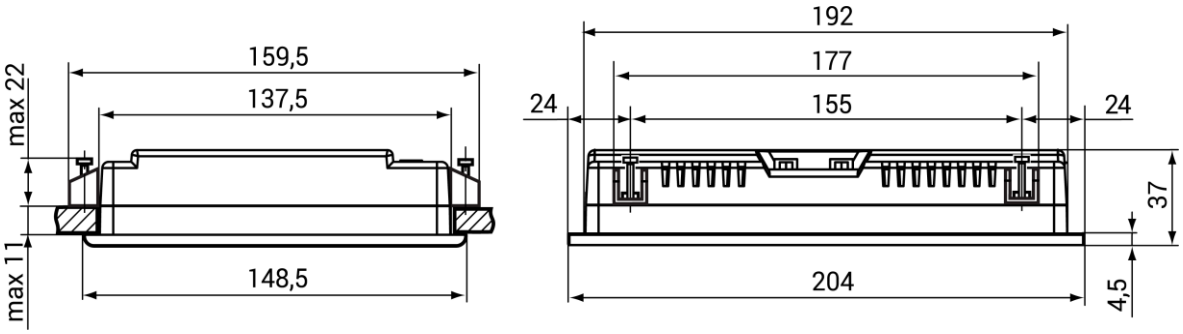


Рис. 2.5 Установчі розміри СПК107 [М01]

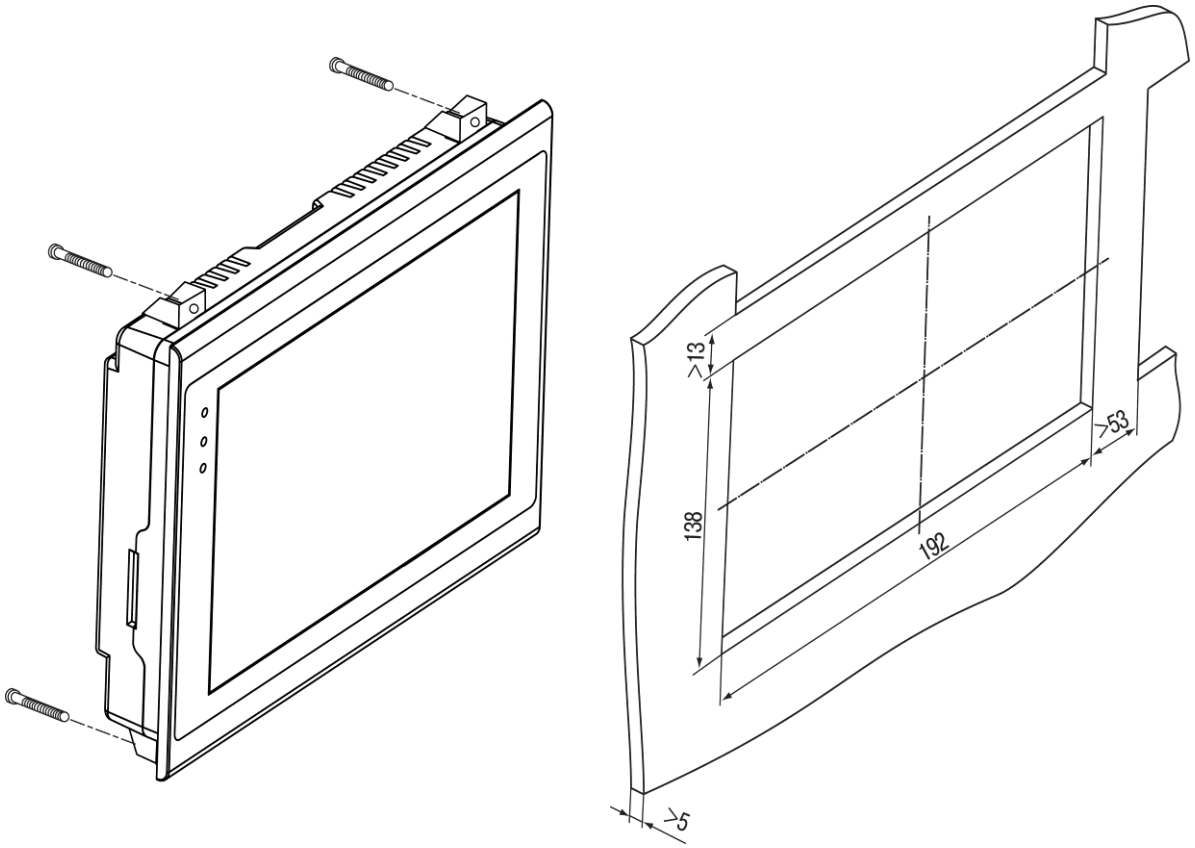


Рис. 2.6 Додаткові установчі розміри СПК107 [М01]

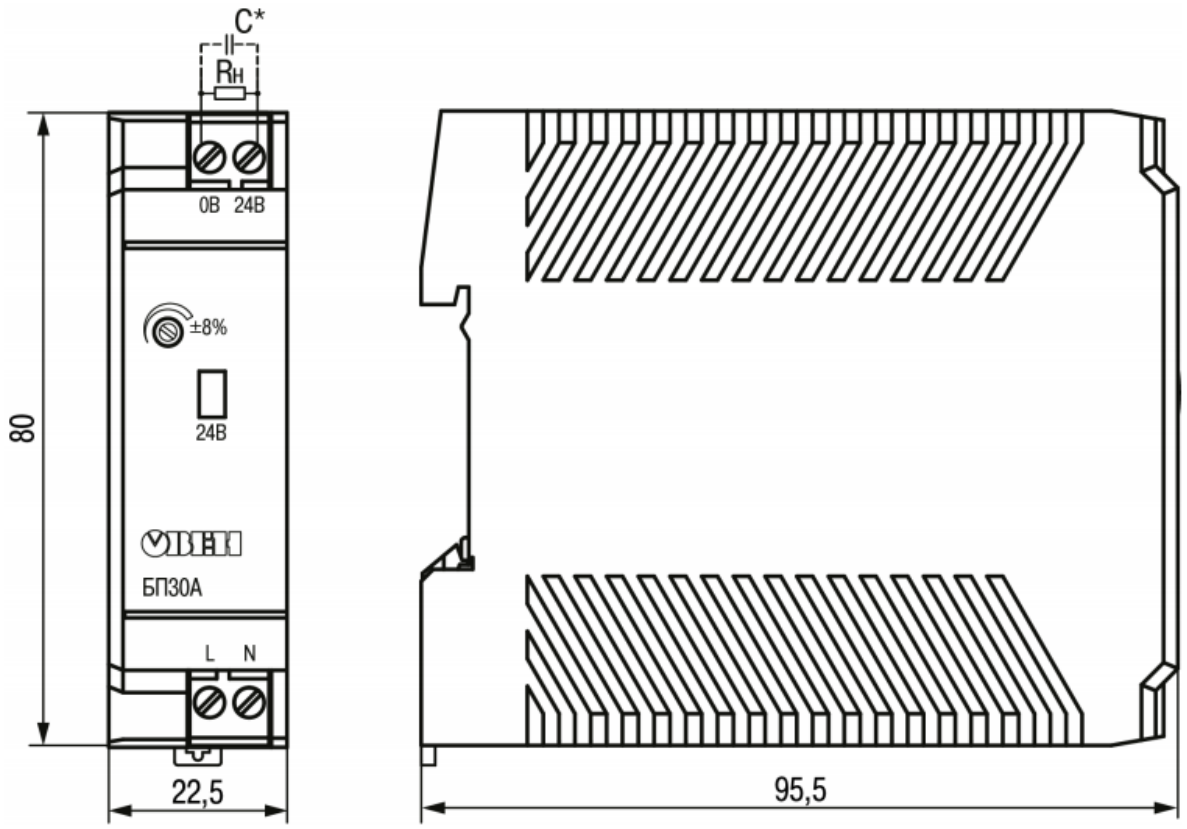


Рис. 2.7 Габаритні розміри БП30А

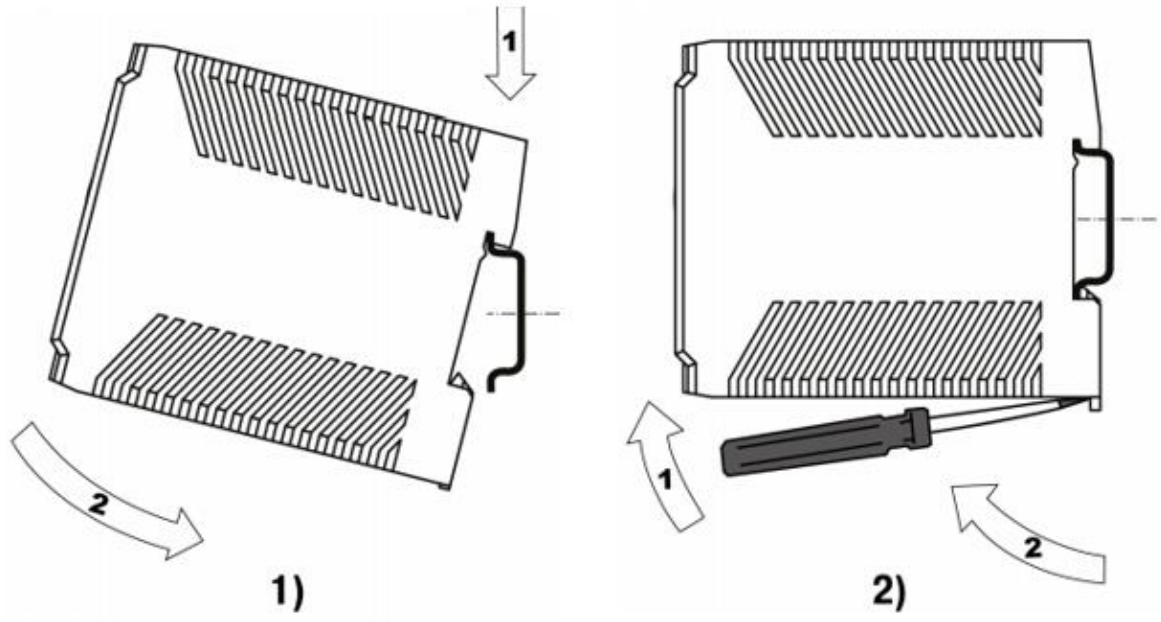


Рис. 2.8 Монтаж(1) та демонтаж(2) БП30А

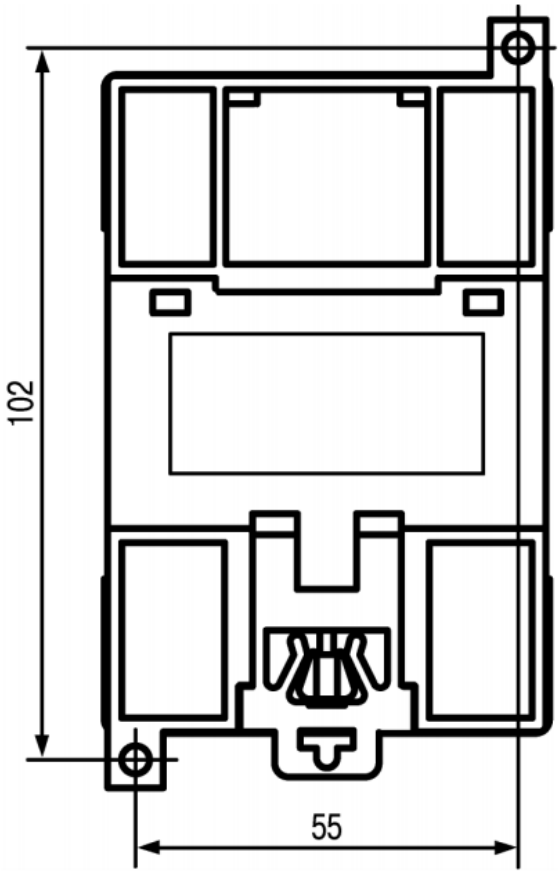


Рис. 2.9 Установчі розміри МВ110 та МК110

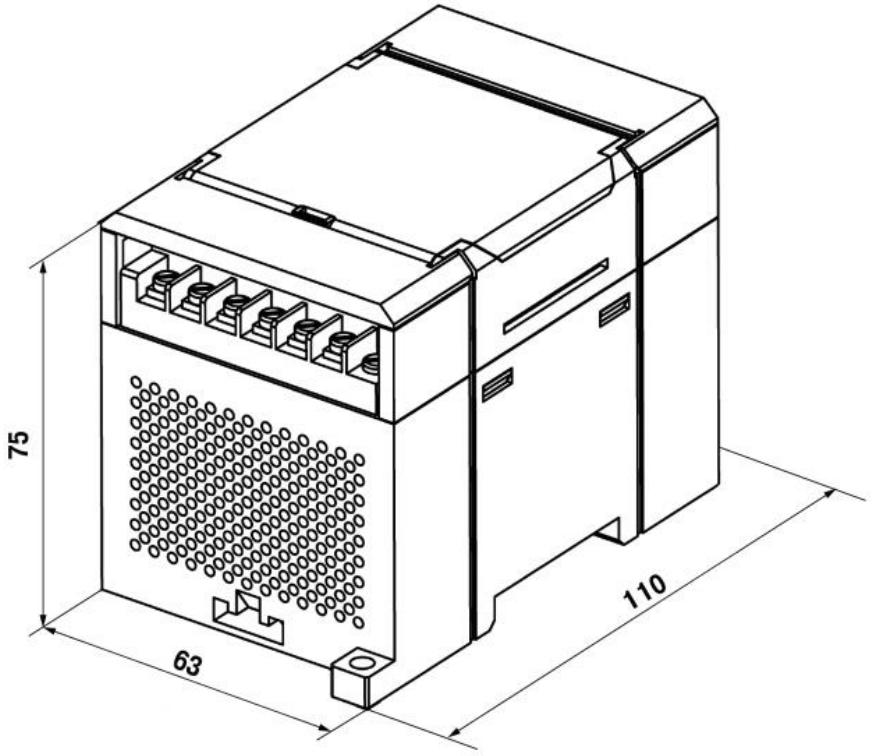


Рис. 2.10 Габаритні розміри МВ110 та МК110

3 НАПИСАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЄСТРАТОРА

Основою комплексу CODESYS є середовище розробки прикладних програм для програмованих логічних контролерів (ПЛК). Вона поширюється безкоштовно і може бути без обмежень встановлена на декількох робочих місцях.

У CODESYS для програмування доступні всі п'ять обумовлених стандартом IEC 61131-3 (МЕК 61131-3) мов:

- IL (Instruction List) - асемблер-подібна мова
- ST (Structured Text) - Pascal-подібна мова
- LD (Ladder Diagram) - мова релейних схем
- FBD (Function Block Diagram) - мова функціональних блоків
- SFC (Sequential Function Chart) - мова діаграм станів

На додаток до FBD підтриманий мову програмування CFC (Continuous Function Chart) з довільним розміщенням блоків і розстановкою порядку їх виконання. Саме цією мовою написане програмне забезпечення для БКТР.

У CODESYS реалізований ряд інших розширень специфікації стандарту IEC 61131-3. Найістотнішим з них є підтримка Об'єктно-орієнтованого програмування (ООП).

Вбудовані компілятори CODESYS генерують машинний код (двійковий код), який завантажується в контролер. Підтримуються основні 16- і 32-розрядні процесори: Infineon C166, TriCore, 80x86, ARM (архітектура), PowerPC, SH, MIPS (архітектура), Analog Devices Blackfin, TI C2000 / 28x і інші.

При підключенні до контролера середовище програмування переходить в режим налагодження. У ньому доступний моніторинг / зміна / фіксація значень змінних, точки зупину, контроль потоку виконання, гаряче оновлення коду, графічна трасування в реальному часі і інші налагоджувальні інструменти.

CODESYS версії V3 побудований на базі так званої платформи автоматизації: CODESYS Automation Platform. Вона дозволяє виробникам обладнання розвивати комплекс шляхом підключення власних плагінів.

Розширена професійна версія середовища розробки носить назву CODESYS Professional Developer Edition. Вона включає підтримку UML-діаграм класів і станів, підключення системи контролю версій Subversion, статичний аналізатор і профілювальник коду. Поширюється за ліцензією.

Інструмент CODESYS Application Composer дозволяє перейти від програмування практичних додатків до їх швидкого складання. Користувач становить власну базу об'єктів, які відповідають певним приладів, механічних вузлів машини і т.п. Кожен об'єкт включає програмну реалізацію і візуальне уявлення. Завершений додаток складається з необхідних об'єктів, конфігурується і автоматично генерується програма на мовах МЕК 61131-3.[34]

За замовчуванням, в новому стандартному проекті доступні один програмний компонент (POU), настройки проекту (Project Settings) і деякі ресурси: У вікні 'POUs' (зверху) знаходиться програма "PLC_PRG", яку нам належить написати на мові ST. У вікні 'Devices' (знизу) присутній єдиний пристрій: "CoDeSys_SP_for_Win32 (PLCWinNT)". Воно містить один додаток (Application) з Конфігуратором завдань (Task Configuration), що визначає головне завдання (MainTask), яка включає виклик PLC_PRG, і Менеджер бібліотек (Library Manager). Він спочатку містить бібліотеку "iostandard.library", необхідну для конфігурації входів / виходів. [35]

Графічними мовами є SFC, FBD, LD. Мови IL і ST є текстовими.

У стандарт було запроваджено кілька мов (а не одну) для того, щоб кожен користувач міг застосувати найбільш зрозумілу йому мову. Програмісти частіше вибирають мову IL (схожий на асемблер) або ST, схожий на мову високого рівня Паскаль; фахівці, що мають досвід роботи з релейного логікою, вибирають мову LD, фахівці з систем автоматичного управління (САУ) та схемотехніки вибирають звичний для них мову FBD.

Вибір однієї з п'яти мов визначається не тільки з власних уподобань, а й сенсом розв'язуваної задачі. Якщо вихідна задача формулюється в термінах послідовної обробки і передачі сигналів, то для неї простіше і наочніше використовувати мову FBD. Якщо завдання описується як послідовність спрацьовувань деяких ключів і реле, то для неї найбільш наочно буде мова LD. Для завдань, які спочатку формулюються у вигляді складного розгалуженого алгоритму, зручніше буде мова ST.

Мови МЕК 61131-3 базуються на наступних принципах :

- вся програма розбивається на безліч функціональних елементів - Program Organization Units (POU), кожен з яких може складатися з функцій, функціональних блоків і програм. Будь-який елемент МЕК-програми може бути сконструйований ієрархічно з простіших елементів;
- стандарт вимагає суворої типізації даних. Оголошення типів даних дозволяє легко знайти більшість помилок в програмі до її запуску;
- є засоби для виконання різних фрагментів програми в різний час, з різною швидкістю, а також паралельно. Наприклад, один фрагмент програми може сканувати кінцевий датчик з частотою 100 разів на секунду, в той час як другий фрагмент буде сканувати датчик температури з частотою один раз в 10 сек;
- для виконання операцій в певній послідовності, яка задається моментами часу або подіями, використовується спеціальна мова послідовних функціональних схем (SFC);
- стандарт підтримує структури для опису різнорідних даних. Наприклад, температуру підшипників насоса, тиск і стан "включено-виключено" можна описати за допомогою єдиної структури "Pomp" і передавати її всередині програми як єдиний елемент даних;
- стандарт забезпечує спільне використання всіх п'яти мов, тому для кожного фрагмента завдання може бути обраний будь-який, найбільш зручний, мова;

- програма, написана для одного контролера, може бути перенесена на будь-який контролер, сумісний зі стандартом МЕК 61131-3.

Будь-який контролер працює в циклічному режимі. Цикл починається зі збору даних з модулів введення, потім виповнюється програма ПЛК і закінчується цикл висновком даних в пристрої виведення. Тому величина циклу контролера залежить від часу виконання програми та швидкодії процесорного модуля.

Написана програма базується на мові CFC. За приклад обраний технологічний процес випалювання цегли на підприємстві з автоматизацією технологічних процесів середнього рівня. Був побудований стенд для тестування програми, де БКТР показав задовільні результати. Принцип програми був побудований на принципі використання функціональних блоків за схемою показаною на рис. 3.1.

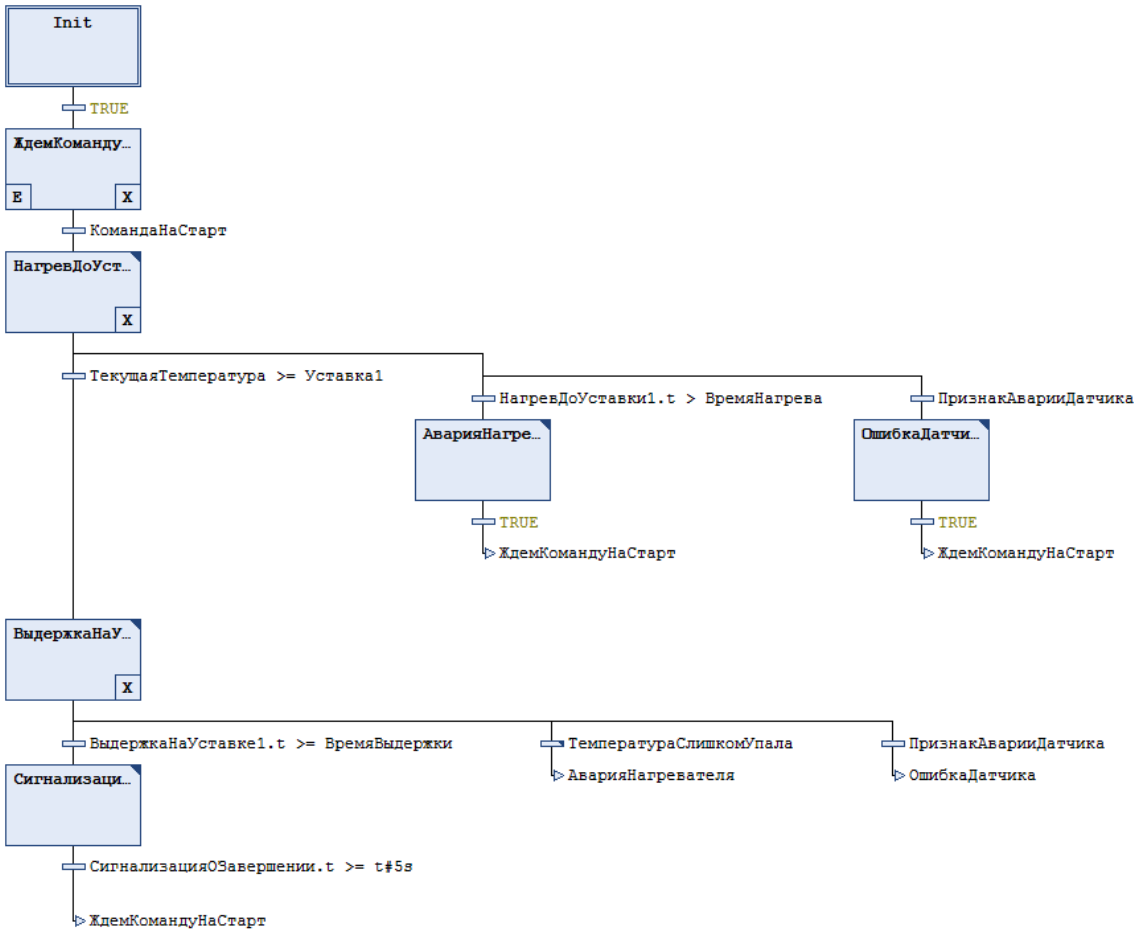


Рис. 3.1 Схема управління випалювання цегли

Роботу Двухпозиційного нагрівача реалізовано за допомогою функціонального блоку за схемою приведеною на рис. 3.2.

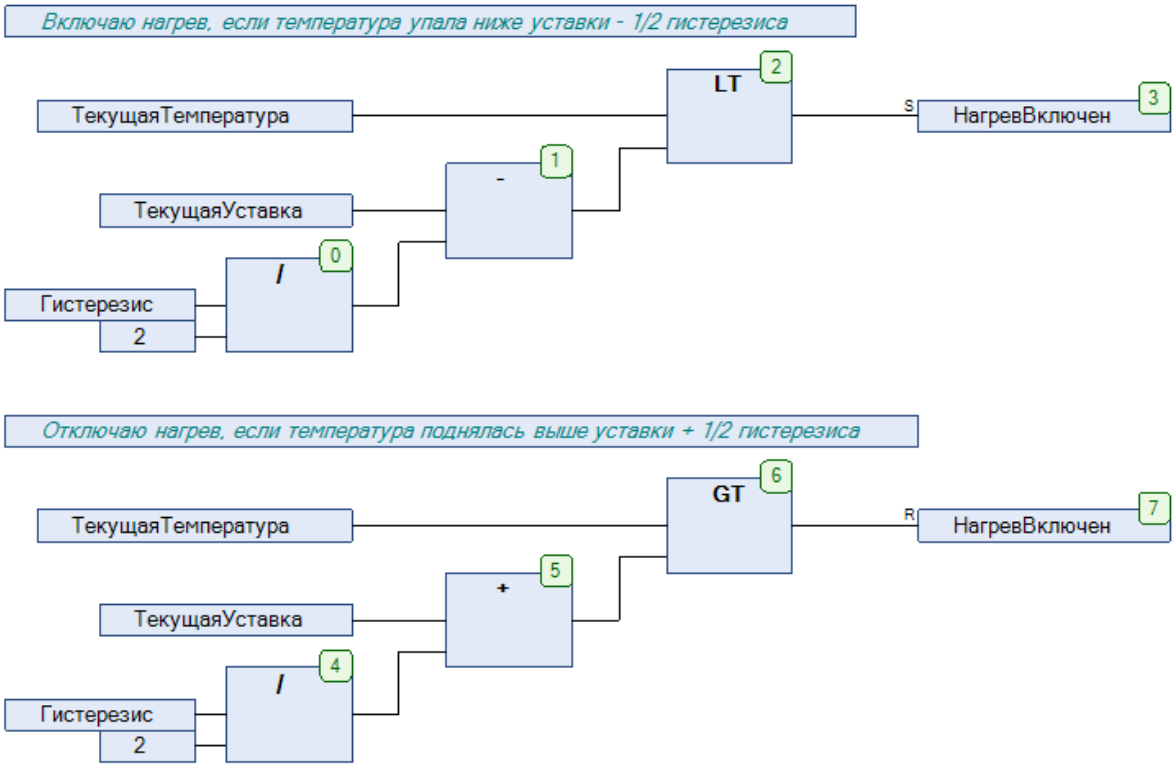


Рис. 3.2 Логіка роботи за схемою 2-х позиційного нагрівача

Оператори «LT» (менше, за) та «GT» (більше, за) дають змогу нагрівачеві коректно виконувати технологічний процес, включаючи різні сценарії роботи.

Для оптимального контролю температури у камері було встановлено 2 незалежних датчики температури, які сприймає аналоговий модуль вводу параметрів та передає дані контролеру. Контролер у свою чергу розраховую середню температуру за допомогою функції логіка якої приведена на рис. 3.3

Для реалізації цієї функції були використані оператори «MOVE»,«AND» та арифметичні операції додавання та різниці. Таким чином при нештатних ситуаціях, таких як вихід із ладу датчика температури чи нагрівача механізм буде зупинений та поступить повідомлення оператору лінії. Це виконано як для безпеки персоналу, так і для усунення можливості виготовлення продукції

з браком. Можливість виводу інформації оператору дана також за умову визову функції на холсті «PLC_PRG».

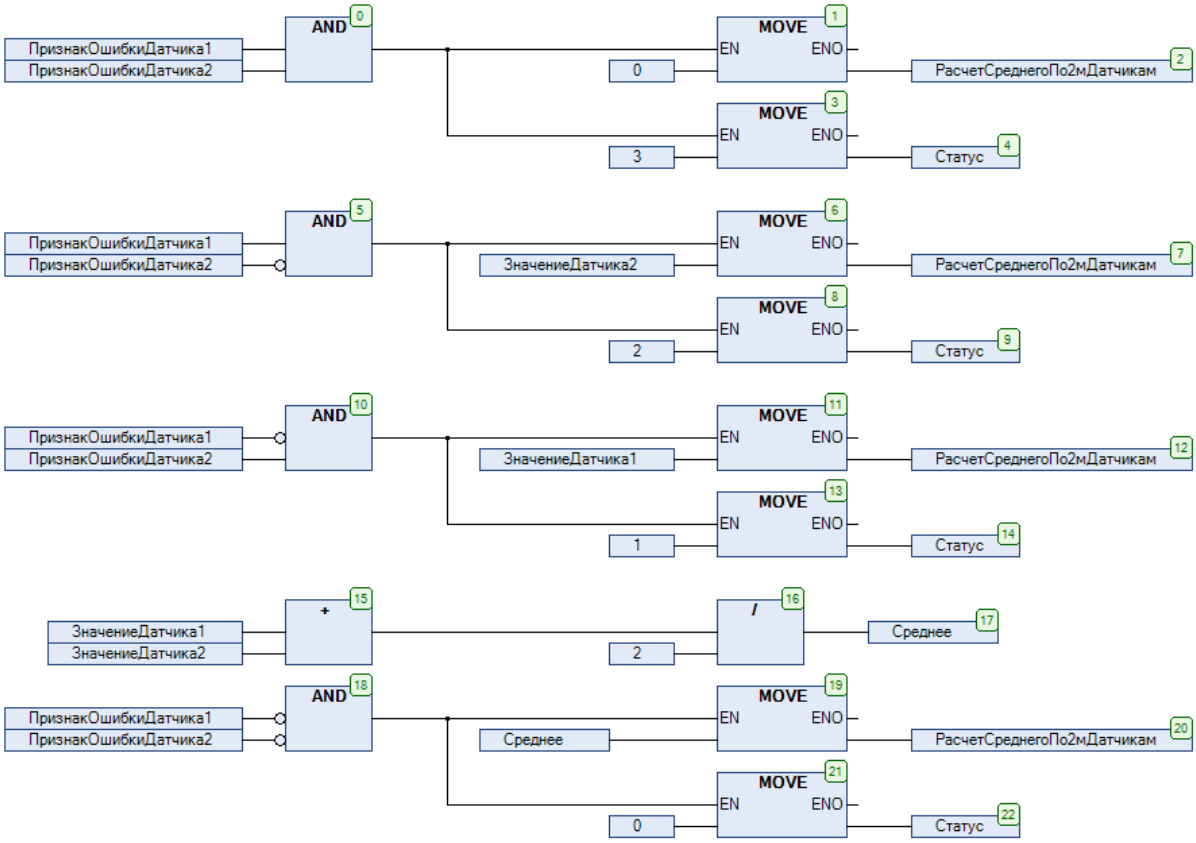


Рис. 3.3 Схема розрахунку середньої температури

Для зручного використання реєстратора, оператору дається можливість переходу між двома екранами та викликати одне спливаюче вікно. На першому (головному екрані) розроблена мнемосхема (рис. 3.4) устаткування для зручної співпраці з «машиною», де відображаються:

- реальну та середню температуру та розташування кожного з датчиків;
- статус нагрівача (включений або виключений);
- статус клапанів подачі газу та повітря;
- статус роботи модулів вводу/виводу;
- стадію виконання програми (нагрів, витримка і т.д.);
- можливі аварій (нагрівача, датчиків);
- кнопка для переходу до вікна архівації; (рис. 3.5)
- кнопка для переходу до екрану з графіками.

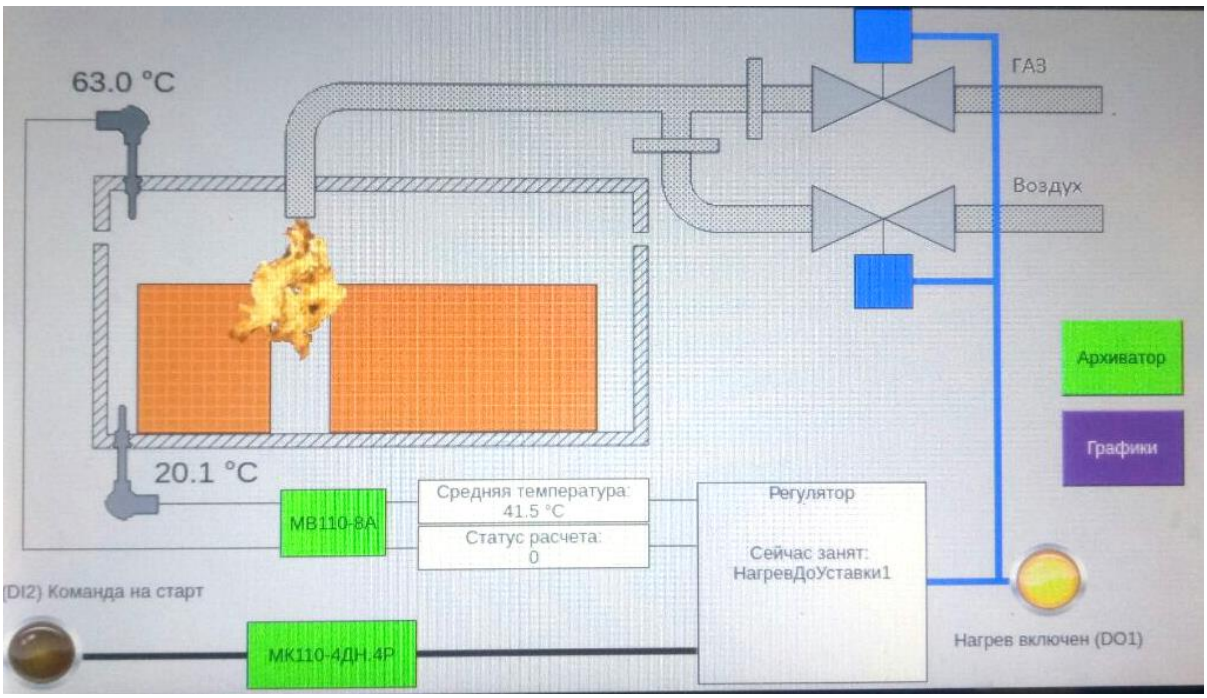


Рис. 3.4 Мнемосхема на головному екрані

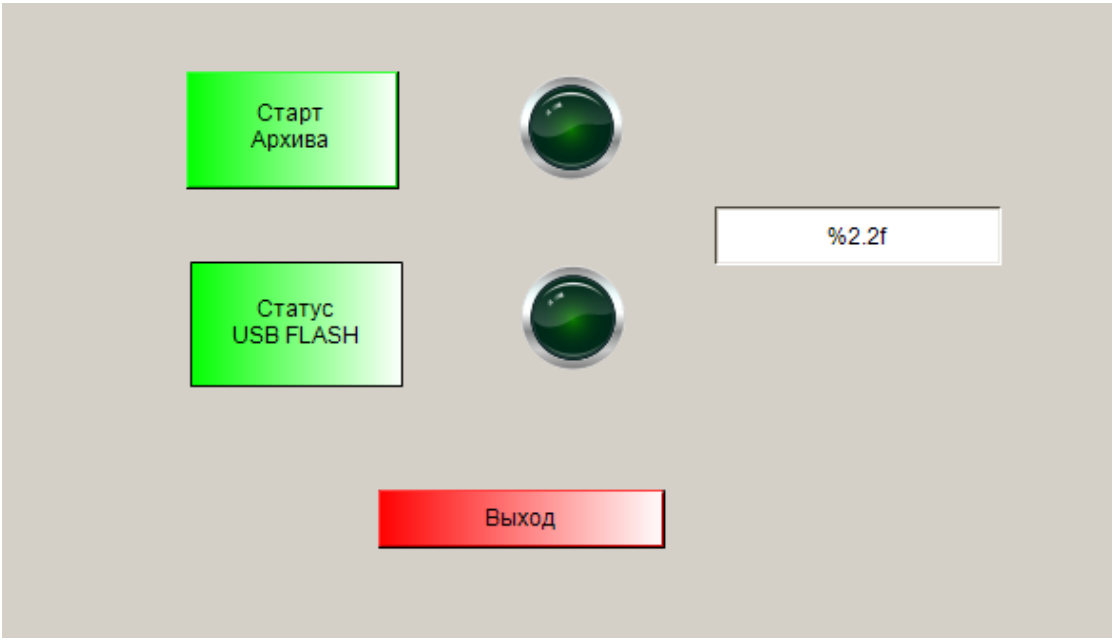


Рис. 3.5 Спливаюче вікно для запуску архівації

На даному вікні винесені два індикатори. Один для статусу роботи архівації, при натисканні на кнопку «Старт Архива» почнеться архівування даних та включиться індикатор навпроти. Другий індикатор дає розуміння

оператору про наявність USB носія у контролері. Архівовані дані зберігаються на USB носії у форматі Excel.

При на тисканні кнопки «Графики» на головному екрані з’являється екран, на якому виводяться графіки зміни вибраних параметрів. (рис. 3.6)



Рис. 3.6 Екран для виводу графіків зміни вибраних параметрів

ВИСНОВКИ

Розглянувши функції та типи автоматизованих систем управління технологічними процесами були знайдені місця технологічних процесів, які потребують детального доопрацювання та впровадження принципово нових рішень для виведення підприємств на вищій рівень АСУ ТП.

Таким чином, проаналізувавши у дипломному проекті ефективність використання та необхідність створення багатофункціонального пристрою, який працює на локальному рівні автоматизації, була запропонована конструктивна модель побудови комплексу багатоканального технологічного реєстратора.

Розроблено та впроваджене програмне забезпечення для реєстратора, шо дає змогу включити в роботу пристрій без попереднього довгого налаштування. Комплекс готовий одразу працювати за своїм прямим призначенням, а саме - зчитувати вхідні дані, передавати їх на екран сенсорної панелі оператора, попередньо перетворивши їх у числові значення.

Реалізований інтуїтивно зрозумілий для оператора інтерфейс з побудованою мнемосхемою, яка відображається на панелі одразу після подачі живлення на контролер.

Впроваджена функція архівації технологічних параметрів з головного механізму на USB накопичувач. Зібрані дані можна використовувати для контролю якості виготовляємої продукції, контролю за безперевним технологічним процесом та задля дотримання безпечних умов праці на робочих місцях з потенційною небезпекою. Для початку архівації оператору треба тільки запустити архівацію і дали програма виконується автоматично.

Окреслено переваги використання даного комплексу при технологічних процесах. Серед них – можливість використання комплексу для моніторингу, диспетчеризацій та включенням у загальну SCADA-систему підприємства. Ще однією перевагою є можливість розширення функціоналу комплексу за допомогою додавання модулів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Егоров С.В., Мирахмедов Д.А. Моделирование и оптимизация в АСУТП. М. 1988
2. Баранов И. Ю. Исследование гибкого инструментального комплекса для интеллектуальной системы административного управления в корпоративных АСУП: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.13.06 / И. Ю. Баранов; Орел-ГТУ.-Орел, 2006.- 18 с.
3. Vishnevskiy V. M. Algorithms optimisation queueing networks and application for computer networks / V. M. Vishnevskiy // Proceedings of International symposium Teletraffic theory and computer simulation. Sofia, 1988.1. P. 345-358.
4. Thomas S. A. IP switching and routing essentials: understanding RIP, OSPF, BGP, MPLS, CR-LDP and RSVP-TE / S. A. Thomas. New York: Wiley, 2001. -358p.
5. Shands D. The performance of probabilistic routing / D. Shands. Miami: University of Florida, 1998. - 9 p.
6. Postel J. Transmission Control Protocol. STD 7, RFC 793, 1981, September.- P. 121-134.
7. Open Look. Graphical User Interface. Application Style Guidelines. Sun Microsystems, Inc, 1991. 66 p.
8. Bochmann G. Automating the process of test derivation from SDL specifications / G. Bochmann, A. Petremko, O. Belial. Universite de Montreal, 1996. -12 p.
9. Артемов С. П. Проблемы автоматизации зданий и производственных процессов. // В кн.: Информационные управляющие системы // Межвузовский сборник научных трудов. Пермь: ПТГУ, НИИУМС, 1999.
10. Костин С. В. Управление процессами информационного обмена в АСУ на примере горного предприятия: дис. канд. тех. наук: 05.13.06: защищена 23.05.06: утв. 23.09.06 / Костин Сергей Викторович. Орел, 2006. - 166 с. -Библиогр.: С. 158-166.

11. Протоколы информационно-вычислительных сетей. Разработка, моделирование и анализ / Под ред. В. А. Мизина. М.: Финансы и статистика, 1990. - 501 с.
12. Основы автоматизации машиностроительного производства: Учеб. для маш. спец. вузов / Е. Р. Ковальчук и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. -2 изд., испр. М.: Высш. шк., 1999. - 312 с
13. Шпур Г. Н. Автоматизированное проектирование в машиностроении. / Г. Н. Шпур, Ф. Л. Краузе. - М.: Машиностроение, 1988. - 648с.
14. Балакирев В.С. Оптимальное управление процессами химической технологии / В.С. Балакирев, В.М. Володин, А.М. Цирлин. – М.: Химия. 1978. – 383 с.
15. Олифер В. Новые технологии и оборудование 1Р-сетей. / В. Олифер, Н. Олифер. СПб: Изд-во "Питер", 2000. - 512с.
16. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ: пер. с англ. / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. М.: МЦНМО, 2001. - 960с.
17. Пиггот С.Г. Интегрированные АСУ химическими производствами. М.: Химия, 1985. – 120 с.: ил.
18. Е.П. Стефани. Основы построения АСУ ТП / Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 352 с.
19. Догановский, С. А. Вычислительные устройства в автоматических системах управления по возмущению / С.А. Догановский. - М.: Энергия, 2015. - 312 с.
20. Авен О. И. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем / О. И. Авен, Н. Н. Турин, Я. А. Коган. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. - 464 с.
21. Клюев, А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский. - М.: Энергия, 2015. - 512 с.
22. Хоар Ч. Взаимодействующие последовательные процессы / Ч. Хоар. М.: Мир, 1989.-264 с.

23. Юдицкий С. А. Логическое управление дискретными процессами / С. А. Юдицкий, В. 3. Магергут. М.: Машиностроение, 1987. - 175 с.
24. Богуславский, Л. Б. Основы построения вычислительных сетей для автоматизированных систем / Л.Б. Богуславский, В.И. Дрожжинов. - М.: Энергоатомиздат, 2013. - 256 с.
25. Щербо В. К. Функциональные стандарты в открытых системах. Ч. 1. Концепция открытых систем: Справ, пособие / В. К. Щербо, В. А. Козлов. -М.Международный центр научной и технической информации, 1997.-124с.
26. ГОСТ 12997-84 Изделия ГСП. Общие технические условия., Изд. стандартов, 1986
27. ДСТУ EN 61131-2:2017 Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытанию (EN 61131-2:2007, IDT; IEC 61131-2:2007, IDT)
28. Настанова щодо експлуатування СПК1хх - [https://owen.ua/uploads/104/re_spk1xx_m01__2-uk-46442-1.6_a4.pdf]
29. Настанова щодо експлуатування МВ110-х.8А – [https://owen.ua/uploads/103/re_oven_mv110-224.8a_m01__ukr_728.pdf]
30. Декларація про відповідність ОВЕН МВ110, МУ110 (аналогові) – [https://owen.ua/uploads/63/decl-analog_moduli.jpg]
31. Настанова щодо експлуатування МК110-х.4ДН.4Р – [https://owen.ua/uploads/88/re_oven_mk110-220.4dn.4r_m01__ukr_658.pdf]
32. Сертифікат відповідності ОВЕН МДВВ, МК110, МВ110, МУ110 (дискретні) – [https://owen.ua/uploads/63/sert_sootv_tr-diskret-moduli.jpg]
33. Коротка настанова БП30А – [https://owen.ua/uploads/103/kr_bp30a-h_2-ua-39051-1.5_a4.pdf
34. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования Под ред. проф. В. П. Дьяконова. — М.: Солон-Пресс, 2004. — 256 с.
35. Парр Э. Программируемые контроллеры. М.: Бином, 2007. — 520 с.