

**Ельперін І.В.** Промислові контролери. Частина 1.: Конспект лекцій до вивчення дисц. для студ. спец. 6.092500 "Автоматизоване управління технологічними процесами" і "Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва" напряму підготовки 0925 "Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології". – К.: НУХТ, 2012. - 83 с.

Рецензент **А.П.Ладанюк**, доктор техн.наук.

**І.В.Ельперін**, кандидат техн. наук.

Видання подається в авторській редакції

## ВСТУП

Незважаючи на досить складну економічну ситуацію на Україні, в галузях харчової промисловості продовжується процес технічної модернізації технологічного обладнання і впровадження сучасних систем управління виробництвом. Це викликане, насамперед, необхідністю випуску продукції яка могла б бути конкурентноспроможною по відношенню до продукції, яка поступає в Україну з закордону. Свідомостю того, що цей процес має деякі успіхи є полиці наших магазинів, на яких все більше з'являється продукція українських виробників, якість якої відповідає сучасним вимогам.

Світовий досвід і аналіз роботи підприємств галузі показує, що неможливо підвищити якість продукції і знизити витрати на її виробництво без широкого впровадження сучасних систем управління обладнанням, технологічними комплексами та створення корпоративних систем управління виробництвом.

Сучасний стан розвитку систем управління характеризується широким впровадженням управляючої мікропроцесорної техніки та комп'ютерно-інтегрованих систем управління, які приходять на зміну традиційним локальним засобам автоматизації. Незважаючи на те, що технічне та програмне забезпечення таких систем розвивається досить швидко, в Україні накопичений досить багатий досвід їх впровадження. Процес широкого впровадження мікропроцесорної техніки в системи управління харчових виробництв розпочався у середині 80-х років. Це, насамперед, стосується цукрової промисловості, яка завжди була лідером в напрямку автоматизації виробництва. Сьогодні біля половини цукрових заводів України впровадили більш або менш розвинені сучасні мікропроцесорні системи управління основними технологічними процесами. Активно почалася ця робота у спиртовій промисловості. Починають активізуватись ці процеси в інших галузях харчової та переробної промисловості.

При побудові автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) на базі мікропроцесорних промислових контролерів змінюється сама ідеологія побудови системи управління. Центральною частиною системи є мікропроцесорний управляючий пристрій до якого підключаються датчики та виконуючі механізми (рис.1.).

Алгоритм управління об'єктом реалізується програмним шляхом, що створює можливості швидкої адаптації системи управління та його корегування у разі необхідності. Якщо раніше, при змінах у алгоритмі управління необхідно було змінювати технічну структуру системи, то при використанні мікропроцесорної техніки це зводиться до змін у програмі управління об'єктом.

При цьому значно змінюються умови роботи оператора-технолога. Працюючи на автоматизованій робочій місці (АРМ), створеній на базі



ПЕОМ або операторської станції, оператор отримує інформацію про стан об'єкту та системи управління ним у зручному для сприйняття вигляді (як правило у вигляді кольорових мнемосхем), що сприяє прийняттю своєчасних та ефективних дій. Крім того, такі системи дають можливість аналізувати роботу обладнання або технологічного комплексу за певний час роботи тому, що ведеться і зберігається, за заданий час не тільки передісторія процесу, а і дії оператора, який ним керує. Це дає можливість не тільки мати об'єктивну і своєчасну інформацію, необхідну для прийняття своєчасних і обгрунтованих

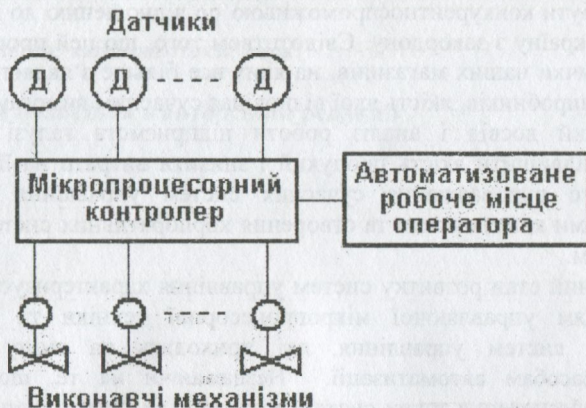


Рис.1. Структура мікропроцесорної системи управління

управляючих дій, а й дозволяє знаходити та своєчасно усувати фактори, які негативно впливають на ефективне функціонування об'єкту управління.

Використання всіх можливостей, які надають сучасна мікропроцесорна техніка та комп'ютерно-інтегровані технології створює реальне підґрунтя для розробки потужних систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень, практичної реалізації складних алгоритмів управління об'єктом, реалізація яких раніше була просто неможливою або вимагала застосовувати досить складні технічні рішення.

Крім того, впровадження мікропроцесорної техніки створює реальні умови для побудови корпоративних систем управління, які дозволяють, за рахунок широкого використання різноманітних польових шин, локальних та корпоративних мереж, вирішувати задачі координації як при управлінні технологічними комплексами так і виробництвом в цілому.

Виходячи із наведеної загальної структури мікропроцесорної системи управління, можна виділити чотири групи технічних засобів, на базі яких вони будуються: датчики, виконавчі механізми, мікропроцесорні контролери і АРМи оператора-технолога. Їх вивченню і присвячений курс "Автоматизовані системи управління технологічними процесами". Враховуючи напрямок майбутньої діяльності спеціалістів в галузі "управляючі системи та

технології" основна увага при вивченні дисципліни приділяється: вивченню фізичних принципів датчиків, за допомогою яких отримується технологічна інформація про стан об'єкту управління; розгляду принципів побудови, законів і алгоритмів управління, які застосовуються в автоматизованих системах управління, а також особливостей використання різноманітних виконавчих механізмів і регулюючих органів. Особлива увага приділяється вивченню спеціального програмного забезпечення, яке використовується, як для програмування промислових мікропроцесорних контролерів, так і для створення автоматизованих робочих місць операторів-технологів.

## **1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ КОНТРОЛЕРІВ**

Технічне та програмне забезпечення промислових мікропроцесорних контролерів оптимізовані для створення на їх базі систем керування обладнанням і технологічними процесами.

Поява промислових мікропроцесорних контролерів пов'язана насамперед з автоматизацією дискретних процесів і необхідністю заміни традиційних систем керування, які будувались на базі релейно-контактних або безконтактних логічних схем керування, що працювали за жорсткою логікою. Це і зумовило їх загальну назву – програмовний логічний контролер який у міжнародних документах позначається як PLC, а у вітчизняній літературі – ПЛК. І хоча функціональні можливості сучасних ПЛК давно вже вийшли за рамки розв'язання цих задач така назва закріпилася за промисловими мікропроцесорними контролерами всіх типів, стала офіційною і знайшла своє відображення у відповідних стандартах.

Можна дати таке визначення ПЛК: програмовний логічний контролер – це спеціалізований мікропроцесорний пристрій, який призначений для керування виробничими процесами в умовах промислового середовища у реальному масштабі часу, програмування якого посильне неспеціалісту в галузі інформатики.

На рис. 1.1. наведена узагальнена структура програмовного логічного контролера. Центральною частиною ПЛК (як і будь-якого мікропроцесорного пристрою) є мікропроцесорний модуль, який керує операціями збору і обробки даних від зовнішніх пристроїв і вироблення керуючих дій відповідно до розробленої програми користувача.

Частина ресурсів пам'яті контролера використовується для зберігання операційної системи, під якою працює мікропроцесорний модуль, а також для зберігання системної інформації про оперативний стан апаратного і програмного забезпечення. Саме ця інформація використовується для функціонування системи самодіагностики і тестування контролера.

Друга частина ресурсів пам'яті використовується для зберігання розробленої програми користувача, яка і визначає виконання алгоритму керування об'єктом. Ємність пам'яті, яка використовується для зберігання



програми користувача, визначає можливості даного ПЛК для створення прикладного програмного забезпечення.

Але основною відмінністю ПЛК від інших мікропроцесорних пристроїв є те, що вони працюють з інформацією, яка поступає від реальних фізичних пристроїв (датчиків) і керує реальними фізичними виконавчими механізмами. Тому дуже важливими елементами ПЛК є модулі, які з одного боку забезпечують перетворення сигналів від датчиків у цифрову форму представлення інформації, яку може обробляти мікропроцесор (вхідні модулі),

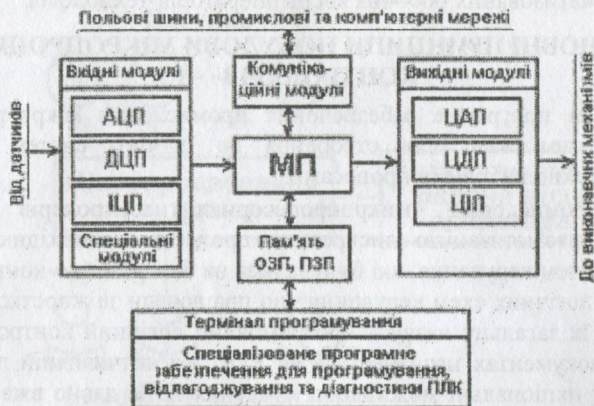


Рис. 1.1. Узагальнена структура ПЛК

і модулі, які навпаки перетворюють цифрову інформацію у фізичні сигнали, які можуть безпосередньо керувати виконавчими механізмами (вихідні модулі).

Сигнали від датчиків можна поділити на декілька груп: дискретні, аналогові, імпульсні і спеціальні.

Дискретні сигнали поступають від датчиків, які спрацюють при досягненні технологічних параметрів заданого значення (сигналізатори тиску, рівня, температури і таке інше), а також від пристроїв, які мають фіксовані положення (кнопки, перемикачі, контакти реле, шляхові перемикачі і таке інше). Фізично, через контакти цих пристроїв, на входи контролера поступає, або ні електричний сигнал. Для роботи з такими типами сигналів у ПЛК використовуються модулі дискретно-цифрового перетворення – ДЦП. Поява або відсутність електричного сигналу величини на вході цього модуля призводить до зміни стану відповідного біту в зоні даних пам'яті ПЛК.

Аналогові сигнали поступають від датчиків, які неперервно вимірюють технологічні параметри (температуру, тиск, витрату, рівень і таке інше) у межах свого вимірювального діапазону. При чому сигнали від датчиків (за рідкими виключеннями) на ПЛК поступають у вигляді уніфікованих сигналів (0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА, 0-10 В), діапазон зміни яких відповідає вимірювальному діапазону датчика. Ці сигнали підключаються до модуля аналогово-цифрового перетворювача (АЦП), який перетворює фізичне

значення рівня сигналу у цифровий вигляд. При цьому важливою характеристикою аналого-цифрового перетворення є його розрядність. Чим вище розрядність АЦП, тим з більшою точністю можна записати значення змінної. Це можна пояснити наступним чином. Наприклад, у 8-розрядному АЦП значення змінної записується у слово довжиною 8 бітів у двійковому форматі. Тобто максимально в нього можна записати значення  $2^8 = 256$ . Відповідно для 10-розрядного АЦП – максимальне значення  $2^{10} = 1024$ . Таким чином, якщо до АЦП підключений датчик температури з діапазоном вимірювання  $0 - 100^\circ\text{C}$ , то для 8-розрядного АЦП значення температури можна записати з точністю  $0,4^\circ\text{C}$ , а для 10-розрядного –  $0,1^\circ\text{C}$ .

В деяких випадках сигналом датчиків може бути послідовність імпульсів. У цьому випадку використовуються спеціальні модулі, які реалізують імпульсно-цифрове перетворення (ІЦП).

Спеціальні модулі використовуються для підключення спеціальних датчиків, наприклад тензодатчиків.

Задачою вихідних модулів є перетворення управляючих сигналів, які виробляє контролер в процесі виконання програми користувача і представлених у цифровій формі, у сигнали які можуть безпосередньо керувати виконавчими механізмами.

Розрізняють:

- модулі цифро-дискретного перетворення (ЦДП), для управління дискретними виконавчими механізмами;
- модулі цифро-аналогового перетворення (ЦАП), для управління аналоговими виконавчими механізмами;
- модулі цифро-імпульсного перетворення (ЦІП), для управління імпульсними виконавчими механізмами.

Можна виділити кілька основних рис ПЛК:

1. Наявність так званих “технологічних” мов програмування, які максимально наближені до потреб кінцевого користувача і значно спростили програмування, налагодження та модифікацію прикладних програм. Це дало змогу підтримати основну властивість ПЛК – можливість оперативної зміни алгоритму керування програмним шляхом. Нині існує міжнародний стандарт МЕК 1131, у відповідності з яким рекомендовано п’ять мов програмування ПЛК.

2. Блочно-модульний принцип побудови ПЛК дає можливість за рахунок використання різноманітних модулів входу-виходу оптимізувати технічну структуру ПЛК для керування конкретним об’єктом. Це не тільки зменшує витрати на впровадження систем автоматизації, а й підвищує ремонтоздатність ПЛК. Взагалі треба пам’ятати, що ПЛК це проектно-компонувемий виріб, фізична структура якого вибирається в залежності від задачі управління.

3. Призначення ПЛК для використання у промислових умовах ставить досить жорсткі вимоги до надійності ПЛК та захищеності його від впливу різноманітних електромагнітних, температурних, вібраційних, кліматичних та



інших перешкод. Це досягається за рахунок використання надійної елементної бази, стійких і надійних схемних рішень, спеціальних гальванічних розподільників, резервування, дублювання та інших заходів, а також високого технологічного рівня виробництва ПЛК.

4. Наявність широко розвинутої системи самодіагностики та тестування, за допомогою яких можна швидко визначити несправність та усунути її.

5. Для забезпечення роботи ПЛК у складі розподіленої АСУТП передбачена можливість організації обміну інформацією між окремими ПЛК та передачі технологічної інформації у системи організаційно-економічного управління, за рахунок широкого використання промислових мереж, польових шин та комп'ютерних мереж.

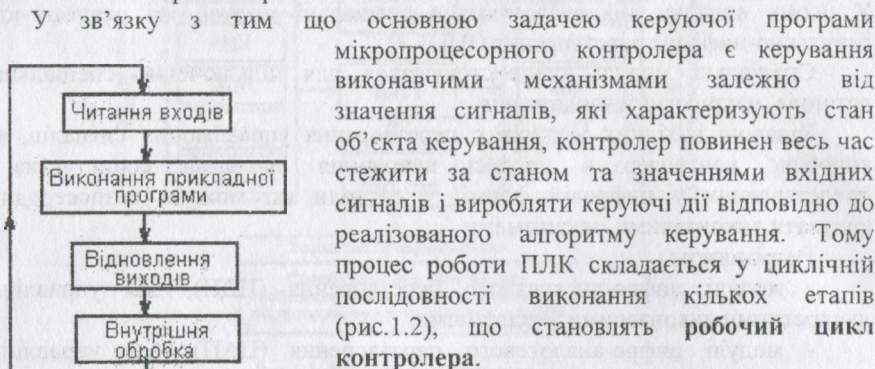


Рис.1.2. Робочий цикл ПЛК

До них належать:

- **читання входів**, у процесі якого в оперативну пам'ять контролера записується інформація про стан фізичних входів;
- **виконання прикладної програми**, підготовленої користувачем у відповідності із заданим алгоритмом керування;
- **відновлення виходів**, у процесі якого вихідним каналам модулів установлюються значення, отримані в результаті обробки прикладної програми. Крім того, в процесі кожного робочого циклу виконуються процедури, які пов'язані не стільки з обробкою прикладної програми, як із задачами аналізу стану апаратних засобів, самодіагностики, обробки запитів, які прийшли з пульта ПЛК або по мережі і т.ін. Тобто відбувається **внутрішня обробка**, яка записується у системну пам'ять контролера.

Можливі дві форми організації робочого циклу: циклічне чи періодичне виконання.

Для циклічного виконання характерно послідовне, один за одним, виконання етапів прикладної програми. Сумарне виконання окремих етапів програми визначає час робочого циклу.

У зв'язку з тим, що в процесі виконання прикладної програми час виконання окремих її етапів може змінюватись, буде змінюватись і тривалість робочого циклу ПЛК.

За періодичного режиму виконання робочого циклу його тривалість задається при програмуванні контролера. У цьому разі при виконанні програми ПЛК також послідовно виконує всі етапи обробки програми. Проте, якщо останній етап робочого циклу виконався, а заданий час періоду ще не вичерпався, процесор заповнює час операційного циклу, що залишився, системними чи фоновими задачами доти, поки не закінчиться період, і тільки після цього почнеться новий робочий цикл.

Процедурі програмування у ПЛК приділяється особлива увага. Саме відносна простота цієї процедури, її націленість на "технологічне" програмування, для виконання якої не потрібен спеціаліст у галузі програмування, зумовило бурхливий розвиток ПЛК і широке впровадження їх у системах автоматизації. Тому поряд з розвитком "технологічних мов" програмування велика увага приділяється забезпеченню зручностей виконання процедури програмування і відлагоджування програми користувача.

На першому етапі свого розвитку основним технічним засобом для програмування ПЛК були спеціалізовані пульти програмування. Вони використовувались як у вигляді вбудованих у ПЛК блоків, так і у вигляді окремих технічних засобів, які під'єднувались до ПЛК у процесі його програмування.

Сучасні термінали програмування, безумовно, мають суттєві переваги над пультами програмування за рахунок більш зручного інтерфейсу користувача. Для програмування контролера у цьому разі використовується спеціалізоване програмне забезпечення основним завданням якого є створення максимальних зручностей для програмування ПЛК, відлагоджування програми користувача і виконання інших процедур. З використанням потужних можливостей сучасних ПЕОМ для програмування контролера процедури програмування замінюються на досить прості процедури конфігурування, для виконання яких використовуються графічні редактори, діалогові вікна та інші інтерфейси, які дають можливість користувачу, не вдаючись до тонкощів програмування, виконувати досить складні процедури.

Дуже цікавою й важливою функцією у відлагоджуванні програми користувача є можливість внесення в неї змін для виконання контролером програми користувача, у так званому режимі "on-line".



## 2. ТЕХНІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА ЛОМІКОНТ

### 2.1. Функціональні можливості

Мікропроцесорний контролер Ломіконт – мікропроцесорний пристрій, архітектура якого оптимізована для розв'язання задач автоматичного керування різноманітними технологічними процесами. Він може працювати як у складі великої розподіленої АСУТП, так і як автономний технічний засіб і призначений для розв'язання широкого кола задач керування в різних галузях промисловості.

Випускаються чотири моделі Ломіконта: Л-110, Л-112, Л-120 та Л-122. Ломіконт Л-110 та Л-112 розраховані на велику кількість (до 800) вхідних та вихідних сигналів, а Л-120 та Л-122 – на середню (до 90). Моделі Л-112 та Л-122 – дубльовані, тобто вони складаються із двох однакових за конфігурацією Ломіконтів Л-110 або Л-120, які об'єднані між собою цифровим зв'язком. Один із них працює в режимі «гарячого» резерву, тобто, якщо «основний» контролер вийде з ладу, система автоматично переключиться на роботу з резервним контролером.

Ломіконт:

- приймає дискретні, імпульсні та аналогові вхідні сигнали;
- видає дискретні та аналогові вихідні сигнали;
- видає імпульсні вихідні сигнали для керування виконавчими механізмами постійної швидкості обертання в системах регулювання;
- має таймери й лічильники;
- має таймер-генератори для вимірювання інтервалів часу й для генерації послідовності імпульсів заданої тривалості з точністю 10 мс;
- реалізує всі операції керуючої логіки й арифметичні операції;
- має бібліотеку алгоритмів для виконання складних функцій, у тому числі ПІ й ПІД регулювання, інтерполяції, фільтрації, інтегрування та ін.
- має зв'язок по цифрових каналах ІРПС та ІРПР із зовнішніми пристроями за наявності засобів настройки параметрів цифрового зв'язку для погодження їх з відповідними параметрами зовнішнього пристрою;
- має вмонтовані програмно-апаратні засоби поточного самоконтролю та самодіагностики;
- має переносний мікропроцесорний пульт з екраном і клавіатурою для проведення всіх робіт з технологічного програмування, тестування і налагоджування Ломіконта, який може бути розміщений на відстані 1000 м від контролера.

## Технічні характеристики Ломіконт

Кількість входів:

дискретних.....	До 512
аналогових.....	До 128
імпульсних.....	До 8

Кількість виходів:

дискретних.....	До 256
аналогових.....	До 64
імпульсних.....	До 32

Кількість каналів цифрового зв'язку:

ІРПС.....	5
ІРПР.....	2

Кількість таймерів.....До 64

Кількість лічильників.....До 128

Обсяг програми користувача..... До 16 Кбайт

Час циклу (залежно від обсягу програми користувача).....Від 30 мс до 0,5 с

### 2.2. Фізична структура контролера

Ломіконт побудований за блоково-модульним принципом. Конструктивно він складається з одної або кількох корзин, які розміщуються у напільній або настінній шафі з установленими блоками вентиляції. На задній стінці корзин встановленні розняття, в які встановлюються модулі і розпаяна шина внутрішньоблокового інтерфейсного зв'язку, яка призначена для цифрового зв'язку модулів у корзині. Кожна корзина оснащена блоком живлення БПС5.

На рис. 2.1 показана фізична структура Ломіконт з основними модулями і блоками контролера.

До базового комплекту контролера входять модулі, без яких він не може функціонувати, а саме: процесор ПРЦ5; постійний запам'ятовуючий пристрій ПЗУ2, де зберігається системне програмне забезпечення Ломіконт, модулі оперативної пам'яті ОЗУ4.4 і ОЗУ4.7 та модуль керування й сигналізації МУС2. У модулі ОЗУ4.4 зберігається програма користувача (ПрК) ємністю 8 Кбайт. Якщо треба збільшити ємність ПрК до 16 Кбайт, то необхідно встановити додатковий модуль – ОЗУ4.5. У модулі ОЗУ4.7 зберігається оперативна системна інформація. Для підвищення надійності роботи контролера рекомендується встановлення додаткового резервного модуля системної пам'яті – ОЗУ4.7р. У цьому разі оперативна системна пам'ять буде дубльованою. Тобто оперативна системна інформація буде зберігатися паралельно як у модулі ОЗУ4.7о, так і у модулі ОЗУ4.7р. Для захисту інформації у модулях оперативної пам'яті у разі зникнення живлення передбачено встановлення батареї сухих елементів БСЕЛ, які продовжують живити модулі оперативної пам'яті при відключенні живлення Ломіконт. За



наявності БСЕЛ, при відключенні живлення інформація в оперативній пам'яті зберігається протягом не менше 360 годин.

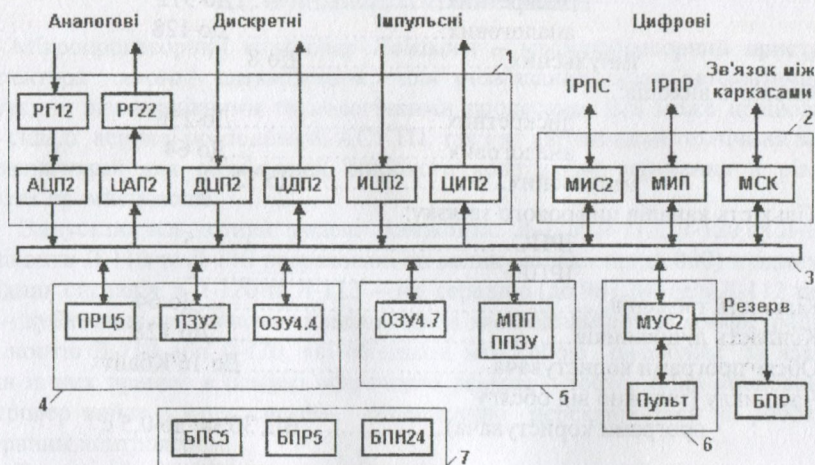


Рис. 2.1. Фізична структура Ломіконт

1 – модулі зв'язку з об'єктом; 2 – модулі цифрового зв'язку; 3 – каркас і шина внутрішньої системної магістралі; 4 – мікропроцесорний обчислювач; 5 – пам'ять програми користувача; 6 – засоби оперативного керування; 7 – блоки живлення.

В результаті модернізації модулів Ломіконт останнім часом почали випускати комбіновані модулі. Наприклад, фірма "МІКРОЛ" м. (Івано-Франківськ), випускає модуль пам'яті МП7, який поєднує в собі модулі ПЗУ2, 4 модуля ОЗУ4, модуль МПП та батарею БСЕЛ. Цей модуль зібраний на новій електронній базі і замінює всі модулі пам'яті Ломіконт. Модуль ПРЦ7 поєднує в собі модулі ПРЦ5 та модуль МУС2. В ньому також використовується більш надійна елементна база.

На рис. 2.2 показана узагальнена схема під'єднання зовнішніх пристроїв до модулів Ломіконт.

До модулів входу-виходу належать модулі ДЦП2 на 16 дискретних входів, ДЦП32 на 32 дискретних входи, АЦП2 на 16 аналогових входів, ІЦП2 на 2 імпульсних входи, ЦДП2 на 16 дискретних виходів, ЦАП2 на 8 аналогових виходів, ЦИП2 на 8 імпульсних каналів, ЦИП16 на 16 імпульсних каналів.

Модулі ДЦП працюють з дискретними вхідними сигналами постійного струму будь-якої полярності: логічний «0» –  $0 \div 2,4$  В, а логічна «1» –  $19,2 \div 28,8$  В. Вхідні дискретні сигнали попарно гальванічно з'єднані між собою і гальванічно розподілені від загальної шини.

Модулі аналогових входів-виходів працюють з уніфікованими сигналами: 0–10 В, 0–5 мА, 0–20 мА, 4–20 мА постійного струму. Аналогові сигнали 0–10 В підключаються безпосередньо до модулів АЦП2 та ЦАП2 і мають одну загальну точку підключення. Вхідні та вихідні сигнали 0–5 мА, 0–20 мА, 4–20 мА відповідно підключаються через додаткові 8-канальні модулі гальванічного розподілення РГ12 та РГ22, які забезпечують гальванічне розподілення входів і виходів між собою та від загальної шини Ломіконт. Зв'язок між модулями АЦП2 і РГ12, а також між ЦАП2 та РГ22 здійснюється за допомогою кабеля міжмодульного сполучення ММС. Розрядність АЦП – 11 розрядів плюс знак, а ЦАП – 10 розрядів плюс знак.

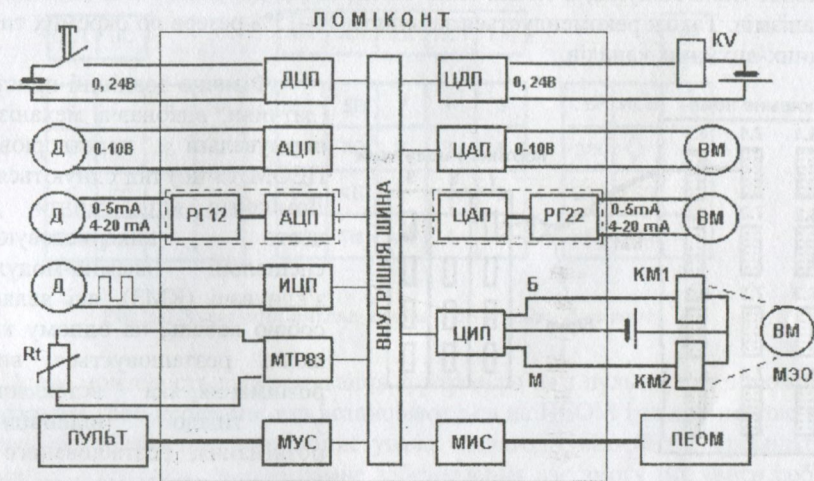


Рис.2.2. Узагальнена схема під'єднання до ПЛК Ломіконт

Останнім часом почали випускатись комбіновані модулі аналогових входів-виходів: АЦП16, який поєднує в собі один модуль АЦП2 та два модуля РГ12 та ЦАП4, який має чотири гальванічно розділених вихідних аналогових сигналу. Крім того, випускаються спеціалізовані модулі МТР83 та МТР84, до яких безпосередньо можуть підключатись термометри опору, відповідно за 3- або 4-провідною схемою підключення.

Для модуля ИЦП2 припустимі вхідні імпульсні сигнали довільної, але однакової полярності з максимальною частотою 50 кГц двох типів: поодинокі або подвійна послідовність імпульсів, в якій одна послідовність зсунута за фазою відповідно до другої на 90 градусів. У першому випадку підрахунок імпульсів виконується зі знаком «+», а у другому – з урахуванням знака «+» при відставанні другої послідовності по фазі на 90° від першої і «-», - якщо фаза передус. Для вхідних імпульсних сигналів логічний «0» – 0 ÷ 2,4 В, а логічна «1» – 9,6 ÷ 28,8 В при струмі споживання 10–15 мА.

Дискретні вихідні та імпульсні модулі мають транзисторні ключі, які можуть комутувати ланцюги постійного струму до 48 В зі струмом комутації



до 200 мА. Дискретні вихідні попарно гальванічно розподілені між собою і загальною шиною. Імпульсні виходи всі гальванічно відділені один від одного та від загальної шини Ломіконта.

До пристроїв цифрового зв'язку належать: МИС2 – модуль послідовного інтерфейсного зв'язку ІРПС (чотири канали) та МИП2 – модуль паралельного інтерфейса ІРПР (один канал). Крім того, на модулі МУС2 також розташований один канал інтерфейсного зв'язку ІРПС, до якого, як правило, підключається пульт Ломіконта.

Типи й кількість цих модулів вибирається залежно від складності конкретної задачі керування. При цьому враховується кількість каналів окремих типів модулів, а також типи сигналів від датчиків і тип виконавчих механізмів. Також рекомендується залишати 10–15% резерв по окремих типах вхідних-вихідних каналів.

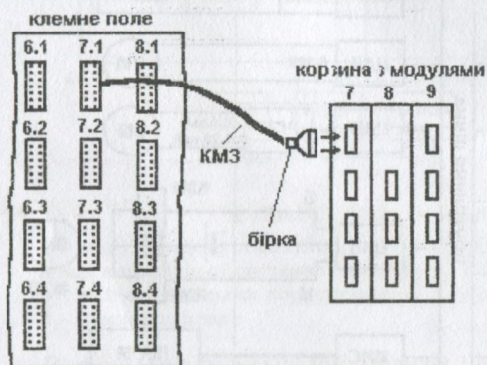


Рис.2.3 Підключення клемних колодок до модулів

Фізично зовнішні пристрої (датчики, виконавчі механізми, нормувальні перетворювачі, ПЕОМ та ін.) під'єднуються до Ломіконта «під гвинт». Для цього використовуються спеціальні клемно-модульні з'єднувачі (КМЗ), які являють собою кабель, на одному кінці якого розташовується вилка рознімання, яка вставляється у гніздо відповідного рознімання, розташованого на лицьовій панелі модуля, а на іншому кінці – клемна колодка, яка встановлюється на від-

повідне місце на клемному полі, розташованому на задній стінці Ломіконта (рис.2.3). Із заводу-виготовлювача Ломі-конт надходить з модулями, розташованими на відповідних місцях. Тому, наприклад, якщо модуль ДЦП2 розташований на сьомому місці, то на клемному полі на місцях 7.1, 7.2, 7.3, і 7.4 встановлені відповідні клемники КМЗ, а біля вилок їх рознімання закріплюються бірки з аналогічними позначеннями.

Пульт Ломіконта призначений для роботи з ПЛК як на стадії програмування, так і для оперативного керування об'єктом. Він може бути розташований на відстані до 1000 м від контролера. Пульт має екран, клавіатуру, світлодіодні індикатори та звуковий сигнал.

Екран пульта має 10 рядків, які вміщують по 16 символів. Верхній рядок системний і призначений для виводу різноманітних системних повідомлень. Нижній рядок – робочий. Саме в ньому відображується інформація, яка вводиться у Ломіконт. Призначення інших рядків залежить від режиму роботи Ломіконта та виконуваних ним операцій.

Клавіатура пульта зображена на рис.2.4. Клавiші верхнього ряду призначені для вибору режиму роботи Ломіконта, крім клавiші «АР», яка використовується для переходу в автономний режим роботи контролера. Над кожною з цих клавiш розташовані світлодіодні індикатори, які загоряються, коли цей режим роботи вибраний.

Клавiші «лівої» групи призначені для вводу програми користувача, «середньої» групи – для введення адрес змінних, номерів алгоритмів, а також констант, «правої» групи – як управляючі клавiші в усіх режимах роботи Ломіконта.



Рис.2.4. Загальний вигляд клавіатури пульта Ломіконта

Існує можливість програмування контролера не з пульта, а за допомогою спеціальної крос-програми, яка встановлюється на ПЕОМ і за допомогою якої можна розробляти програму користувача, відлагоджувати її та пересилати у Ломіконт. Крім того, це програмне забезпечення дає змогу імітувати роботу пульта Ломіконта.

Для забезпечення нормальних кліматичних умов роботи електронних модулів Ломіконта всередині шафи контролера встановлюються блоки вентиляторів.

## 2.3. Програмування Ломіконта

### 2.3.1 Технологічна мова програмування Мікрол

Для програмування Ломіконта використовується технологічна мова Мікрол, за допомогою якої складається програма користувача (ПрК), яка задає логіку керування конкретним об'єктом.

Для забезпечення більш гнучкої логіки ПрК передбачена можливість її структурування за допомогою організації окремих програмних блоків та секцій (рис.2.5). ПрК може складатись з восьми програмних блоків, у кожному з яких можна записати по 32 секції. В кожній секції можливо записати 64 фрагменти. Кількість блоків і секцій визначаються самим



завданням керування. Можна використовувати частину блоків, а в самому блоці лише частину його секцій.

Програма користувача записується окремо по секціях у будь-якій послідовності. Блоки нумеруються від 0 до 7. Номер секції містить три цифри: перша – номер блока, а друга і третя – номер секції у блоці від 0 до 37 у вісімковій системі числення.

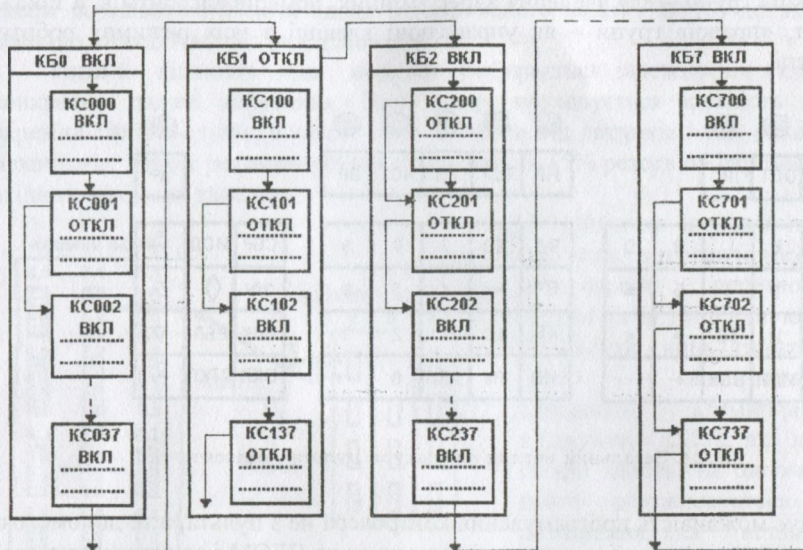


Рис.2.5. Структура програми користувача

Кожний блок і секція мають ключ блока (КБ) та ключ секції (КС). ПрК виконується циклічно і послідовно по блоках та секціях. При виконанні програми у кожному її циклі аналізується стан ключів КБ та КС. Якщо ключ блока перебуває у стані «вимкнено» (ОТКЛ), то програма, яка записана у всіх його секціях, не виконується. Якщо ключ блока перебуває у «ввімкненому» стані (ВКЛ), то виконується програма, яка записана у секціях, ключі яких також перебуває у ввімкненому стані. Умовно можна уявити, що для написання програми використовується зошит, який розбитий на вісім розділів, у кожному з яких нараховується 32 сторінки. Тоді програму можна писати, починаючи з будь-якої сторінки. При виконанні програми послідовно переглядаються всі сторінки, починаючи з першої. І після перегляду останньої сторінки починається її новий перегляд із першої сторінки. Але якщо ключ секції (сторінки) «вимкнений», програма, яка записана на ній не виконується. А якщо «вимкнений» якийсь із ключів блоків (розділів), то ігноруються записи, зроблені на всіх сторінках розділу, незважаючи на стан ключів секцій цього блока. Такий принцип побудови програми створює можливість її структурування та виконання умовних і безумовних переходів. Максимальний цикл виконання програми користувача (тобто перегляд і виконання всіх

ввімкнених блоків і секцій) становить 5 мс. Зрозуміло, що тривалість робочого циклу виконання програми може змінюватись залежно від того, яка кількість блоків і секцій виконується у даний момент часу.

Технологічна мова Мікрол описує різні дії над змінними різних типів: ВД – вхід дискретний; ВА – вхід аналоговий (цілочисловий); ДВ – дискретний вихід; АВ – аналоговий вихід (цілочисловий); ИВ – імпульсний вихід; ТМ – таймер; КБ – ключ блока та КС – ключ секції. Змінні ВД, ВА, ДВ, АВ та ИВ мають вісімкову нумерацію, яка складається із трьох цифр. Перші дві показують номер групи, а остання, від 0 до 7, – номер входу або виходу у цій групі. Максимальна кількість змінних, а також їх нумерація вказані в табл. 2.1. При цьому треба зазначити, що тільки перша половина змінних ДВ та АВ підключаються до модулів входів-виходів, інша половина використовується як внутрішні змінні. Налаштування окремих модулів входів-виходів на роботу з певними групами змінних виконується за допомогою спеціальних перемичок, які розташовані на модулях. Кожен модуль входу-виходу може бути налаштований на роботу з будь-якою групою або групами змінних без залежності його розташування у корзині Ломіконта. Наприклад, якщо перемичка на модулі ДЦП2 встановлена на роботу із групами дискретних змінних 00 та 01, то автоматично значення сигналу підключеного до 0 каналу модуля записується у змінну ВД000, а значення сигналу, підключеного до 10 каналу, – у змінну ВД010. Якщо ж ми перенастроюємо модуль і підключимо його до роботи із групами 22 та 23, то значення тих самих каналів буде записуватись відповідно у змінні ВД220 та ВД230. При цьому необхідно пам'ятати, що не може бути двох модулів одного і того самого призначення, які мають однакові налаштування адрес.

Дискретні змінні ВД, ДВ, КБ та КС можуть мати лише два значення ВКЛ (ввімкнено) та ОТКЛ (вимкнено). Наприклад, якщо на один із входів модуля ДЦП2 подати напругу 24 В, це означає, що відповідний йому ВД буде ВКЛ, а в іншому випадку ОТКЛ. А якщо в процесі виконання ПрК дискретному виходу ДВ присвоїти значення ВКЛ, то відповідний транзисторний ключ на модулі ЦДП замкнеться, при значенні ОТКЛ він буде розімкнений.

Змінні ВА та АВ можуть мати числові значення в інтервалі від -1000 до +1000. Для аналогових входів це означає, що при зміні напруги на вході модуля АЦП у повному інтервалі від -10 В до +10 В, відповідна змінна ВА може набувати значення від -1000 до +1000. Для аналогових виходів при

Таблиця 2.1.

Типи та кількість змінних Мікрола

Змінні	Нумерація	Кількість
ВД	ВД000 - ВД777	512
ВА	ВА000 - ВА177	128
ДВ	ДВ000 - ДВ777	512
АВ	АВ000 - АВ177	128
ИВ	ИВ00 - ИВ37	32
ТМ	ТМ00 - ТМ77	64
КБ	КБ0 - КБ7	8
КС	КС000 - КС737	8 · 32



зміні АВ від -1000 до +1000 відбувається зміна напруги на виході модуля ЦАП від -10 до +10 В.

Таймер ТМ характеризується як дискретним значенням ВКЛ (таймер відліковує час) або ОТКЛ (таймер зупинено), так і величиною часу, який відліковується або задається в ньому. Перші 32 таймери з номерами від ТМ00 до ТМ37 називаються секундними, або добовими, решта 32 таймери з номерами від ТМ40 до ТМ77 – 100-мілісекундними або часовими. Секундні таймери відліковують час із дискретністю 1 с, 100-мілісекундні – з дискретністю 0,1 с (100 мс). секундному таймері після індикації 23.59.59 іде 00.00.00, потім 00.00.01 і т.д., а в 100-мілісекундному – після .59.59.9 іде .00.00.0, потім .00.00.1 і т.д.

Зміні ИВ мають значення від -100 до +100%. Імпульсні виходи призначені для формування сигналів керування виконавчими механізмами постійної швидкості, тобто в Ломіконті відбувається широтно-імпульсне перетворення, за якого управляючий аналоговий сигнал перетворюється у послідовність імпульсів і пауз між ними, тривалість яких залежить від величини аналогового сигналу. Досить умовно можна сказати, що, наприклад, значенню аналогової змінної в +0500 одиниць відповідає послідовність, за якої 50 % періоду займає тривалість імпульсу, а 50 % - пауза, а для значення +0200 – тривалість імпульсу становить 20 %, а пауза – 80 %. Зміна знака аналогової змінної означає, що для знака «+» імпульси видаються на одному з імпульсних дискретних виходів модуля ЦИП2, а для знака «-» – на іншому дискретному виході модуля. В одному випадку вмикається магнітний пускач, який забезпечує обертання двигуна виконавчого механізму в один, а в іншому – у протилежний бік. Тобто вихідний сигнал з модуля ЦИП2 подається у вигляді імпульсів «більше-менше» на реверсивний пускач, який керує виконавчим механізмом із постійною швидкістю обертання (наприклад МЭО).

Імпульсні входи не мають адресації. Підрахунок і накопичення загальної кількості імпульсів відбувається за допомогою алгоритму ВИ (вхід імпульсний) із бібліотеки алгоритмів Ломіконта. Звертання до алгоритму ВИ користувач задає у програмі користувача. Ломіконт розрахований на установку до чотирьох модулів ИЦП2, тобто на прийом до восьми імпульсних каналів – від 0 до 7. Діапазон лічильника – від -32767 до +32767. У програмі користувача можна періодично зчитувати значення лічильника. Після зчитування або після переповнення лічильник на модулі обнуляється.

У Мікролі використовуються константи двох типів: цілочислові (аналогові) та часові. Цілочислова константа – чотиризначне десяткове число в інтервалі від -1000 до +1000. Часова константа може мати один з двох форматів: секундний – 00.00.00 та 100-мілісекундний –.00.00.0.

У Мікролі існує поняття арифметичного виразу, під яким розуміють алгебраїчну (зі знаком «+» чи «-») суму ціло-числових констант і змінних ВА та АВ. Загальна кількість членів в арифметичному виразі не повинна перевищувати восьми.

У Мікролі існує поняття блокування змінних. Якщо змінна заблокована, то змінити її значення може тільки оператор із пульта оператора, а при виконанні ПрК значення заблокованих змінних не змінюється. Блокування або розблокування змінної виконується або з пульта оператора, або по каналах цифрового зв'язку. Програмно ці команди не можуть бути виконані.

Програма у Мікролі записується окремо по секціях і складається з окремих речень, які називаються фрагментами. В секції може бути записано 64 фрагменти. Фрагменти мають вісімкові номери від 00 до 77. При написанні ПрК фрагменти в секції нумеруються без пропусків.

У Мікролі використовуються умовні та безумовні оператори. Умовна частина включає фрагмент, який починається зі слів «ЕСЛИ». Умовна частина може мати кілька умов. Для зв'язку умов логічним ІЛИ в Мікролі існує спеціальний фрагмент «ІЛИ», й умова записується у вигляді:

**07 ЕСЛИ умова А**

**10 ИЛИ**

**11 ЕСЛИ умова В**

Якщо умови зв'язані логічним И, то вони просто записуються підряд:

**23 ЕСЛИ умова А**

**24 ЕСЛИ умова В**

Логічне И має перевагу над логічним ІЛИ.

Для побудови складних виразів умовної частини дозволяється використовувати дужки. Глибина дужок необмежена.

**02 ЕСЛИ умова А**

**03 (**

**04 ЕСЛИ умова В**

**05 ИЛИ**

**06 ЕСЛИ умова С**

**07 )**

Розглянемо кілька прикладів побудови умовної частини фрагментів:

а) перевірка стану дискретних змінних ВД, ДВ, КБ, КС та ТМ:

**12 ЕСЛИ В ДВ156** Якщо ввімкнено дискретний вихід ДВ156

**13 ЕСЛИ О ТМ32** Якщо вимкнено таймер ТМ32;

б) порівняння значень змінних ВА чи АВ з іншою аналоговою змінною, константою чи арифметичним виразом:

**35 ЕСЛИ ВА003** Якщо значення входу аналогового ВА003  
**+АВ010** більше значення аналогового виходу АВ010;

**36 ЕСЛИ ВА007** Якщо значення входу аналогового ВА007  
**< +ВА014** менше значення входу аналогового ВА014  
**- 0640** мінус константа 640

**+АВ012** плюс значення аналогового виходу АВ012

в) порівняння величини часу в таймері з величиною часу в іншому таймері такого самого формату чи з часовою константою:

**34 ЕСЛИ ТМ03** Якщо величина часу в таймері ТМ03



- > TM12                      більша за величину часу в таймері TM12;  
**35 ЕСЛИ TM60**            Якщо величина часу в таймері TM60  
 < .02.34.6                менша 2 хв 34,6 с;  
 г) перевірка стану блокування будь-якої змінної:  
**7 ЕСЛИ Б ДВ056**        Якщо заблокована змінна ДВ056.

У виконавчій частині умовного оператора можуть бути використані фрагменти, які починаються зі слів: ТОГДА або ИНАЧЕ. Таких слів в операторі може бути кілька і вони можуть чергуватись у будь-якому порядку. Могуть бути використані такі типи фрагментів:

а) ввімкнення чи вимкнення дискретних змінних ДВ, КБ, КС, ТМ:

- 16 ТОГДА В TM00**        Тоді ввімкнути таймер TM00  
**17 ИНАЧЕ О KC022**      Інакше вимкнути ключ секції KC002  
**20 ТОГДА В KC003**        Тоді ввімкнути ключ секції KC003  
**21 ИНАЧЕ О ДВ035**        Інакше вимкнути дискретний вихід ДВ035

б) присвоєння змінній АВ значення іншої АВ, ВА, константи або арифметичного виразу:

- 11 ТОГДА АВ012**        Тоді аналоговому виходу АВ012 надати  
 +ВА045                    значення входу аналогового ВА045;

г) присвоєння величині часу в таймері значення величини часу іншого таймера такого самого формату або часової константи:

- 43 ИНАЧЕ TM01**        Інакше величині часу в таймері TM01  
 =00.12.30                присвоїти значення 12 хв 30 с  
**44 ТОГДА TM60**        Тоді величині часу в таймері TM60  
 = TM61                    присвоїти значення часу в таймері TM61

При виконанні операції присвоєння величини часу таймер зупиняється й залишається без зміни в даному стані. Для того, щоб даний таймер знову розпочав відлік часу, його необхідно "ввімкнути".

д) вихід із секції без виконання програми, яка далі записана в секції:

- 55 ТОГДА ВСК**            Тоді вийти з секції

е) виконання алгоритму з бібліотеки алгоритмів:

- 24 ТОГДА АЛГ031**        Тоді виконати алгоритм за номером 031

ж) виведення технологічного повідомлення по каналах зв'язку:

- 35 ТОГДА ТС1.0.0**        Тоді по першому каналу зв'язку вивести  
**КЛАПАН 2 ЗАКРИТИЙ**    повідомлення «КЛАПАН 2 ЗАКРИТИЙ»

Цифри після ТС у порядку зліва направо вказують, по яких каналах зв'язку (КЛ1, КЛ2 та КЛ3) виводиться інформація. При цьому «1» – виводити, «0» – не виводити. Як правило, по першому каналу зв'язку повідомлення виводиться на екран пульта. Технологічне повідомлення може складатись із 64 символів (букв, цифр, знаків та спецсимволів). У технологічне повідомлення може включатись поточне значення технологічного параметра.

Виконання безумовного оператора не пов'язано з перевіркою будь-якої умови. Безумовний оператор – завжди один фрагмент. Типи фрагментів – безумовних операторів повністю тотожні типам фрагментів виконавчої частини умовного оператора з єдиною різницею: у запису безумовних операторів відсутні оператори ТОГДА та ІНАЧЕ:

- |                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| <b>23 В ДВ034</b> | Включити дискретний вихід ДВ034    |
| <b>24 О ТМ00</b>  | Відключити таймер ТМ00             |
| <b>25 АВ004</b>   | Присвоїти аналоговому виходу АВ004 |
| <b>= +ВА034</b>   | значення входу аналогового ВА034   |
| <b>26 О КС032</b> | Відключити ключ секції КС032       |

Таблиця 2.2

Вікно замовлення таймер-генераторів

	ТВ	ТО
0	0000	0500
1	0100	0200
2	0750	0000
3	ВА000	0500
4	0000	АВ020
5	0000	0000
6	0000	0000
7	0000	0000

Крім таймерів, у Ломіконті передбачена можливість використання восьми таймер-генераторів, за допомогою яких можна формувати імпульси заданої тривалості. Таймер-генератори не програмуються, а конфігуруються у підрежимі «ЗАКАЗ ТАЙМЕР-ГЕНЕРАТОРОВ» основного режиму «ПРОГРАММИРОВАНИЕ». Конфігурування таймер-генератора (ТМГ) полягає у заповненні таблиці, яка з'являється на екрані пульта при вході у цей підрежим (табл.2.2). В таблиці необхідно вказати величини інтервалів увімкнення (ТВ) і вимкнення (ТО) для конкретного ТМГ. У першій колонці вказано номер таймер-генератора. Тривалість інтервалу може бути вказана безпосередньо числовим значенням або завданням змінної ВА або АВ поточне значення якої і буде визначати тривалість інтервалу. При цьому необхідно пам'ятати, що при замовленні ТМГ він автоматично підмикається і керує значенням відповідного дискретного виходу: ТМГ0 – ДВ000, ТМГ1 – ДВ001, ..... ТМГ7 – ДВ007. Якщо ТМГ не замовлений, відповідний дискретний вихід можна використовувати як звичайний дискретний вихід.

У наведеному у табл. 2.2 прикладі ТМГ1 сконфігурований таким чином, що на виході ДВ001 буде згенерована послідовність імпульсів з тривалістю ввімкнення на 1 с і вимкнення на 2 секунди. А таймер-генератор ТМГ4 сконфігурований таким чином, що якщо у програмі користувача зустрінеться фрагмент:

**О ДВ004,**

то вихід ДВ004 вимкнеться на час, який буде визначатись як:

“значення змінної АВ020” · 0,01с,

і потім знову ввімкнеться.

### 2.3.2. Бібліотека алгоритмів

Для спрощення програмування складних функцій, які найчастіше використовуються у програмі користувача, у програмному забезпеченні



Таблиця 2.3

### Перелік алгоритмів Ломіконта

Регулювання	
ПИ-А(001) – ПІ-регулятор аналоговий ПИ-І(002) – ПІ-регулятор імпульсний	ПІД-А(003) – ПІД-регулятор аналог. ПІД-І(004) – ПІД-регулятор імпульсний
Динамічні перетворення	
ДИФ(010) – диференціювання ФЛТ(011) – фільтрація ИНТ(012) – інтегрування	СЛЖ(013) – стеження ПРЗ(014) – програмний задавач БЛН(015) – балансування
Математичні функції	
СУМ(030) – підсумовування УД (031) – множення/ділення	КОР(032) – корінь квадратний КУС(033) – кусково-лінійна інтерполяція
Математичні функції зі словами подвійного формату	
СУМ-Д(040) – сумування	УМН-Д(042) – множення
Математичні функції зі словами формату із плаваючою комою	
СУМ-П(050) – підсумовування УМН-П(051) – множення	ДЕЛ-П(052) – ділення
Перетворення форматів	
ПРС-П(060) – стандартний у формат з плаваючою комою ПРД-П(061) – подвійний у формат з плаваючою комою	ПРП-С(062) – з формату із плаваючою комою у стандартний ПРП-Д(063) – з формату із плаваючою комою у подвійний
Перемикачі	
ВП-Д(100) – вхідний перемикач дискретний ВП-А(101) – вхідний перемикач аналоговий ПД-В(102) – перемикач вихідний дискретний	ПД-В(102) – перемикач вихідний дискретний ПД-А(103) – перемикач вихідний аналоговий ЗПР(104) – задавач-перемикач
Масові операції з дискретними змінними	
МЗД(130) – масове заслання дискр. змінних МЕТ(131) – масове «ЕСЛИ-ТОГДА» МИТ(132) – масове «ЕСЛИ по І – ТОГДА»	МІТ(133) – масове «ЕСЛИ по ИЛИ-ТОГДА» МЕИ(134) – масове «ЕСЛИ по І» МЕЛ(135) – масове «ЕСЛИ по ИЛИ»
Л-мережа (цифровий обмін з іншими Ломіконтами)	
ЛСПД(160) – пересилка дискретних змінних ЛСПА(161) – пересилка аналогових змінних	ЛСЗД(162) – запит дискретних змінних ЛСЗА(163) – запит аналогових змінних
Спеціальні	
ПРОТ(170) – відмова, що програмується ПРОШ(171) – помилка, що програмується	КИВ(172) – контроль імпульсного входу ВИ(173) – вхід імпульсний

До складу бібліотеки входить 45 алгоритмів, кожен з яких виконує відповідну досить складну функцію, наприклад, множення, добування кореня, фільтрацію, ПІ-закон регулювання та ін. Кожний алгоритм має вісімковий тризначний номер.

При використанні алгоритму необхідно заповнити його паспорт, тобто вказати, які змінні або константи повинні у ньому оброблятися відповідно до визначеного алгоритму обробки. Тобто процес програмування замінюється

процесом конфігурування, за якого кожному входу і виходу бібліотечного алгоритму вказується конкретна змінна, встановлюються значення коефіцієнтів, і Ломіконт при виконанні ПрК обробляє їх значення відповідно до своєї функції. Якщо один і той самий алгоритм використовується у ПрК кілька разів, для кожного з них потрібно заповнити його паспорт. Кількість використання алгоритмів обмежена тільки ємністю пам'яті контролера.

В описі кожного паспорта алгоритму для кожного з параметрів вказано його тип, який визначає, які типи змінних можна використовувати при заповненні того чи іншого параметра (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

### Типи параметрів алгоритмів

Тип	Призначення	Типи змінних або константи
1	Дискретний вхід алгоритму	Константа ВКЛ або ОТКЛ
2		ВД, ДВ, КБ, КС, ТМ, константа ВКЛ або ОТКЛ
3		ВД, ДВ, КБ, КС, ТМ
4	Дискретний вихід алгоритму	ДВ, КБ, КС, ТМ
5	Аналоговий вхід алгоритму	+ВА, -ВА, +АВ, -АВ, константа від -1000 до +1000
6	Аналоговий вихід алгоритму	АВ
7	Завдання часу	ТМ
8	Ціла часу	Константа від 1 до 128
9	Номер	Константа від 0 до 7
10	Постійна часу	Від 00.00.01 до 72.14.56 (72 г, 14 хв, 56 с)
11	Коефіцієнт пропорційності	Від 0,0 до 100,0
12	Ваговий коефіцієнт	Від 0,00 до 1,99

Розглянемо детальніше паспорти основних алгоритмів.

### Алгоритм ПИ-А (001) – ПІ-регулювання аналогове

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм отримує на ВХОДІ розузгодження  $X$  і перетворює його на проміжну величину  $X_1$  відповідно до заданої зони нечутливості  $\Delta$ . Далі, виконуючи динамічне балансування, перетворює  $X_1$  на  $X_2$  і здійснює пропорційно-інтегральне (ПІ) перетворення  $X_2$  відповідно до передавальної функції:

$$W(p) = -K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot p} \right),$$

де постійна часу інтегрування  $T_i$  і коефіцієнт пропорційності  $K_p$  обчислюються за формулами:

$$T_i = T_{i0} \left( 1 + \frac{K_T \cdot X_T}{512} \right);$$

$$K_p = K_{p0} \left( 1 + \frac{K_K \cdot X_K}{512} \right).$$



## Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД	X – розузгодження
2	6	ВЫХОД	У – результат
3	11	К ПРЛ	Кпо – опорне значення коефіцієнта пропорційності
4	5	АП К	Хк – вхід автопідстроювання Кп
5	11	КАП К	Кк – коефіцієнт автопідстроювання Кп
6	10	Т ИНТ	Тпо – опорне значення постійної часу інтегрування
7	5	АП Т	Хт – вхід автопідстроювання Тк
8	11	КАП Т	Кт – коефіцієнт автопідстроювання Ти
9	2	КЛ БЛ	Ключ балансування
10	10	Т БЛ	Тбл – постійна часу динамічного балансування
11	5	ЗОНА	Δ – зона нечутливості
12	5	МИН	Обмеження величини результату
13	5	МАКС	

Цікавою щодо зору підвищення якості регулювання є можливість зміни коефіцієнтів настроювання регулятора  $T_i$  і  $K_i$  програмним шляхом. Як видно із наведених для їх обчислення формул, їх значення залежить від входів автопідстроювання  $X_m$  і  $X_k$  (з урахування значень коефіцієнтів  $K_m$  і  $K_k$ ), які можуть бути як константою, так і аналоговою змінною. Це дає змогу розробляти і реалізовувати в програмі користувача алгоритми, які б давали можливість, залежно від стану об'єкта регулювання або показників якості процесу регулювання, змінювати коефіцієнти настроювання регулятора. Якщо ж  $X_m$  і  $X_k$  присвоїти значення 0, то  $T_i$  і  $K_i$  будуть дорівнювати коефіцієнтам  $T_{i0}$  і  $K_{i0}$ .

На жаль, цією можливістю на практиці користуються досить рідко.

*Динамічне балансування входу.* Якщо ключ балансування (КЛ БЛ) має значення «ОТКЛ», динамічне балансування не виконується і  $X_1 = X_2$ , а при значенні «ВКЛ» величина  $X_2$  формується як сума величини  $X_1$  та величини компенсації. Початкова величина «компенсації» формується при першому звертанні до алгоритму і «списується» до нуля з постійною швидкістю, що дорівнює  $1000/T_{бл}$ .

*Перше звертання до алгоритму.* Початкове значення величини компенсації, яка формується при першому звертанні до алгоритму, дорівнює плинному значенню  $X_1$ , яке береться зі зворотним знаком, що забезпечує нульове значення  $X_2$  (безударність по входу) при першому звертанні до алгоритму.

Для забезпечення безударності по виходу при першому звертанні до алгоритму результату присвоюється плинне значення змінної АВ, яка задається як ВИХІД (таке присвоювання реалізується, до речі, і у тому разі, якщо це значення виходить за обмеження МИН-МАКС). З цією метою інтегральній складовій при першому звертанні до алгоритму присвоюється значення У за відрахуванням пропорційної складової.

Зона нечутливості. Перетворення  $X$  на  $X_1$  з урахуванням зони нечутливості показано на рис. 2.6.

Обмеження виходу алгоритму. Після закінчення обчислення значення  $U$  обмежується «знизу» величиною МИН і «зверху» величиною МАКС. У результаті першого звертання до алгоритму величина  $U$  може опинитися за межами, які задаються величинами МИН-МАКС. Аналогічна ситуація може трапитись у разі якщо величини МИН-МАКС зміняться, а це може бути тоді, коли ці величини задані змінними величинами (дивись паспорт). У цьому разі зміна  $U$  дозволяється тільки у бік наближення до зони, заданої величинами МИН-МАКС.

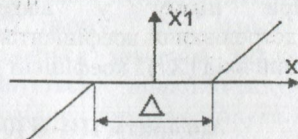


Рис.2.6. Зона нечутливості

Отже, якщо в програмі користувача необхідно використати алгоритм аналогового ПІ-регулятора, в текст програми потрібно включити фрагмент зі зверненням до алгоритму АЛГ001 і заповнити його паспорт.

Розглянемо фрагмент програми користувача, в якій використовується алгоритм аналогового ПІ-регулятора.

У секції СК100 опитується положення перемикача “РУЧ–АВТ” блока ручного керування, який під’єднано до входу ВД001. Якщо перемикач перебуває у положенні “РУЧ”, то ВД001 ввімкнено і секція, в якій записано АЛГ001 (ПІ-регулятор) вмикається, а якщо в положенні “АВТ”, то ВД001 вимкнено і секція СК101 вмикається. При цьому виконується динамічне балансування (якщо ключ балансування КЛ БЛ у

СК 100		
00	ЕСЛИ	В ВД001
01	ТОГДА	О КС101
03	ИНАЧЕ	В КС101
СК101		
00	АВ100 =	
		+ВА001
		- ВА101
01	АЛГ001	
	1. ВХОД =	+АВ100
	2. ВЫХОД =	АВ001
	3. Коефіцієнти	
	4.	

паспорті алгоритму ввімкнено) і починає виконуватись алгоритм АЛГ001. У фрагменті 00 попередньо розраховується розузгодження, значення якого записується у проміжну змінну АВ100. У наведеному прикладі, до змінної ВА001 підключено сигнал від датчика, а у проміжній змінній ВА101 записане задане значення. Замість змінної ВА101 можна було записати числове значення заданого значення, але змінити його величину можна було б тільки в режимі програмування. В той же час величину ВА101 можна змінювати в режимі виконання ПрК.

Алгоритм ПИД-А (003) відрізняється від ПИ-А тим, що у паспорті алгоритму додатково вводиться  $D$  складова (Т ДИФ –  $T_{до}$  – опорне значення постійної часу диференціювання), і алгоритм реалізує пропорційно-інтегрально-диференціальне перетворення відповідно до передавальної функції:

$$W(p) = -K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_{и.р}} + \frac{T_{д.р}}{(1/8T_{д.р} + 1)} \right]$$



При цьому у алгоритмі також передбачена можливість автопідстроювання коефіцієнтів  $T_i$ ,  $T_d$  і  $K_p$ , але для  $T_i$  і  $T_d$  передбачений загальний вхід ( $X_t$ ) і коефіцієнт ( $K_t$ ) автопідстроювання.

### Алгоритм ПИ-И (002) – ПІ-регулювання імпульсне

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД	$X$ – розузгодження
2	6	ВЫХОД	$Y$ – результат
3	11	К ПРЛ	$K_p$ – опорне значення коефіцієнта пропорційності
4	5	АП К	$X_k$ – вхід автопідстроювання $K_p$
5	11	КАП К	$K_k$ – коефіцієнт автопідстроювання $K_p$
6	10	Т ИНТ	$T_{io}$ – опорне значення постійної часу інтегрування
7	5	АП Т	$X_t$ – вхід автопідстроювання $T_k$
8	11	КАП Т	$K_t$ – коефіцієнт автопідстроювання $T_i$
9	10	Т ИМ	$T_m$ – постійна часу виконавчого механізму
10	2	КЛ БЛ	Ключ балансування
11	10	Т БЛ	$T_{bl}$ – постійна часу динамічного балансування
12	5	ЗОНА	$\Delta$ – зона нечутливості

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм отримує на ВХОДІ розузгодження  $X$  і перетворює його на проміжну величину  $X_1$  у відповідно до заданої зони нечутливості  $\Delta$ . Далі, виконуючи динамічне балансування,

$$W(p) = -K_p \frac{T_m}{T_i} (1 + T_i \cdot p),$$

перетворює  $X_1$  на  $X_2$  і здійснює пропорційно-інтегральне (ПІ) перетворення  $X_2$  відповідно до передавальної функції:

де постійна часу інтегрування  $T_i$  і коефіцієнт пропорційності  $K_p$  обчислюються за формулами, наведеними для ПИ-А регулятора.

Це дає можливість разом з виконавчим механізмом постійної швидкості наближено реалізувати пропорційно-інтегральне (ПІ) перетворення  $X_2$  відповідно до передавальної функції:

Постійна часу  $T_m$  виконавчого механізму постійної швидкості – це

$$W(p) = -K_p \frac{T_m}{T_{mo}} \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot p}\right).$$

розрахунковий час повного переміщення виконавчого механізму,  $T_{mo}$  – дійсне значення цього часу.

Зона нечутливості, динамічне балансування входу та перше звертання до алгоритму аналогічне ПИ-А регулятору.

Особливістю використання імпульсного ПІ-регулятора є те, що, як видно з паспорта алгоритму, його вихідною величиною є аналогова змінна, а імпульсний регулятор повинен керувати двома дискретними вихідними змінними «менше» і «більше», тобто повинно виконуватись широтно-імпульсне перетворення вихідного значення ПІ-І-регулятора. Ця процедура

виконується не в програмі користувача, а в підрежимі «ЗАКАЗ ЗМІННИХ» в якому є опція «Заказ імпульсних виходів». У ньому, будь-якому з 32 імпульсних виходів (ІВ00 – ІВ37) присвоюється значення аналогової змінної. При цьому автоматично виконується широтно-імпульсне перетворення цієї аналогової змінної і на відповідних виходах модуля ЦІП (цифро-імпульсного перетворення) генеруються сигнали «більше» і «менше» відповідно до ПІ-І закону регулювання.

Алгоритм ПИД-И (004), по аналогії з ПИД-А регулятором має Д складову і реалізує пропорційно-інтегрально-диференціальне імпульсне перетворення відповідно до передавальної функції:

$$W(p) = -K_n \frac{T_M}{T_u} \left[ 1 + T_u \cdot p + \frac{T_u \cdot T_d \cdot p^2}{(1/8T_d \cdot p + 1)^2} \right].$$

Це дає можливість разом з виконавчим механізмом постійної швидкості наближено реалізувати ПІД-перетворення у відповідно до передавальної функції:

$$W(p) = -K_n \frac{T_M}{T_{Mo}} \left[ 1 + \frac{1}{T_u \cdot p} + \frac{T_d \cdot p}{(1/8T_d \cdot p + 1)} \right].$$

#### Алгоритм ФЛТ (011) – фільтрація (аперіодична ланка) Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД	X
2	6	ВЫХОД	У – результат
3	10	Т ФЛТ	Т <sub>ио</sub> – опорне значення постійної часу фільтрації
4	5	АП Т	X <sub>м</sub> – вхід автопідстроювання Тф
5	11	КАП Т	K <sub>т</sub> – коефіцієнт автопідстроювання Тф

Основна функція алгоритму. Алгоритм фільтрує аналогову величину X відповідно до передавальної функції:

$$W(p) = \frac{1}{T_f \cdot p + 1},$$

де постійна часу фільтрації Т<sub>ф</sub> обчислюється за формулою

$$T_f = T_{fo} (1 + K_t \cdot X_m / 512).$$

Для забезпечення безударності при першому звертанні до алгоритму результату присвоюється поточне значення змінної АВ, яка задається як ВЫХОД. У подальшому, починаючи від цього значення, результат змінюється відповідно до передавальної функції.

Алгоритм використовується для фільтрації вхідних аналогових сигналів від датчиків від високочастотних коливань, які можуть виникнути як за



рахунок перешкод, так і за рахунок особливостей об'єкта регулювання. Але використовувати фільтрацію аналогових сигналів необхідно дуже обережно, тому що іноді можна втратити корисну інформацію. Наприклад, рівень у барабані котла у нормальному режимі можна фільтрувати, щоб позбавитись від реагування системи автоматизації на коливання рівня. Але якщо виникне аварійна ситуація, так зване «скипання в котлі», фільтрування сигналу не дасть можливості системі зреагувати на дуже швидку зміну рівня, вона його просто «не побачить», що у свою чергу може призвести до аварії.

### Алгоритм ИНТ (012) – інтегрування

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД	X
2	6	ВЫХОД	У – результат
3	10	Т ИНТ	Т <sub>ио</sub> – опорне значення постійної часу інтегрування
4	5	АП Т	Х <sub>т</sub> – вхід автопідстроювання Т <sub>и</sub>
5	11	КАП Т	К <sub>т</sub> – коефіцієнт автопідстроювання Т <sub>и</sub>
6	5	МИН	Обмеження величини результату
7	5	МАКС	
8	2	ЗПР М	Заборона на «менше»
9	2	ЗПР Б	Заборона на «більше»

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм інтегрує аналогову величину X відповідно до передаточної функції:

$$W(p) = \frac{1}{T_{и} \cdot p},$$

де постійна часу інтегрування  $T_{и}$  обчислюється за формулою

$$T_{и} = T_{ио} \left( 1 + \frac{K_{т} \cdot X_{т}}{512} \right).$$

*Перше звернення до алгоритму.* Для забезпечення безударності при першому зверненні до алгоритму результату присвоюється плинне значення змінної АВ, яка задається як ВИХОД. Таке присвоювання реалізується і в тому разі якщо це значення виходить за обмеження МИН-МАКС. У подальшому, починаючи з цього значення, результат змінюється відповідно до передавальної наведеної вище функції.

*Обмеження виходу алгоритму.* Логіка обмеження аналогічно тій, що описана в ПІ-регуляторі.

*Заборона на «менше» та «більше».* Якщо параметр алгоритму ЗПР М (ЗПР Б) має значення ВКЛІ, це означає, що заборонено зміну У в напрямку зменшення (збільшення).

При використанні алгоритму інтегрування необхідно пам'ятати, що вхідною величиною може бути як числове значення, так і змінна. У першому випадку вихідна величина буде змінюватись з постійною швидкістю, яка

визначається як значенням вхідної величини, так і часом інтегрування. У другому випадку буде виконуватись традиційний алгоритм цифрового інтегрування. При цьому треба враховувати, що вихідний сигнал обмежений значеннями від -1000 до +1000 і, якщо вихід досяг граничного значення, його величина змінюватись не буде. Але у зв'язку з тим, що внутрішній регістр пам'яті може зберігати число більше 1000 (11-и розрядне число), то може трапитись така ситуація, що після зміни знаку вхідної величини алгоритм ніби «зависає», тобто його величина не змінюється. Але це не так, просто ми не бачимо змін поки значення не досягне граничного значення.

### Алгоритм ПРЗ (014) – програмований задавач

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	7	ВХОД	T – плинне значення (вміст таймера)
2	6	ВЫХОД	У – результат
3	10	T1	Координати першого вузла програмного задавача
4	5	У1	
5	10	T2	Координати другого вузла програмного задавача
6	5	У2	
7	10	T3	Координати третього вузла програмного задавача
8	5	У3	
9	10	T4	Координати четвертого вузла програмного задавача
10	5	У4	

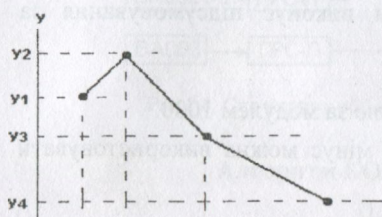


Рис.2.7. Дрібно-лінійна функція алгоритма

*Основна функція алгоритма.* Алгоритм формує У як дрібно-лінійну функцію плинного часу (рис.2.7). Плинний час – це вміст таймера, який заданий як ВХОД алгоритму.

Якщо кількість вузлів програмного задавача більше чотирьох, дрібно-лінійну функцію рекомендується розбити на зони, кожна з яких містить не більше чотирьох вузлів і в кожній з

яких використовувати алгоритм ПРЗ.

*Обмеження на параметри алгоритму.* Параметри T1, T2, T3 і T4 повинні задовольняти нерівності  $T1 > T2 > T3 > T4$ .

Алгоритм можна використовувати при програмуванні програмного регулятора, тобто для розраховування розузгодження береться різниця між поточним значенням вхідної регульованої величини (сигналу від датчика) і вихідним значенням алгоритму ПРЗ, за допомогою якого ми будемо формувати зміну заданого значення.



00	АЛГ014
1.	ВХІД = ТМ00
2.	ВИХІД = АВ103
3.	..... вузли програмного задавача
01	В ТМ00
02	АВ104 = +ВА002 -АВ103
03	АЛГ001
1.	ВХІД = +АВ104
2.	ВИХІД = АВ003
3.	..... коеф. настр.

Розглянемо розрахунок заданого значення програмного регулятора, що відбувається в АЛГ014 згідно з координатами вузлів, заданими в алгоритмі АЛГ014 і після ввімкнення таймера ТМ00. Розраховане значення записується у проміжну змінну АВ103. У фрагменті 02 розраховується розузгодження, яке записується у проміжну змінну АВ104. У фрагменті 03 виконується алгоритм ПІ-регулятора, який виробляє керуючу дію і керує вихідною величиною АВ003, до якої під'єднаний виконавчий механізм.

### Алгоритм СУМ (030) – підсумовування

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД1	X1 – перший доданок
2	12	K1	K1 – коефіцієнт масштабування
3	5	ВХОД2	X2 – другий доданок
4	12	K2	K2 – коефіцієнт масштабування
5	5	ВХОД3	X3 – третій доданок
6	12	K3	K3 – коефіцієнт масштабування
7	6	ВИХОД	У – результат

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм виконує підсумовування за формулою:

$$Y = K1 \cdot X1 + K2 \cdot X2 + K3 \cdot X3.$$

Значення ВИХОДУ обмежується величиною за модулем 1000.

В разі потреби мати доданки зі знаком мінус можна використовувати завдання X1, X2, X3 зі знаком мінус.

### Алгоритм УД (031) – множення/ділення

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД1	X1 – перший множник
2	5	ВХОД2	X2 – другий множник
3	5	ВХОД3	X3 – дільник
4	6	ВИХОД	У – результат

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм виконує обчислення за формулою:

$$Y = \frac{X1 \cdot X2}{X3}$$

Якщо модуль результату більше 1000, то він обмежується значенням 1000 із збереженням знака результату.

При діленні на нуль модулю результату присвоюється величина 1000 незалежно від множників у числівнику, а знаку результату – знак числівника. Якщо модуль результату не дорівнює нулю, його знак визначається звичайним способом залежно від знаків множника і дільника (у Ломіконті нуль має знак “плюс”). Якщо модуль результату дорівнює нулю, його знак “плюс”.

Алгоритми підсумовування і множення/ділення широко використовуються для виконання арифметичних операцій над змінними. При цьому необхідно пам'ятати, що результатом обчислень будуть цілі числа, обмежені значеннями –1000 до +1000. При розробці ПрК це обов'язково треба враховувати, тому що можна втратити точність і коректність розрахунків. Якщо користувач не впевнений, що результат не вийде за межі або необхідно працювати з дрібними числами, необхідно використовувати алгоритми математичних операцій у подвійному форматі або в форматі з плаваючою комою. При цьому треба використовувати алгоритми перетворення з одного формату в інший. Наприклад, може бути використана така структура ПрК при використанні нестандартних форматів (рис.2.8). Змінні ВА001, ВА002 та ВА003 спочатку переводимо зі стандартного формату в формат з плаваючою комою, а потім з цими значеннями виконуємо операції ділення і множення, а результат знову перетворюємо в стандартний формат.

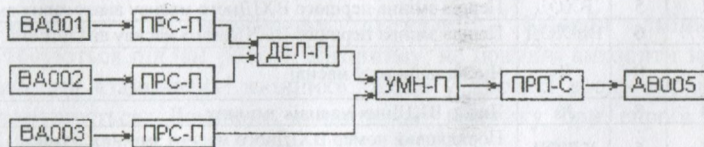


Рис.2.8. Структура обробки змінних у нестандартних форматах

## Алгоритм КОР (032) – корінь квадратний

### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД1	X1- перший множник
2	5	ВХОД1	X2- другий множник
3	6	ВЫХОД	У - результат

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм добуває корінь квадратний з добутку аналогових величин за формулою:



$$y = \begin{cases} \sqrt{X1 \cdot X2}, & \text{якщо } X1 \cdot X2 < 0 \\ \sqrt{-X1 \cdot X2}, & \text{якщо } X1 \cdot X2 > 0 \end{cases}$$

Якщо виникає потреба добути корінь не з добутку, а з одного операнда, необхідно для вільного операнда задати значення 0001. Вільний операнд можна використовувати як коефіцієнт множення.

Алгоритм можна використовувати при вимірюванні витрати за допомогою звужувального пристрою. Як відомо, для розрахунку витрати цим методом сигнал від дифманометра треба обробити, добуваючи з нього корінь квадратний. У традиційних засобах автоматизації використовуються спеціальні функціональні блоки. Для Ломіконта можна обійтись без них і всі розрахунки виконати програмним шляхом.

### Алгоритм ВП-А(101) – вхідний перемикач аналоговий

*Основна функція алгоритму.* Входом алгоритму є масив аналогових змінних, які мають послідовні номери і розбиті на групи по К змінних. Виходом алгоритму є масив із К вихідних аналогових змінних.

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	5	ВХОД	Перша змінна першого ВХІДного масиву аналогових змінних
2	6	ВЫХОД	Перша змінна першого ВИХІДного масиву аналогових змінних
3	8	К	Число змінних у масиві
4	8	№	Число ВХІДних масивів змінних
5	5	КЛЮЧ	Порядковий номер ВХІДного масива змінних, який пересилається у ВИХІДний масив

Залежно від значення КЛЮЧА, один з ВХІДних масивів передається у відповідні змінні ВИХІДного масиву. Наприклад, маємо групу з дев'яти змінних, які розбиті на три масиви по три (К) змінних: [BA000, BA001, BA002], [BA003, BA004, BA005] та [BA006, BA007, BA010]. Як ключ вибираємо змінну АВ100. ВИХІДний масив складають змінні [AB010, AB011, AB012]. Якщо значення АВ100=1, то АВ010=BA000, АВ011=BA001 і АВ012=BA002. Якщо АВ100=3, то АВ010=BA006, АВ011=BA007 і АВ012=BA010.

Якщо значення ключа <1 або >№ (у нашому прикладі №=3), то значення у вихідному масиві не змінюються.

За аналогічним принципом працюють інші алгоритми перемикачів.

Алгоритми масового заasilання використовуються у тому разі, якщо необхідно виконувати ряд однотипних операцій над змінними. Наприклад, на початку програми користувача необхідно перевести дискретні змінні у вихідний стан. Наприклад, змінні від ДВ002 до ДВ011 вимкнути, а змінні

ДВ012 до ДВ022 – ввімкнути. У цьому разі для кожної з цих змінних в ПрК треба записати фрагмент:

00 О ДВ002

01 О ДВ003 і так далі.

Замість цього можна використати алгоритм МЗД – масове засилання у дискретні змінні.

### Алгоритм МЗД (130) – масове засилання у дискретні змінні

*Основна функція алгоритму.* Алгоритм призначений для одночасного засилання значень ВКЛ або ОТКЛ (визначається значенням параметра В/О) у масив, який включає номери дискретних змінних, починаючи від першої змінної у масиві і далі у порядку збільшення номерів змінних. Засилання виконується (відповідно до загального правила) тільки у разблоковані змінні.

#### Паспорт алгоритму

Номер параметра	Тип параметра	Позначення	Примітка
1	4	ВІХОД	Перша з № дискретних змінних
2	8	№	Число змінних у масиві
3	1	В/О	Значення, яке засилається: ВКЛ или ОТКЛ

*Обмеження на параметри алгоритму.* Номери змінних, що використовуються під час роботи алгоритму, не повинні виходити за границі, які задані при «замовленні змінних». Якщо у процесі вводу параметрів ця умова порушується, Ломіконт виявить цю помилку при спробі записати секцію у пам'ять.

Для нашого прикладу алгоритм буде мати вигляд:

00 АЛГ130

1. ВІХІД = ДВ002

2. № = 8

3. В/О = ОТКЛ

01 АЛГ130

1. ВІХІД = ДВ012

2. № = 9

3. В/О = ВКЛ

### 2.3.3. Приклади програмування

**Приклад 1.** Розглянемо приклад складання програми користувача для керування об'єктом (рис. 2.9), який працює за таким алгоритмом. При натисканні кнопки «Пуск» відкривається клапан 1 і продукт подається в апарат. Коли рівень продукту в апараті досягне верхнього рівня, клапан 1 закривається і повністю відкривається клапан 3 на трубопроводі пари для підігріву продукту в апараті. Коли температура в апараті досягне заданого значення (наприклад, 80°C в діапазоні вимірювання від 0 до 100°C)



вмикається. ПІ-регулятор, який буде підтримувати температуру на заданому рівні. Одночасно вмикається таймер, і продукт буде витримуватись у апараті

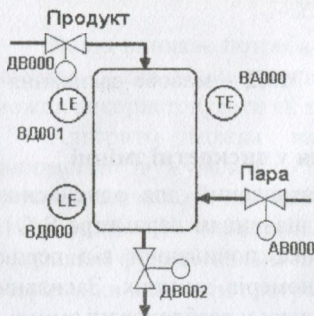


Рис.2.9. Функціональна схема об'єкта керування

при заданій температурі 10 хв 30 с, після чого, клапан 3 подачі пари закривається, вимикається регулятор і відкривається клапан 2. Продукт виливається з апарата. Коли рівень продукту в апараті досягне нижнього значення, клапан 2 закривається і новий робочий цикл апарата починається автоматично.

Типи та номери змінних, до яких під'єднані датчики та виконавчі механізми, позначені на рис. 2.9. Кнопка "Пуск" під'єднується до VD002. Крім того, у програмі буде використовуватись проміжна величина AB020.

Секція 000 призначена для переведення об'єкта й програми користувача у вихідний стан. Розбиття програми на кілька секцій зменшує цикл її виконання, оскільки у кожний момент часу працює тільки одна секція.

Наводимо варіант програми користувача для керування об'єктом (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

### Програма користувача

Секція 000	Коментар
00 О ДВ000	Закрити клапан 1
01 О ДВ001	Закрити клапан 2
02 АВ000	Закрити клапан 3
=+0000	
03 ТМ00	Обнулити таймер (одночасно таймер вимкнути)
=00.00.00	
04 О КС101	Вимкнути ключ секції КС101
05 О КС102	Вимкнути ключ секції КС102
06 О КС103	Вимкнути ключ секції КС103
07 О КС000	Вимкнути ключ секції КС000
10 В КБ1	Ввімкнути ключ блока КБ1
11 В КС100	Ввімкнути ключ секції КС100
Секція 100	Коментар
00 ЕСЛИ В ВД002	Якщо натиснута кнопка Пуск
01 ИЛИ	або
02 ЕСЛИ В ВД000	Якщо рівень досяг нижнього значення
03 ТОГДА О ДВ001	Тоді закрити клапан 2
04 ТОГДА В ДВ000	Тоді відкрити клапан 1
05 ТОГДА ТС1.0.0	Тоді на пульт оператора видати технологічне повідомлення
НАПОВНЕННЯ	
АПАРАТА	
06 ТОГДА О КС100	Тоді вимкнути ключ секції КС100
07 ТОГДА В КС101	Тоді ввімкнути ключ секції КС101

Секція 101	Коментар
00 ЕСЛИ В ДВ001	Якщо рівень досяг верхнього значення
01 ТОГДА О ДВ000	Тоді закрити клапан 1
02 ТОГДА АВ000 = +1000	Тоді повністю відкрити клапан 3 (пара)
03 ТОГДА ТС1.0.0 ПІДПРІВ	Тоді на пульт оператора вивести технологічне повідомлення
04 ТОГДА ТМ99 = 00.00.00	Тоді обнулити таймер ТМ00
05 ТОГДА О КС101	Тоді вимкнути ключ секції КС101
06 ТОГДА В КС102	Тоді ввімкнути ключ секції КС102
Секція 102	Коментар
00 ЕСЛИ ВА000 > +0800	Якщо температура досягла заданого значення
01 ТОГДА АВ020 = + ВА000 - 0800	Тоді розрахувати розузгодження
02 ТОГДА АЛГ001	Тоді викликати алгоритм ПІ-регулятора
1. Вхід = +АВ020	- розузгодження
2. Вихід = АВ000	- вихід
3. Коef.	- коефіцієнти налаштування регулятора
...	
03 ТОГДА В ТМ00	Тоді ввімкнути таймер ТМ00
04 ТОГДА ТС1.0.0 ВИТРИМКА	Тоді на пульт оператора вивести технологічне повідомлення
05 ЕСЛИ ТМ00 > 00.10.30	Якщо час у таймері більше 10 хв. 30 с
06 ТОГДА АВ000 = +0000	Тоді закрити клапан 3 (подача пари)
07 ТОГДА В ДВ001	Тоді відкрити клапан 2
10 ТОГДА ТС1.0.0 ВИПУСК ПРОДУКТУ	Тоді на пульт оператора вивести технологічне повідомлення
11 ТОГДА О КС102	Тоді вимкнути ключ секції КС102
12 ТОГДА В КС100	Тоді ввімкнути ключ секції КС100 (повернутись на початок програми)

#### 2.4. Режим роботи Ломіконта

У Ломіконті передбачено сім режимів роботи : “ПУСК”, “ОСТАНОВ”, “НАСТРОКА”, “ПРОГРАММИРОВАНИЕ”, “КОПИРОВАНИЕ”, “ТЕСТИРОВАНИЕ”, “НЕИСПРАВНОСТЬ”.

ПС – ПУСК  
НСТ – НАСТРОЙКА  
ПР – ПРОГРАММИРОВАНИЕ  
КП – КОПИРОВАНИЕ  
НП – НЕИСПРАВНОСТЬ  
ТСТ – ТЕСТИРОВАНИЕ

Кожному режиму роботи відповідає клавіша у верхньому рядку клавіатури, а також світлодіодний індикатор над кожною з них.

Перехід з одного режиму роботи в інший дозволяється тільки з попереднім виходом у режим “ОСТАНОВ”. При цьому на екрані пульта Ломіконта з'являється “МЕНЮ”, яке

показує, в які режими Ломіконта можна перейти, натискаючи відповідні клавіші.



При переході в окремі режими роботи на екрані пульта з'являються допоміжні "Меню", в яких вказуються перелік підрежимів або дій, які можна виконувати.

## 2.5. Схеми під'єднання

### 2.5.1. Під'єднання дискретних вхідних сигналів

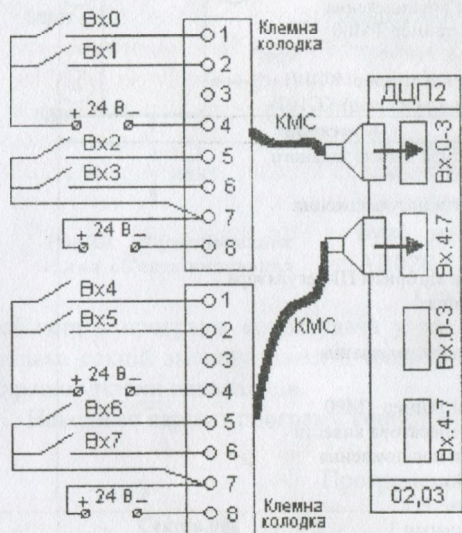


Рис.2.11. Схема підключення до модуля ДЦП2

Модуль ДЦП2 перетворює 16 вхідних дискретних сигналів у вигляді постійної напруги 24 В будь-якої полярності на цифрову форму. Ломіконт розрахований на обробку 512 дискретних входів, тобто на встановлення до 32 плат ДЦП2.

Кожний модуль ДЦП2 перетворює у цифрову форму дві групи (по вісім входів) дискретних входів з послідовними номерами: 00, 01, 02, ..., 76, 77. Настроювання модуля на роботу з відповідною парою груп виконується за допомогою спеціальної перемички на модулі. Номери цих груп вказуються на бірці у нижній частині модуля.

Вхідні сигнали під'єднуються до клемних колодок і через клемно-модульний з'єднувач (КМС) під'єднуються до модулів через розніми, які розташовані на лицевій панелі модуля. З чотирьох рознімів модуля ДЦП2 два верхніх належать до молодшої групи, а два нижніх – до старшої. На наведеному на рис. 2.11 прикладі показано під'єднання тільки першої (02) групи до модуля. У цьому випадку Vx0 має адресу ВД020, а вхід Vx7 – відповідно ВД027.

Під'єднання до іншої групи виконується аналогічно.

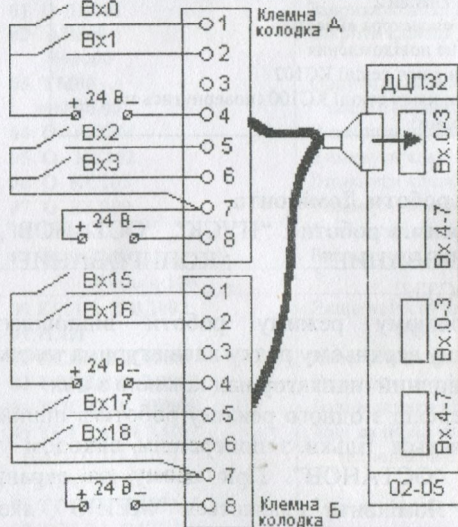


Рис 2.12. Схема підключення до модуля ДЦП32

Входи модуля ДЦП2 з'єднані попарно і мають одну загальну точку. Пари входів гальванічно розподілені одна від одної і від загальної точки. На рис. 2.11 показані приклади підключення активних (перших два) і пасивних (наступні 2) дискретних сигналів.

Модуль ДЦП32 призначений для під'єднання 32 дискретних сигналів будь-якої полярності, тобто чотирьох груп. Схема під'єднання до цього модуля відрізняється тим, що на лицьовій панелі модуля також розташовано чотири розніми, але через них під'єднуються не чотири, а вісім дискретних сигналів. Для цього використовується клемно-модульний з'єднувач КМС16, на одному кінці якого розташована вилка рознімання, яка вставляється в рознім на лицьовій панелі модуля, а на другому кінці – дві клемні колодки групи А і Б, до яких за схемою, яка наведена для модуля ДЦП32 (рис. 2.12), під'єднуються по чотири дискретних сигналів. Групи клемних колодок групи А призначені для підключення перших 16 каналів (1-16), а клемники групи Б – інших (17-32).

### 2.5.2. Підключення дискретних та імпульсних вихідних сигналів

Модуль ЦДП2 перетворює 16 дискретних сигналів цифрової форми на дискретні виходи у вигляді керування транзисторними ключами з можливістю навантаження по напрузі до 48 В

(однієї полярності) і струмом до 200 мА. Ломіконт розрахований на під'єднання до 256 дискретних виходів, тобто на встановлення до 16 плат ЦДП2. До кожного модуля під'єднується дві групи по вісім каналів, номери яких визначаються перемичкою на модулі і вказуються на бірці, розташованій у нижній частині модуля.

До рознімів модуля, розташованих на лицьовій панелі модуля, через КМС, під'єднуються клемні колодки, до яких "під гвинт" під'єднуються дискретні вихідні сигнали. На рис.2.12 показано під'єднання дискретних виходів до першої групи (06) модуля. У нашому прикладі Вих0 керується

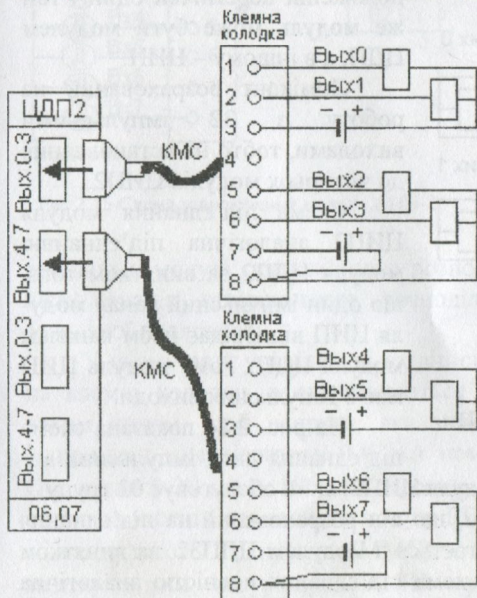


Рис.2.13. Схема під'єднання модуля ЦДП2

змінною ДВ060, а Вих7 – відповідно ДВ067. Під'єднання виходів 07 групи відбувається аналогічно.



Виходи модуля з'єднані попарно і мають одну загальну точку, до якої під'єднується "—" від джерела живлення. На рис.2.13 показані приклади під'єднання активних (перші два) і пасивних (наступні два) дискретних виходів.

На модулі ЦДП2 можна встановити перемичку, за наявності якої, у разі зупинки виконання програми користувача, транзисторні ключі розімкнуться. У разі відсутності перемички виходи збережуть своє положення.

Модуль ЦДП32 призначений для під'єднання 32 дискретних вихідних сигналів, тобто чотирьох груп. Організація під'єднання до цього модуля аналогічна під'єднанню до модуля ДЦП32. І у цьому разі використовується клемно-модульний з'єднувач КМС16, до одного розніму на лицьовій панелі модуля під'єднуються дві клемні колодки А і Б до яких відповідно під'єднуються по чотири дискретних виходи за схемою, наведеною для модуля ДЦП2.

Модуль ЦИП2 фізично повністю збігається з модулем ЦДП2 і відрізняється тільки функціональним призначенням. Тип модуля вибирається положенням перемички, розташованої на модулі. В одному положенні перемички один і той же модуль може бути модулем ЦДП, а в іншому – ЦИП.

Ломіконт розрахований на роботу з 32 імпульсними виходами, тобто на встановлення до чотирьох модулів ЦИП2.

Схема під'єднання модуля ЦИП2 аналогічна під'єднанню модуля ЦДП2 за винятком того, що один імпульсний канал модуля ЦИП відповідає двом каналам модуля ЦДП. Тому модуль ЦИП має 8 імпульсних виходи.

На рис. 2.14 показана схема під'єднання двох імпульсних ви-

ходів з адресами ИВ020 і ИВ021 до модуля ЦИП2, який обслуговує 02 групу.

Модуль ЦИП16 відрізняється тим, що він розрахований на під'єднання 16 імпульсних виходів і повністю збігається з модулем ЦДП32, за винятком функціонального призначення. Тому схема під'єднання повністю аналогічна схемі під'єднання цього модуля з урахуванням особливостей під'єднання імпульсних виходів.

### 2.5.3 Підключення аналогових сигналів

Модуль АЦП2 перетворює у цифрову форму 16 входних сигналів у вигляді постійного струму (0–10 В) будь-якої полярності, які відраховуються

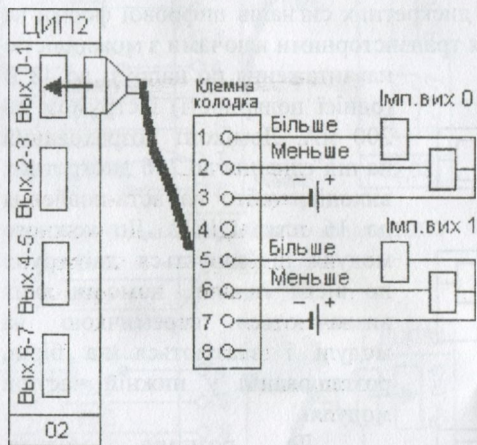


Рис.2.14. Схема підключення модуля ЦИП2

від загальної точки. Модуль має один аналого-цифровий перетворювач і 16-канальний мультиплексор для почергового опитування каналів. Ломіконт розрахований на загальну кількість аналогових входів до 128, тобто на встановлення до восьми плат АЦП2.

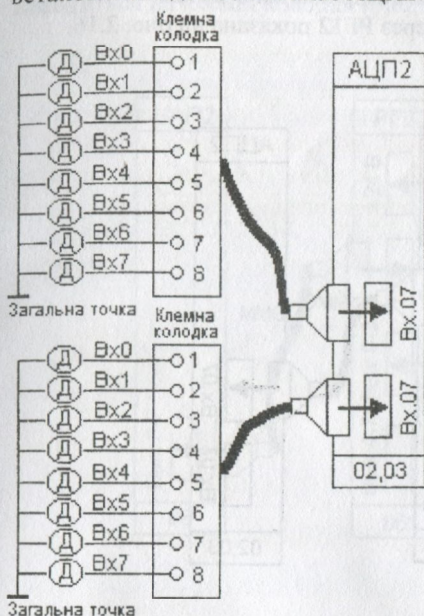


Рис. 2.15 Схема підключення модуля АЦП-2

спеціальні модулі гальванічного розподілу – РГ12. Модуль РГ12 обслуговує вісім каналів гальванічного розподілу сигналів постійної напруги (0–2В) будь-якої полярності.

У цьому разі, уніфіковані вхідні сигнали (0–5, 0–20, 4–20 мА) подаються на клемні колодки, в які впаюються резистори, номінал яких вибирається таким чином, щоб напруга, яка знімалась з них була у межах 0–2 В. Наприклад, для діапазону 0–5 мА номінал резистора буде дорівнювати 400 Ом, а для 0–20 мА – 100 Ом. Клемно-модульний з'єднувач під'єднується до одного з нижніх рознімів на модулі РГ12, а вихід модуля РГ12 за допомогою міжмодульного з'єднувача (ММС) – до вхідного розніму модуля АЦП2. У зв'язку з тим, що модуль АЦП2 працює з 16 входами, а модуль РГ12 восьмиканальний, то з одним модулем АЦП2 повинно використовуватись два модулі РГ12.

На бірці в нижній частині модуля РГ12 вказуються символи, які означають:

- перший і другий символ – адреса групи, з якою зв'язується модуль;

Кожний модуль АЦП2 перетворює у цифрову форму дві групи (по вісім входів) аналогових входів з послідовними номерами: 00, 01, ..., 17. Настроювання модуля на роботу з відповідною парою груп виконується за допомогою спеціальної перемички на модулі. Номери цих груп вказуються на бірці у нижній частині модуля.

На рис. 2.15 показана схема під'єднання до модуля АЦП2.

Схема під'єднання аналогових сигналів із загальною точкою має той недолік, що окремі канали можуть впливати один на одного. Тому така схема вимагає дуже ретельного вибору схем під'єднання датчиків.

В разі потреби організації гальванічного розподілу між окремими каналами використовується схема під'єднання, в якій поряд з модулем АЦП2 використовуються



- третій символ – діапазон вхідного струмового сигналу, на який настроєний модуль: “1” – 0-5 мА, “2” – 0-20 мА, “3” – 4-20 мА.

Наприклад, позначення “042” показує що модуль підключений до 04 групи аналогових входів, які мають діапазон вимірювання 0-20 мА.

Схема під'єднання до модуля АЦП2 через РГ12 показана на рис. 2.16.

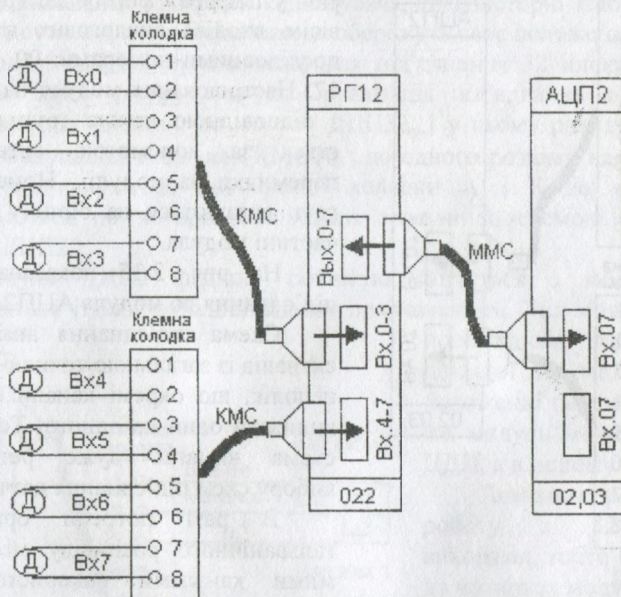
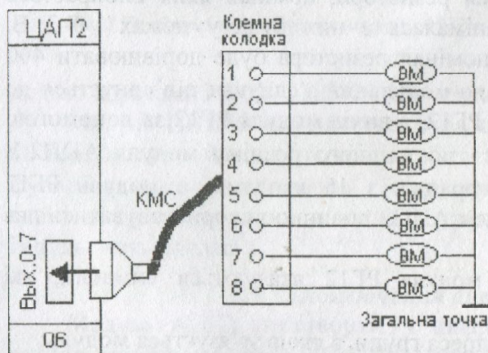


Рис.2.16. Схема підключення аналогових входів через модуль РГ12

Модуль ЦАП2 перетворює вісім виходів із цифрової форми на аналоговий сигнал постійної напруги 0-10 В будь-якої полярності відносно загальної точки.

Ломіконт розрахований на 64 аналогових виходи, тобто на встановлення восьми плат ЦАП2. Кожен з модулів працює з однією групою виходів від 00



до 07. Налаштування модуля виконується за допомогою спеціальної перемички. На рис. 2.17 показана схема під'єднання до модуля ЦАП2.

Для організації гальванічного розподілу між окремими каналами аналогових виходів використовується модуль РГ22, на виході якого вихідний сигнал формується у вигляді струмового сигналу 0-5, 0-20, 4-20 мА, вибір якого

Рис.2.17. Схема під'єднання до модуля ЦАП2

залежить від номіналів резисторів, які встановлюються на модулі залежно від замовлення. У цьому разі вихідний сигнал з модуля ЦАП2 за допомогою ММС подається на вхід модуля РГ22, а з його виходу сигнал, через КМС виводиться на клемні колодки (рис. 2.18).

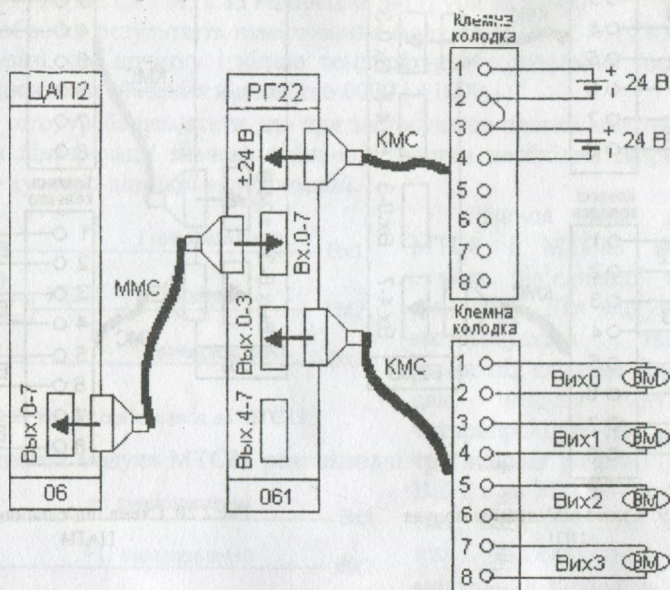


Рис. 2.18. Схема підключення аналогових виходів через модуль РГ22

Треба пам'ятати, що для формування струму у вихідній ланці РГ22 на верхній рознім "24 В" необхідно подати зовнішнє живлення у вигляді двох незалежних нестабілізованих напруг 24 В, наприклад від двох джерел живлення БПН-24.

Модуль РГ22 розрахований на вхідну напругу визначеної полярності. Коли на вхід подається напруга протилежної полярності, вихідний сигнал дорівнює нулю.

Нові модулі АЦП16 і ЦАП4 об'єднують функції аналогових модулів і модулів гальванічного розподілу.

Модуль АЦП16 поєднує в собі один модуль АЦП2 і два модулі РГ12. Тому на лицевій панелі цього модуля розташовані чотири розніми, до кожного з яких під'єднуються по чотири аналогових входи.

На відміну від модуля АЦП2, за допомогою резисторів, що встановлюються на клемній колодці модуля та на платі модуля, а також за допомогою перемичок, розміщених на модулі, є можливість довільно настроїти будь-який канал модуля АЦП16 на будь-який діапазон вхідного сигналу – 0–10 В, 0–5 мА, 0–20 мА, 4–20 мА. Схема підключення до модуля АЦП16 наведена на рис. 2.19.



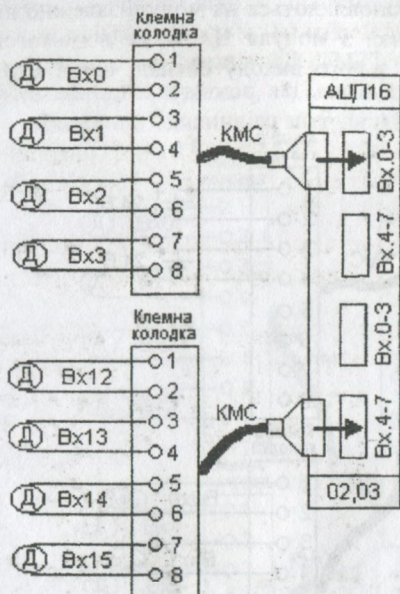


Рис.2.19. Схема під'єднання модуля АЦП16

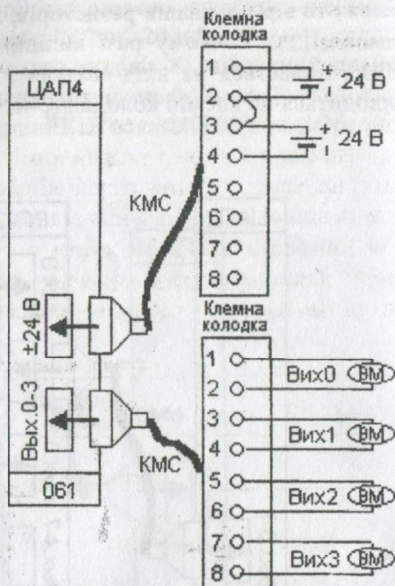


Рис.2.20. Схема під'єднання модуля ЦАП4

Модуль ЦАП4 поєднує модулі ЦАП2 та РГ22 і призначений для цифро-аналогового перетворення і гальванічного розподілу чотирьох аналогових вихідних сигналів (рис.2.20). Налаштування модуля на роботу з половиною групи аналогових виходів виконується за допомогою перемичок на модулі.

#### 2.5.4. Під'єднання термометрів опору

Для безпосереднього під'єднання термометрів опору до Ломіконта використовуються спеціально розроблені модулі МТС8 та МТС83.

Кожен з них розрахований для під'єднання восьми термометрів опору, які можуть мати характеристики наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

#### Технічні характеристики термометрів опору

Тип модуля	Градуювальна характеристика	Діапазон вимірювання вхідного сигналу, Ом	Температурний діапазон, °C
МТС8(83)-01	50М	50,00 – 71,400	0 ... +100
МТС8(83)-02	50М	39,24 – 82,096	- 50 ... +150
МТС8(83)-03	100М	100 – 142,800	0 ... +100
МТС8(83)-04	100М	78,48 – 164,192	- 50 ... +150
МТС8(83)-05	100П	100,00 – 195,552	0 ... +250
МТС8(83)-06	50П	50,00 – 79,110	0 ... +150

Оскільки у замовленні змінних відсутній тип входів для термометрів опору, тому прийнято, що ці модулі відповідають модулям АЦП2 окрім кількості каналів. Хоча модулям МТС8 і МТС83 відповідає одна група аналогових входів, але в підрежимі ЗАКАЗ АЦП режиму НАСТРОЙКА одному модулю МТС8 і МТС83 відповідає дві групи змінних.

При обробці результатів вимірювання модулів МТС8 і МТС83 потрібно мати на увазі, що початку і кінцю температурного діапазону цих модулів будуть відповідати значення відповідно 0000 і +1000.

Крім того, треба пам'ятати, що при застосуванні платинових термометрів опору для лінеаризації значень вхідної величини необхідно звернутись до алгоритму кусково-лінійної апроксимації.

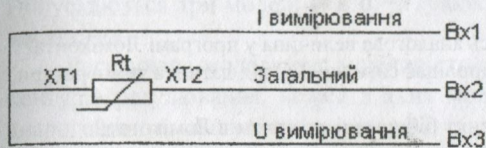


Рис.2.21 Схема під'єднання до МТС83

лицьовій панелі модуля МТС83 розташовані

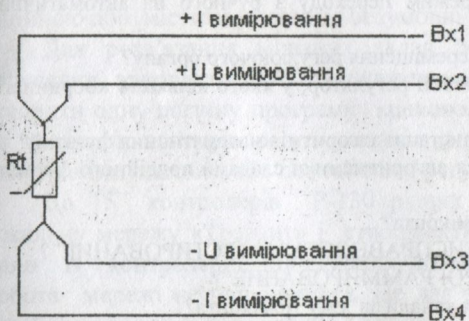


Рис.2.22 Схема під'єднання до МТС8

Різниця між модулями МТС8 і МТС83 полягає у схемах під'єднання термометрів опору. Для модуля МТС83 застосовується трипровідна схема під'єднання (рис.2.21), а для модуля МТС8 – чотирипровідна (рис. 2.22). На три вхідних розніми (Vx1, Vx2, Vx3), а на МТС8 – чотири (Vx1, Vx2, Vx3, Vx4). До кожного з них під'єднується клемно-модульний з'єднувач. Як видно з наведених схем під'єднання, сигнали від термометрів опору під'єднуються до всіх клемних колодок, по одному на кожну з них. Наприклад, перший термометр під'єднуються до клем № 1 на кожній клемній колодці, другий – до клем №2 і так далі.

### Контрольні запитання до розділу 2

1. Які випускаються моделі ПЛК Ломіконт?
2. Перелічіть основні функціональні можливості ПЛК Ломіконт.
3. Які модулі входять до базового комплекту?
4. Які модулі використовуються для роботи з дискретними входами-виходами?
5. Які модулі використовуються для роботи з аналоговими входами-виходами?
6. З якою метою використовуються модулі РГ12 і РГ22?
7. Який вихідний модуль необхідно використати для під'єднання виконавчих механізмів з постійною швидкістю обертання?
8. Які модулі використовуються для забезпечення цифрового зв'язку Ломіконта з іншими пристроями?



9. Яка розрядність модулів АЦП і ЦАП?
10. Які клеми призначені для під'єднання вихідних сигналів модуля ЦДП2, що встановлений на 12 місці у корзині Ломіконта?
11. Яку структуру має програма користувача Ломіконта?
12. Яку максимальну кількість блоків і секцій може мати програма користувача?
13. Яку максимальну кількість фрагментів може мати одна секція?
14. Які типи змінних використовуються у технологічній мові МКРОЛ?
15. Які типи таймерів використовуються для програмування і як відрізняється їх адресація?
16. Вкажіть призначення таймер-генераторів.
17. Як задається адреса для імпульсних виходів?
18. З якого оператора починається умовний фрагмент?
19. В якій послідовності повинні розташовуватись оператори ТОГДА і ИНАЧЕ у виконавчій частині умовного оператора?
20. У яких межах може змінюватись аналогова величина у програмі Ломіконта?
21. Якому значенню Ломіконта відповідає сигнал 90°C від датчика температури, що працює в діапазоні від 0 до 150°C?
22. Які типи регуляторів передбачені у бібліотеці алгоритмів Ломіконта?
23. Який сигнал подається на вхід регулятора?
24. Як можна реалізувати програмне автопідстроювання коефіцієнтів настроювання регуляторів?
25. Що таке динамічна балансировка входів-виходів регулятора?
26. Як досягається безударний режим переходу з ручного на автоматичний режим роботи регулятора?
27. Як можна змінити напрямок переміщення регулюючого органу?
28. Як можна реалізувати програмний регулятор, у якого кількість координатів вузлів більше чотирьох?
29. Що треба пам'ятати при використанні алгоритмів математичних функцій?
30. У яких випадках користуються алгоритмами зі словами подвійного формату або формату з плаваючою комою?
31. Перелічіть режими роботи Ломіконта?
32. Яке призначення режимів "НЕИСПРАВНОСТЬ" і "ТЕСТИРОВАНИЕ"?
33. Які підрежими має режим "ПРОГРАММИРОВАНИЕ"?
34. В якому режимі настроюються канали зв'язку Ломіконта?
35. Чим відрізняються модулі АЦП2 і АЦП16?
36. До яких типів модулів потрібно під'єднувати зовнішнє джерело живлення?
37. Як можна під'єднати до Ломіконта термометри опору?
38. Як настроюються модулі на роботу з відповідними групами зовнішніх змінних?
39. Яке призначення з'єднувачів КМС і ММС?
40. Що означають позначення, розташовані у нижній частині модулів?
41. Чим відрізняються схеми під'єднання модулів ЦДП2 і ЦІП2?

### 3. ТЕХНІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА РЕМІКОНТ-130

#### 3.1. Функціональні можливості

Мікропроцесорний контролер Р-130 - компактний малоканалний багатофункціональний контролер, призначений для автоматичного регулювання та логічного керування технологічними процесами. Випускаються три моделі Р-130: регулююча, логіко-командна та неперервно-дискретна.

Регулююча модель дає можливість створювати до чотирьох незалежних контурів регулювання, кожен з яких може бути локальним чи каскадним, з аналоговим чи імпульсним виходом, із ручним, програмним (в тому числі і багатопрограмним) або супервізорним задатчиком.

У логічній моделі може бути здійснено до чотирьох незалежних програм покрокового керування. Кожна програма може складатись із 87 етапів із можливістю реалізації на кожному етапі до 20 кроків. Програма може бути лінійною або містити умовні та безумовні переходи.

Для розв'язання мішаних задач регулювання та логіко-командного керування використовуються неперервно-дискретна модель. У ній можна створити одну логічну програму крокового керування (до дев'яти кроків) та до чотирьох контурів регулювання з аналоговим виходом або до восьми контурів імпульсного або позиційного регулювання.

До 15 контролерів Р-130 різних моделей можуть об'єднуватись у локальну мережу «Транзит» і створювати єдину управляючу систему. Якщо один із контролерів, під'єднаних до мережі «Транзит» виходить із ладу, робота мережі не порушується. Це дає змогу значно підвищити показники надійності системи управління.

Незалежно від моделі, Р-130 має 30 модифікацій, які відрізняються за наявністю та кількістю аналогових та дискретних входів-виходів. Максимальна кількість входів-виходів для одного контролера не перевищує 32.

Конструктивно контролер Р-130 складається з чотирьох плат, дві з яких є модулями входів-виходів, причому на відміну від модулів Ломіконта ці плати, як правило, комбіновані, тобто на них можуть бути розташовані всі види вхідних і вихідних сигналів – дискретні, аналогові та імпульсні. Типів плат усього сім і кожна з них має свій умовний номер. Модифікація контролера (табл. 3.1) показує, які саме плати входять до складу контролера і визначає загальну кількість його входів-виходів.



## Модифікації Реміконта-130

Типи входів-виходів	Модифікація	Кількість входів-виходів			
		Аналогові		Дискретні	
		входи	Виходи	входи	виходи
Відсутні	00	-	-	-	-
Аналогові	10	8	2	-	-
входи-виходи	11	16	4	-	-
Аналогові та дискретні входи-виходи	12	16	2	-	4
	13	8	2	-	16
	14	8	2	4	12
	15	8	2	8	8
	16	8	2	12	4
	17	8	2	16	-
Аналогові входи та дискретні входи-виходи	20	8	-	-	4
	22	16	-	-	8
	23	8	-	-	20
	24	8	-	4	16
	25	8	-	8	12
	26	8	-	12	8
	27	8	-	16	4
Дискретні входи-виходи	30	-	-	-	16
	33	-	-	-	32
	40	-	-	4	12
	43	-	-	4	28
	50	-	-	8	8
	53	-	-	8	24
	60	-	-	12	4
	63	-	-	12	20
	70	-	-	16	-
	73	-	-	16	16
	74	-	-	20	12
	75	-	-	24	8
	76	-	-	28	4
	77	-	-	32	-

Але важливою є і комбінація цифр. Фізично входи-виходи плати, номер якої вказаний першим, під'єднані до вихідного розніму А, а входи-виходи іншої плати – до розніму Б. Наприклад, у модифікації 16 плата типу 1 (8 аналогових входів + 2 аналогових виходи) установлена на місці, яке під'єднане до розніму А, а плата типу 6 (12 дискретних входів + 4 дискретних виходи) установлена на другому місці, яке під'єднане до розніму Б. Якщо ми поміняємо плати місцями, то загальна кількість входів-виходів не зміниться, а зміниться тільки порядок під'єднання цих плат до рознімів А і Б. Для кожного з типів плат чітко визначено призначення кожної клеми на вихідному рознімі й для кожної з них наведена схема під'єднання живлення й сигналів входів-виходів.

## Основні технічні характеристики Реміконта-130

Кількість й номенклатура входів-виходів

В залежності від модифікації

### Аналогові входні сигнали:

- уніфіковані
- термопари
- термометри опору
- дозволяюча спроможність АЦП, %
- гальванічний розподіл

0-5 мА, 0-20 мА, 0-10 В  
ХА, ХК, ПП, ПР, ВР  
ТСП, ТСМ  
0,025 (12 розрядів)  
Кожен вхід гальванічно ізолюваний від інших входів

### Аналогові вихідні сигнали:

- уніфіковані
- дозволяюча спроможність ЦАП, %

0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА  
0,05 (11 розрядів)

### Дискретні входні сигнали:

- сигнал логічного 0
- сигнал логічної 1
- гальванічний розподіл

0-7 В  
18-30 В  
Входи, зв'язані в групи по 16 входів;  
кожна група ізолювана від інших мереж

### Дискретні вихідні сигнали:

#### транзисторний вихід:

- максимальна напруга комутації
- максимальний струм навантаження
- гальванічний розподіл

40 В  
0,3 А  
Виходи зв'язані в групи по 16 входів,  
кожна група ізолювана від інших мереж

#### сильнострумовий релейний вихід:

- максимальна напруга комутації
- максимальний струм навантаження
- гальванічний розподіл

220 В  
2 А  
Виходи зв'язані попарно, кожна пара  
ізолювана від інших мереж

### Об'єм пам'яті:

- ПЗП
- ОЗП
- ППЗП

32 Кбайт  
8 Кбайт  
8 Кбайт

Максимальне кількість алгоблоків

99

Кількість алгоритмів у бібліотеці

76

Час циклу

0,2 - 2 с

## 3.2. Фізична структура контролера

Реміконт-130 являє собою комплекс технічних засобів, що складається з окремих блоків. Кожний блок є автономним та функціонально закінченим виробом. Блоки можуть застосовуватись у різних сполученнях. Конкретний склад блоків, що входять у Реміконт, обумовлюється під час замовлення.

Реміконт Р-130 випускається різними заводами. Однотипні блоки, що випускаються цими заводами, мають однакове літерне позначення, але різне цифрове. У табл. 3.2 наведено позначення блоків, що випускаються в Україні (м.Івано-Франківськ, Полтава).

На рис.3.1 показана загальна схема під'єднання до блока контролера різних типів входних і вихідних сигналів з використанням різних блоків.

Так, для під'єднання термометрів опору використовуються блоки БУС-20, які виконують функції нормувальних перетворювачів і мають два незалежних канали для під'єднання двох термометрів опору. До блока БУС-20 термометри опору під'єднуються «під гвинт», а вихідні уніфіковані сигнали



Таблиця 3.2

## Блоки Реміконта-130

Позначення	Назва
БК-21	Блок контролера регулюючої моделі
БК-22	Блок контролера логічної моделі
БК-23	Блок контролера неперервно-дискретної моделі
БШ-21	Блок шлюза
ПН-21	Пульт настроювання
БП-21	Блок живлення
БУТ-20	Підсилювач для термопар
БУС-20	Підсилювач для термометрів опору
БУМ-20	Підсилювач потужності
БПР-20	Блок перемикання
МБС-20	Міжблоковий з'єднувач
КБС-20	Клемна колодка
КБС-21	Клемно-блоковий з'єднувач
КБС-22	Клемно-блоковий з'єднувач
КБС-23	Клемно-блоковий з'єднувач
РН-1	Резистори нормувальні

знімаються з розніму, до якого можна під'єднати клемно-блоковий з'єднувач КБС-21. З одного боку цього з'єднувача знаходиться вилка розніму, яка під'єднується до розніму блока БУС-20, а з другого – клемна колодка. Кожний з каналів блока БУС-20 може незалежно настроюватись на роботу з термометрами опору заданого градуювання. Тип уніфікованого вихідного сигналу можна також замовляти за бажанням користувача.

Для під'єднання термоелектричних перетворювачів (термопар) використовуються блоки БУТ-20, що також виконують функції нормуваль-

них перетворювачів для різних типів термопар і мають два незалежних канали для під'єднання двох термопар. Під'єднання до блока БУС-20 виконується аналогічно під'єднання блока БУС-20.

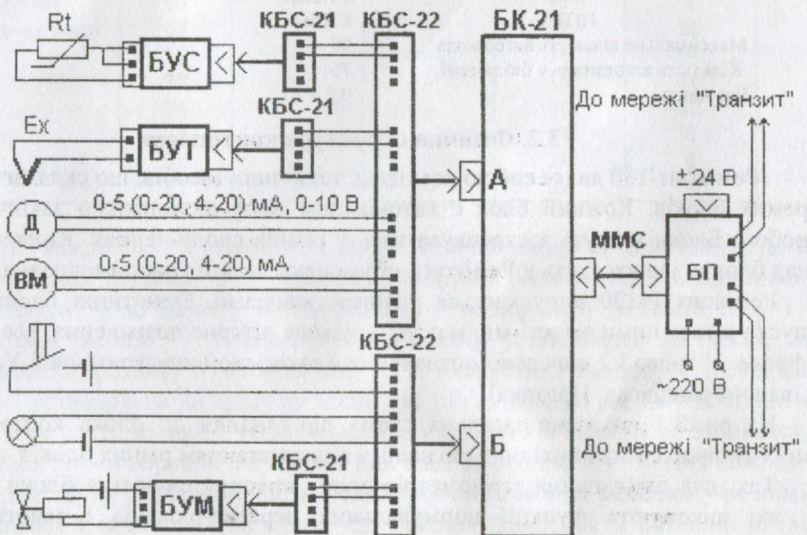


Рис.3.1. Узагальнена схема під'єднання до Реміконта-130

Уніфіковані аналогові вхідні й вихідні сигнали можуть безпосередньо під'єднуватись до Р-130. Фізично для цього використовуються клемно-блокові з'єднувачі КБС-22 та КБС-23. З одного боку цього з'єднувача розташована вилка розніму, який вставляється у рознім А або Б, розташований на блоці контролера, а з другого – блок клемних колодок, до яких «під гвинт» під'єднуються сигнали від датчиків і виконавчих механізмів.

При цьому треба пам'ятати, що на аналоговий вхід контролера необхідно подавати 2 В. Тому для перетворення уніфікованих сигналів у вигляді постійного струму 0–5 мА або 0–20 мА та напруги 0–10 В, на вхідних клемних колодках необхідно встановити нормувальні резистори, номінал яких вибирається залежно від типу уніфікованого сигналу. Наприклад, для уніфікованого сигналу 0–20 мА цей номінал повинен становити 100 Ом, а для 0–5 мА – 400 Ом. Клемна колодка КБС-23 поставляється із уже встановленими нормувальними резисторами.

Вхідні дискретні сигнали під'єднуються безпосередньо до клем КБС-22 у вигляді напруги 24 В постійного струму. При під'єднанні сигналів дискретних виходів необхідно враховувати, що безпосередньо транзисторні ключі дискретних виходів мають максимальний струм навантаження 0,3 А. Тому для забезпечення керування більш потужними виконавчими механізмами необхідно використовувати блок підсилювача потужності БУМ-20, який має вбудовані герконові реле і може комутувати струм величиною до 2 А напругою до 220 В.

Блок контролера під'єднується до блока живлення БП-21 за допомогою міжмодульного з'єднувача МБС-20, на обох кінцях якого розташовані вилки рознімів. Один з них вставляється у рознім, який розташований на блоці контролера, а інший – у рознім на блоці живлення. На блоці живлення розташовані два розніми живлення 24 В. Один із них використовується для живлення блока контролера, а інший можна використовувати для живлення ланцюгів дискретних входів і виходів. При цьому необхідно пам'ятати, що загальна потужність під'єднаних дискретних входів-виходів не повинна перевищувати 200 мА.

Крім живлення контролера і вхідних ланцюгів, блок живлення виконує ще одну дуже важливу функцію: через нього блок контролера під'єднується до мережі «Транзит». Саме тому при виході з ладу одного з контролерів, його можна від'єднати від блока живлення, а мережа «Транзит» продовжує залишатись працездатною (рис.3.2).

Контролери, що під'єднані до мережі Транзит, мають унікальну адресу, яка задається ПЛК у процесі його конфігурування, при заповненні системних параметрів. Порядок розташування контролерів у мережі не має значення. Контролери, що входять до мережі Транзит, можуть обмінюватися інформацією. Таким чином створюється розподілена система управління на базі сумісно працюючих контролерів. Це підвищує надійність системи в цілому, оскільки в разі виходу з ладу одного з контролерів система продовжує зберігати свою працездатність. Саме таку мету ставили перед собою



розробники Р-130. Максимальна кількість контролерів, під'єднаних до мережі Транзит, не може перевищувати 15.

Якщо до складу мережі входить блок БШ-21, до неї можна під'єднати

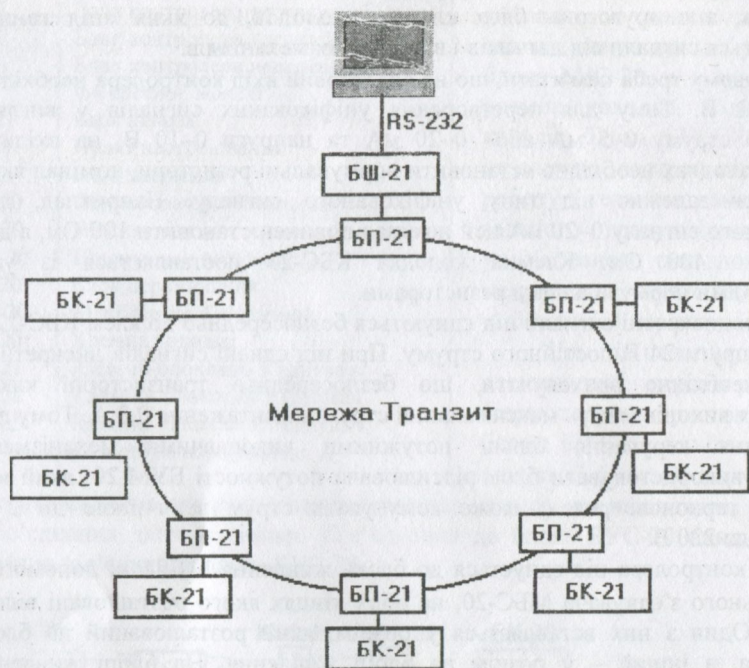


Рис.3.2. Мережа Транзит

ПЕОМ, яка може використовуватись і як термінал програмування, і як операторська станція. Це дає можливість створювати сучасний операторський інтерфейс і під'єднувати мережі Р-130 до систем управління верхнього рівня.

Різні моделі Р-130 розрізняються блоком контролера БК, мають різні лицьові панелі з розташованими на них органами оперативного контролю та управління, адаптованими на вирішення задач управління конкретної моделі. Так, за допомогою органів оперативного контролю і управління регулюючої моделі, можна виконувати всі функції, пов'язані з обслуговування чотирьох контурів регулювання. Це досягається тим, що на лицьовій панелі поєднані функції: цифрового показувального пристрою, задавача, байпасної панелі дистанційного управління, перемикача програм і т.ін. Інформацію, яка належить до різних контурів регулювання, можна по черзі викликати на органи оперативного контролю лицьової панелі. Це дуже зручно для обслуговуючого персоналу. За допомогою органів оперативного контролю і

управління логічної моделі можливо спостерігати за логікою виконання алгоритму управління і, в разі потреби, оперативного втручання у хід процесу керування. Одночасно можна керувати чотирма незалежними логічними програмами. Крім того, це дає змогу спростити загальну структуру технічних засобів системи автоматизації. Крім того, моделі Р-130 розрізняються складом бібліотеки алгоритмів, яка використовується для технологічного програмування цієї моделі.

### 3.3 Процедури програмування контролера

У режимі програмування Р-130 передбачається використання восьми процедур програмування: тестування, приладові параметри, системні параметри, алгоритми, конфігурування, параметри настроювання, початкові умови і робота з ППЗП.

Процедура тестування використовується для виконання різноманітних тестів з пам'яттю (ПЗП, ОЗП та ППЗП), каналу інтерфейсного зв'язку, клавіатури та індикаторів пульта настроювання і лицьової панелі, а також фізичних каналів виводу аналогової і цифрової інформації, тобто каналів ЦАП і ЦДП.

Процедури програмування приладових і системних параметрів використовуються для роботи з загальними параметрами контролера.

Так, приладовими параметрами задається дозвіл на обнуління програми користувача, код комплекtnості (модифікація), дозвіл на зміну програми користувача, час періоду робочого циклу (0,2 – 2 с), а також перевіряється ресурс ОЗП, який залишається вільним, і версія бібліотеки алгоритмів. Крім того, одним з приладових параметрів є діапазон часу, який встановлюється для всіх алгоритмів, що використовують час. Якщо вибирається молодший діапазон часу, то в програмі користувача алгоритми можуть використовувати розмірність часових змінних або в *секундах* або в *хвилинах*. Якщо вибирається старший діапазон часу, то розмірність у *хвилинах* або *годинах*. Яка саме розмірність часу використовується конкретним алгоритмом, задається під час технологічного програмування.

При виборі системних параметрів задається системний номер контролера в мережі Транзит. Якщо контролер не під'єднаний до цієї мережі, його системний номер буде 00. Крім того, вибирається режим роботи інтерфейсу зовнішнього зв'язку. Якщо вибирається інформаційний режим, то можна тільки опитувати параметри програми і алгоблоків, а якщо командний, – то і змінювати їх.

Для програмування Реміонта Р-130 використовується мова функціональних блоків, яка полягає в реалізації алгоритму управління об'єктом за допомогою комбінації алгоритмів, записаних у його постійну пам'ять (бібліотека алгоритмів).

У загальному випадку бібліотечний алгоритм має три параметри:

- бібліотечний номер – від 01 до 76, за яким конкретний алгоритм записаний у бібліотеку.



- модифікатор — задає додаткові властивості алгоритму або кількість однотипних операцій, що виконуються алгоритмом.

- масштаб часу — є лише в тих алгоритмах, робота яких пов'язана з реальним часом. Масштаб часу задає одну із двох розмірностей для часових сигналів або параметрів: години чи хвилини або хвилини чи секунди.

Під час технологічного програмування виконується кілька етапів.

На першому етапі в алгоблоки записуються алгоритми у вигляді їх бібліотечних номерів. Для кожного алгоритму, якщо цього вимагає його зміст, задається модифікатор та масштаб часу.

У кожній моделі Р-130 передбачено 99 алгоблоків, у які може бути записаний будь-який з 76 алгоритмів, що входять до його бібліотеки. Винятком є алгоритми оперативного контролю, що записуються тільки у перші чотири алгоблоки з номерами від 1 до 4. Якщо у алгоблок записується номер 00, то він вважається порожнім. Різні моделі мають різний склад бібліотеки, хоча більшість з алгоритмів входить до бібліотек алгоритмів різних моделей. Ця процедура технологічного програмування має назву — алгоритм.

На другому етапі задається конфігурація системи, тобто вказуються зв'язки між входами і виходами окремих алгоритмів. Процедура конфігурування не залежить від алгоритму, вміщеного в алгоблок, і підпорядковується таким правилам:

1. Будь-який вхід будь-якого алгоблока можна пов'язати з будь-яким виходом будь-якого алгоблока, або залишити вільним. До одного виходу може бути під'єднано кілька входів.

2. На будь-якому зв'язаному (з'єднаному з іншим алгоблоком) вході будь-якого алгоблока сигнал можна проінвертувати.

3. На будь-якому вільному вході алгоблока можна задати сигнал у вигляді константи або коефіцієнта. Константу не можна змінювати в процесі виконання програми, а коефіцієнт можна.

На третьому етапі технологічного програмування, у процедурі «Настроювання», задається значення констант і коефіцієнтів на вільних входах алгоблоків. У таблиці 3.4 наведені типи сигналів і їх параметри настроювання.

У процедурі «Початкові умови» встановлюються початкові значення на входах алгоблоків, із якими алгоблоки почнуть працювати при запуску програми користувача.

Процедура «ППЗП» призначена для виконання операцій з пам'яттю контролера. При цьому програму можна переписати з пам'яті ОЗП в ППЗП, відновити інформацію в ОЗП, а також виконати регенерацію ПЗП і ППЗП.

Якщо для технологічного програмування контролера використовується його пульт, то вибір відповідної процедури виконується за допомогою клавіатури пульта. Перехід у вибрану процедуру супроводжується загоранням індикатора навпроти відповідної назви процедури.

**Сигнали і параметри настроювання**

Сигнали на аналогових входах виходах контролера, %	0...100
Аналогові сигнали на виході алгоблоків і рівні аналогових сигналів (обмеження, порогові значення, зона нечутливості і т.ін.), %	-199,9...199,9
Плинний час (таймер, програмні задавачі і т.ін.) постійні часу (інтегрування, диференціювання і т.ін.), інтервали часу:	
1-й діапазон	0...819,0 с, ∞
	0...819,0 хв, ∞
2-й діапазон	0...819,0 хв, ∞
	0...819,0 год, ∞
Кількість сигналів лічильників	-8191...8191
Логічні сигнали (стан дискретних входів-виходів, умови, ознаки і т.ін.)	лог.0, лог.1
Коефіцієнти масштабування (множення на коефіцієнти)	-15,99...15,99
Коефіцієнти пропорційності (алгоритми регулювання)	-127,9...127,9
Мінімальна тривалість імпульсу на імпульсному виході, с	0,12...3,84
Швидкість зміни аналогових сигналів	
1-й діапазон	0...199,0 %/с, ∞
	0...199,0 %/хв, ∞
2-й діапазон	0...199,0 %/хв, ∞
	0...199,0 %/год, ∞
Технічні одиниці, які відповідають 0 і 100% аналогового сигналу:	-1999...9999

Останнім часом більшого поширення набуває використання спеціальних програм для програмування Р-130, у яких використовуються спеціальні вікна вводу параметрів контролера і його окремих алгоблоків, а також спеціальний графічний редактор, у якому створюється програма користувача. Програма користувача виконується у вигляді алгоритмічної структури, елементами якої є алгоритми контролера. На схемі показується система зв'язків (конфігурація) між алгоблоками, наявність інверсії сигналів та чисельні значення параметрів настроювання. Після її створення вона записується у пам'ять контролера по каналу інтерфейсного зв'язку.

**3.4. Бібліотека алгоритмів**

Різні моделі контролера мають різний склад бібліотеки алгоритмів, хоча близько 80 % бібліотечних алгоритмів у них є загальними.

Кожний алгоритм має бібліотечний номер, шифр і найменування.

Алгоритми, що входять до бібліотек Р-130, можна поділити на кілька груп.

**Бібліотека алгоритмів Реміконта Р-130****Алгоритми оперативного контролю лицьової панелі**

- 01 ОКО Оперативний контроль регулювання
- 02 ОКЛ Оперативний контроль логічної програми
- 03 ОКД Оперативний неперервно-дискретний контроль
- 04 ДИК Дискретний контроль



### Алгоритми вводу-виводу

- 05 ВИН Ввід інтерфейсний
- 06 ИНВ Вивід інтерфейсний
- 07 ВАА Вхід аналоговий групи А
- 08 ВАБ Вхід аналоговий групи Б
- 09 ВДА Ввід дискретний групи А
- 10 ВДБ Ввід дискретний групи Б

- 11 АВА Вивід аналоговий групи А
- 12 АВБ Вивід аналоговий групи Б
- 13 ДВА Вивід дискретний групи А
- 14 ДВБ Вивід дискретний групи Б
- 15 ИВА Вивід імпульсний групи А
- 16 ИВБ Вивід імпульсний групи Б
- 17 АВР Аварійний вивід

### Алгоритми регулювання

- 20 РАН Регулювання аналогове
- 21 РИМ Регулювання імпульсне
- 24 ЗДН Завдання
- 25 ЗДЛ Завдання локальне
- 26 РУЧ Ручне управління

- 27 ПРЗ Програмований задавач
- 28 ИНЗ Інтегруючий задавач
- 29 ПОК Пороговий контроль
- 30 АНР Автонастроювання регулятора

### Динамічні перетворення

- 33 ИНТ Інтегрування
- 34 ДИФ Диференціювання
- 35 ФИЛ Фільтрація

- 36 ДИН Динамічне перетворення
- 37 ДИБ Динамічне балансування
- 38 ОГС Обмеження швидкості
- 39 ЗАП Запізнення

### Статичні перетворення

- 42 СУМ Підсумування
- 43 СМА Підсумування з масштабуванням
- 44 УМД Множення-ділення
- 45 КОР Корінь квадратний
- 46 МОД Модуль
- 47 КУС Кусково-лінійна функція
- 48 ОГР Обмеження

- 49 СКС Ковзне середнє
- 50 ДИС Дискретне середнє
- 51 МИН Мінімум
- 52 МКС Максимум
- 53 СИТ Середній з трьох
- 54 ЭКС Екстремум
- 55 МСШ Масштабування

### Аналого-дискретні перетворення

- 57 ПЕР Перемикач із дискретним управлінням
- 58 ПЕН Перемикач за номером
- 59 ПОР Пороговий елемент
- 60 НОР Нуль-орган
- 61 ИМП Імпульсатор

- 62 ЗАИ Заборона зміни
- 63 ЗАЗ Заборона знака
- 64 СЛЗ Стеження із запам'ятовуванням
- 65 ЗПМ Запам'ятовування
- 66 БОС Блокування зворотнього підрахунку
- 67 ВОТ Виділення вимикання

### Логічні операції

- 70 ЛОИ Логічне І
- 71 МНИ Багатовхідне І
- 72 ИЛИ Логічне ІЛИ
- 73 МИЛ Багатовхідне ІЛИ
- 74 ИИЛ Виключне ІЛИ

- 75 МАЖ Мажорування
- 76 ТРИ RS-тригер
- 77 РЕУ Регістр із записом по рівню
- 78 РЕФ Регістр із записом по фронту
- 79 ВЫФ Виділення фронту

### Дискретне управління

- 80 ЭТП Етап крокової програми
- 81 ТМР Таймер
- 82 СЧТ Лічильник
- 83 ОДВ Одновібратор
- 84 МУВ ультівібратор
- 85 ПЧИ Перемикання чисел
- 86 СЧИ Порівняння чисел
- 87 ВЧИ Виділення чисел

- 88 УДП Управління двопозиційним навантаженням
- 89 УТП Управління трипозиційним навантаженням
- 90 ШИФ Шифратор
- 91 ДЕШ Дешифратор
- 92 ЛОК Логічний контроль

Розгляне деякі алгоритми більш детально.

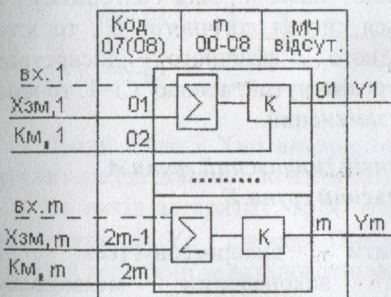
Алгоритми вводу-виводу застосовуються для організації зв'язку функціональних алгоритмів з апаратними засобами, призначеними для перетворення аналогових, дискретних та імпульсних входів-виходів у цифрову форму, тобто для зв'язку програми користувача з модулями АЦП, ДЦП, ЦАП, ЦДП та ЦИП. Цей зв'язок створюється "автоматично" як тільки один з цих алгоритмів вводиться в один з алгоблоків контролера.

Без використання цих алгоритмів обмін інформацією між Р-130 та зовнішніми пристроями неможливий. Використання зазначених алгоритмів груп А чи Б залежить від використання конкретної модифікації Р-130. Це пояснюється тим, що фізично зовнішні пристрої під'єднуються до Р-130 через два розніми – А та Б. Для кожної модифікації точно відомо, до яких саме груп А чи Б під'єднані аналогові та дискретні входи-виходи. Залежно від цього і використовуються відповідні алгоритми входів-виходів.

### 3.4.1 Алгоритми вводу-виводу

*Алгоритми ВАА (07) – ввід аналоговий групи А*

*і ВАБ (08) – ввід аналоговий групи Б*



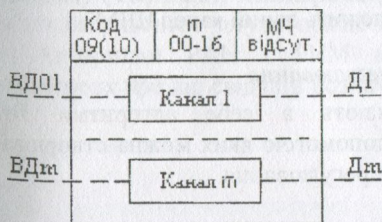
під'єднаного до контролера.

$$Y_m = (x_{zm,m} + X_{zm,m}) K_{m,m}$$

Якщо корекція не потрібна, встановлюється  $X_{zm}=0$  і  $K_{m,m}=0$ .

*Алгоритми ВДА (09) – ввід дискретний групи А*

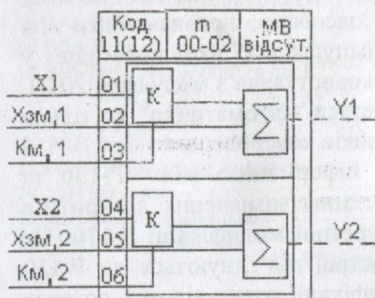
*і ВДБ (10) – ввід дискретний групи Б*



Алгоритми містять ідентичні незалежні канали, кількість яких задається модифікатором  $0 < m < 16$ . Якщо напруга на одному з дискретних входів контролера дорівнює 0 В, то на відповідному виході алгоритму Д – логічний "0", а якщо на вході напруга 24 В – логічна "1".



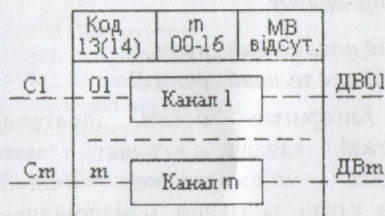
**Алгоритми АВА (11) – вивід аналоговий групи А  
і АВБ (12)– вивід аналоговий групи Б**



Алгоритми містять до двох ідентичних незалежних каналів, кількість яких задається модифікатором  $0 < m < 2$ .

Перед тим як потрапити на основний вихід, вхідний сигнал помножується на коефіцієнт Км і до добутку додається сигнал зміщення Хзм. Ці операції дають можливість компенсувати зміщення діапазону і нуля ЦАП. Якщо корекція не потребується, встановлюється масштабний коефіцієнт  $K_m=1$  і сигнал зміщення  $X_{зм}=0$ .

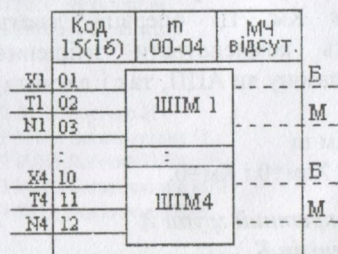
**Алгоритми ДВА (13) – вивід дискретний групи А  
і ДВБ (14) – вивід дискретний групи Б**



Кожний алгоритм обслуговує до 16 дискретних входів, кількість яких задається модифікатором  $0 < m < 16$ .

Якщо на i-й вхід алгоритму Ci подається сигнал логічного "0", то ключ відповідного фізичного дискретного виходу розімкнений, а якщо Ci=1, то ключ виходу замкнений.

**Алгоритми ИВА (15) – вивід імпульсний групи А  
і ИВБ (16) – вивід імпульсний групи Б**



Алгоритм використовується для управління виконавчими механізмами постійної швидкості імпульсним регулятором. Алгоритм містить до чотирьох каналів широтно-імпульсних регуляторів (ШИМ), які перетворюють вхідний сигнал X у послідовність імпульсів на виходах Б (більше) і М (менше). Параметр Т задає мінімальну довжину імпульсів (0,12 – 3,84 с). Параметр N

визначає до якого контуру регулювання належить даний канал ШИМ.

### 3.4.2. Алгоритми регулювання

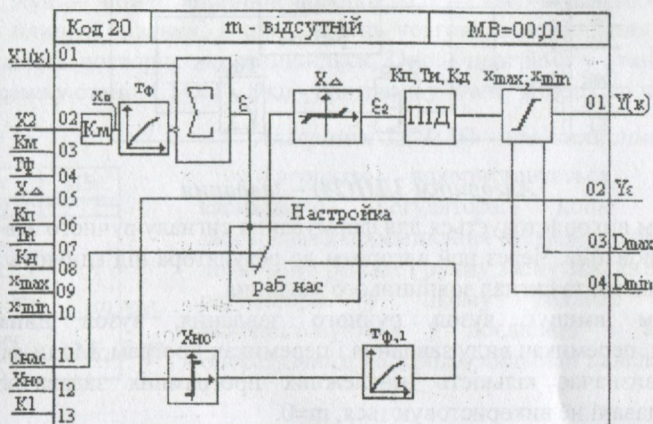
Алгоритми регулювання включають в себе алгоритми Під-регуляторів і різноманітних задавачів, за допомогою яких можна створювати різні за складністю і призначенням контури регулювання.

### Алгоритм РАН(20) – регулювання аналогове

Алгоритм використовується для побудови ПІД-регулятора, який має аналоговий вихід. На вході регулятора формується розузгодження:

$$\varepsilon = X1(k) - K_m \cdot X2,$$

яке фільтрується (Тф), обмежується зоною нечутливості (ХΔ) і обробляється відповідно з ПІД-законом регулювання за умови завдання параметрів налаштування Кп, Ти, Тд. Вихідне значення регулятора Y(k) обмежується за величиною значеннями  $x_{\max}$  і  $x_{\min}$ .



Входи Снас і Хно використовуються для автоматизації налаштування регулятора (за допомогою алгоритму АНР).

На вихід алгоритму, крім основного виходу Y(k), виводиться значення розузгодження Yε і сигнали Dmax і Dmin, які спрацьовують у разі виходу вихідної величини за встановлені межі  $x_{\max}$  і  $x_{\min}$ .

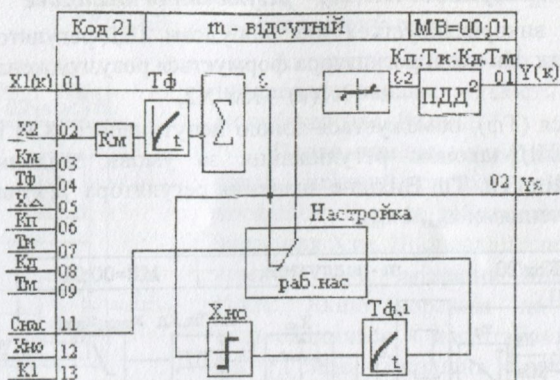
### Алгоритм РИМ(21) – регулювання імпульсне

Алгоритм використовується для побудови ПІД-регулятора, який у сполученні з алгоритмом імпульсного виводу ИВА (ИВБ) може керувати виконавчим механізмом постійної швидкості.

Більшість входів-виходів алгоритму подібні до алгоритму РАН, але як вхідний параметр використовується величина постійної часу виконавчого механізму (Тм) і вилучені параметри обмеження значення вихідного сигналу, які для імпульсного регулятора не мають сенсу.

Алгоритми РАН і РИМ можуть використовуватись у каскадних регуляторах про що свідчать позначення X1(k) і Y(k).

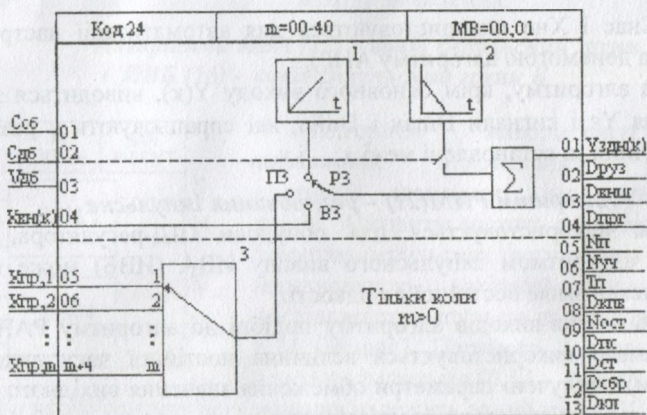




### Алгоритм ЗДН(24) – завдання

Алгоритм використовується для формування сигналу ручного завдання у контурі регулювання. Через цей алгоритм до регулятора під'єднуються також програмні задавачі та сигнал зовнішнього завдання.

Алгоритм вміщує вузол ручного завдання, вузол динамічного балансування, перемикач виду завдання і перемикач програм. Модифікатор  $m$  (00 – 40) визначає кількість незалежних програмних задавачів. Якщо програмні задавачі не використовуються,  $m=0$ .



Алгоритм використовується у поєднанні з алгоритмом оперативного контролю лицьової панелі ОКО. Саме за допомогою клавіатури, розташованої на лицьовій панелі контролера, можна вибрати один з трьох видів завдання: ручне РЗ, програмне ПЗ або зовнішнє ВЗ, а також у режимі ручного завдання змінювати його значення. Для цього основний вихід алгоритму  $Y_{здн}(k)$  необхідно під'єднати до входу  $X_{здн}$  алгоритму оперативного контролю ОКО.

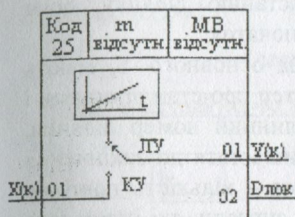
За допомогою входів Ссб, Сдб відбувається вмикання статичного і динамічного балансування (Вдб – швидкість динамічного балансування). До входу Хвн(к) можуть під'єднуватись сигнали від зовнішніх задавачів, а до входів Хпр,1.....Хпр,м – сигнали від алгоритмів програмних задавачів.

Крім основного виходу алгоритму  $Y_{здн}(k)$ , використовуються три виходи ознак режиму роботи задавача: Друз (РЗ), Двнш(ВЗ) і Дпрт(ПЗ).

Інші виходи використовуються, коли алгоритм працює у режимі програмного задавача. На ці виходи виводиться інформація:  $N_p$  – номер програми,  $N_{уч}$  – номер плинної ділянки,  $T_p$  – час, який залишився до закінчення плинної ділянки,  $D_{кпв}$  – кінець чергового повторення програми,  $N_{ост}$  – кількість повторів, які залишилися,  $D_{пс}$  – програма у стані “ПУСК”,  $D_{ст}$  – програма у стані “СТОП”,  $D_{кп}$  – програма у стані “Кінець програми”.

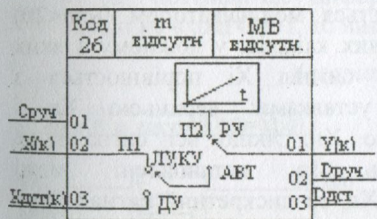
### Алгоритм ЗДІ(25) – завдання локальне

Алгоритм використовується у складі каскадного регулятора, коли необхідно забезпечити перемикання каскадного регулятора у локальний режим і ручну зміну завдання веденого регулятора у цьому режимі. Алгоритм використовується у поєднанні з алгоритмом оперативного контролю лицьової панелі ОКО.



### Алгоритм РУЧ(26) – ручне управління

Алгоритм призначений для перемикання регулятора у дистанційний або ручний режим роботи. Алгоритм застосовується у складі як аналогового, так і імпульсного регулятора і використовується у поєднанні з алгоритмом оперативного контролю лицьової панелі ОКО.



Якщо на лицьовій панелі контролера натискається клавіша ручного управління, то до виходу алгоритму РУЧ під'єднується вузол ручного управління і переміщення виконавчого механізму відбувається з клавіатури лицьової панелі. Якщо вибрано автоматичний режим управління, то до входу алгоритму  $Y(k)$  під'єднується його вхід  $X(k)$  (для локального або каскадного режиму) або  $X_{дст}$  – для дистанційного режиму.

Вхід Сруч застосовується для примусового переходу у ручний режим і блокування переходу у автоматичний режим.

Додаткові виходи Друч і Ддст використовуються для сигналізації режиму роботи регулятора.

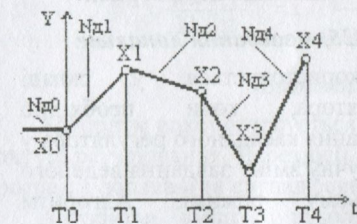


### Алгоритм ПРЗ(27) – програмний задавач

Алгоритм реалізує кусково-лінійну функцію, яка може складатись із 47 ділянок. Для кожної ділянки задається його тривалість ( $T_i$ ) і кінцева ордината ( $X_i$ ).

Якщо вихід  $Y$  з'єднаний з одним з входів  $X_{пр}$  алгоритму ЗДН, то запускати, зупиняти і скидати програму можна за допомогою клавіш лицьової панелі. Крім того, алгоритм має незалежні входи для запуску, зупинки і скидання програми:  $Сп$ ,  $Сст$  і  $Ссбр$ . Для кожної програми можна задати кількість її повторів –  $Нпвт$ . Коли програма виконає останню ділянку, вона повертається на свій початок.

Усі виходи, крім основного  $Y$ , мають інформаційний характер про стан програми і алгоритму:  $Нуч$  – плинний номер ділянки,  $Тост$  – час, який залишається до закінчення плинної ділянки,  $Ност$  – кількість повторів



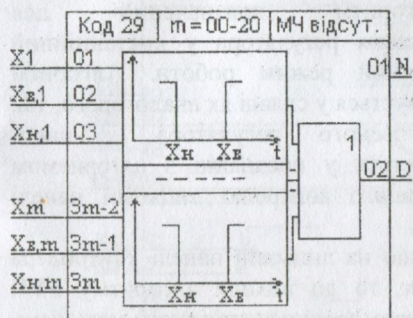
програми, що залишилися,  $Дп$ ,  $Дст$ ,  $Дсбр$  – дискретні сигнали, які індуюють стан програми (відповідно *пуск*, *стоп*, *скид*).

### Алгоритм ПОК(29) – пороговий контроль

Алгоритм містить до 20 (вибирається модифікатором  $0 < m < 20$ ) ідентичних каналів, у кожному з яких вхідний сигнал  $X_i$  порівнюється з двома уставками: верхньою  $Xв$  і нижньою  $Xн$ . Якщо всі сигнали не виходять за встановлені межі  $Xн < X_i < Xв$ , то дискретний сигнал  $Д$  на виході алгоритму дорівнює 0. Якщо хоча б один з контрольованих сигналів вийде за встановлені межі, то вихідний сигнал  $Д=1$ , а на виході  $N$  формується

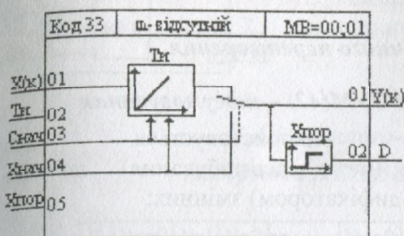
номер вхідного сигналу який вийшов за межі. Якщо одночасно кілька сигналів вийшли за встановлені межі, то  $N$  показує найменший номер із цих сигналів.

Для кожного сигналу передбачений фіксований гістерезис, який дорівнює 0,2%.



### 3.4.3. Алгоритми динамічного перетворення

#### Алгоритм ИНТ(33) – інтегрування



Алгоритм використовується для інтегрування і (або) запам'ятовування сигналу.

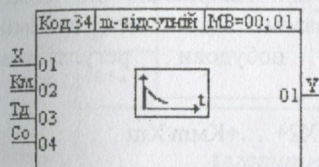
Передавальна функція:

$$W = \frac{Y(p)}{X(p)} = -\frac{1}{T_n \cdot p},$$

де  $T_n$  – постійна часу інтегрування.

В алгоритмі передбачається встановлення початкових умов. Якщо  $Snach=1$   $Y=X_{нач}$ . Якщо  $Snach=0$ , виконується функція інтегрування. Алгоритм має пороговий елемент. Якщо  $Y > X_{пор}$ , то  $D=1$ .

#### Алгоритм ДИФ(34) – диференціювання



Алгоритм використовується у схемах динамічної корекції для отримання сигналів, пов'язаних зі швидкістю зміни параметра.

Передавальна функція алгоритму:

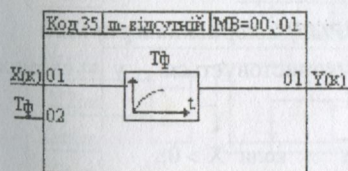
$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = K_m \frac{T_d \cdot p}{T_d \cdot p + 1},$$

де  $K_m$  – коефіцієнт масштабування (підсилення);

$T_d$  – постійна часу диференціювання.

Якщо на вході  $Co=1$ , то виконується команда обнуління і  $Y=0$ .

#### Алгоритм ФИЛ(35) – фільтр



Алгоритм використовується для фільтрації високочастотних перешкод.

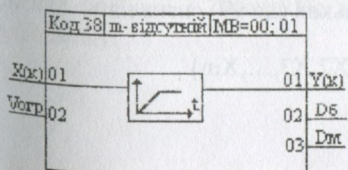
Передавальна функція алгоритму:

$$W(p) = -\frac{Y(p)}{X(p)} = -\frac{1}{T_{\phi} \cdot p + 1},$$

де  $T_{\phi}$  – постійна часу фільтра.

Для отримання фільтра вище першого порядку необхідно послідовно під'єднати декілька алгоритмів фільтрації ФИЛ.

#### Алгоритм ОГС(38) – обмеження швидкості



Алгоритм використовується у разі, якщо необхідно обмежити швидкість зміни сигналу.

Якщо швидкість зміни сигналу  $X(k)$  менша, ніж задане обмеження по швидкості



Вопр, то  $Y=X$  у кожний момент часу. Якщо швидкість сигналу  $X(k)$  більше, ніж  $Вопр$ ,  $Y(k)$  змінюється зі швидкістю  $Вопр$  до моменту, поки  $Y$  на досягне значення  $X$ .

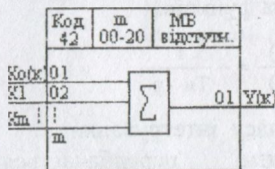
### 3.4.4. Алгоритми статичного перетворення

#### Алгоритм СУМ(42) – підсумовування

Алгоритм використовується для

підсумовування (без масштабування) до 21 (визначається модифікатором) змінних:

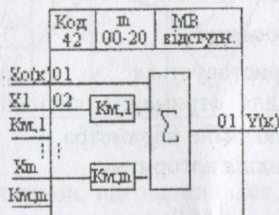
$$Y = X_0 + X_1 + X_2 + \dots + X_m$$



#### Алгоритм СМА(43) – підсумовування з масштабуванням

Алгоритм використовується для отримання зваженої суми до 21 (визначається модифікатором) змінних. Наприклад, він може застосовуватись разом з алгоритмами регулювання для побудови регуляторів співвідношення.

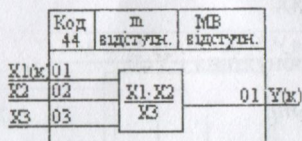
$$Y = X_0 + K_{m1} \cdot X_1 + K_{m2} \cdot X_2 + \dots + K_{mm} \cdot X_m$$



#### Алгоритм УМД(44) – множення -ділення

Алгоритм використовується для виконання операції множення і (або) ділення.

$$Y = X_1 \cdot X_2 / X_3$$

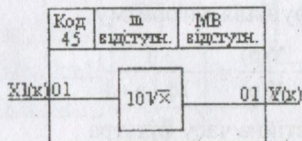


#### Алгоритм КОР(45) – корінь квадратний

Алгоритм використовується у схемах статичної корекції.

$$Y = 10\sqrt{X} \quad \text{коли } X > 0;$$

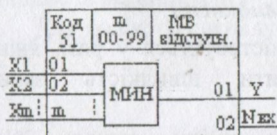
$$Y = -10\sqrt{X} \quad \text{коли } X < 0.$$

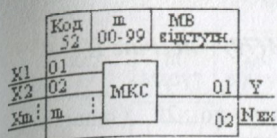


#### Алгоритм МИН(51) – мінімум

Алгоритм використовується для виділення максимального з кількох (до 99) сигналів:

$$Y = \min\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_m\}.$$





Алгоритм використовується для виділення максимального з кількох (до 99) сигналів:

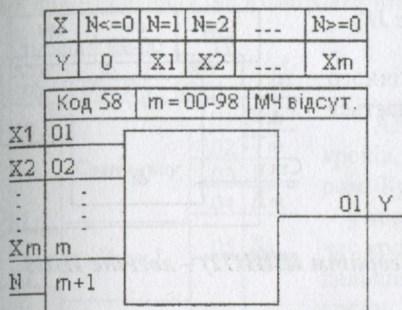
$$Y = \min\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_m\}$$

### 3.4.5. Аналого-дискретні перетворення

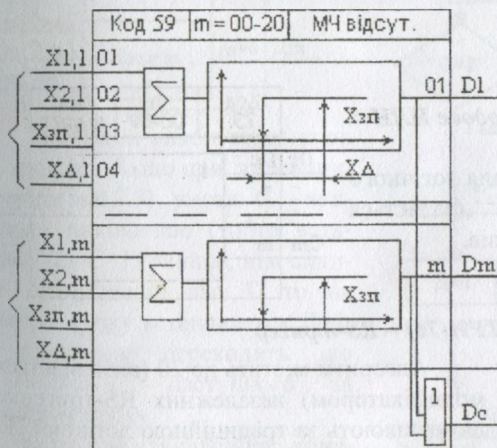
#### Алгоритм ПЕН(58) – перемикач за номером

Алгоритм використовується для під'єднання одного з 98 (визначається модифікатором) сигналів до виходу алгоритму. Номер сигналу, який під'єднується до виходу алгоритму Y визначається числом (від 0 до m), яке подається на вхід N.

Робота перемикача описується таблицею.



#### Алгоритм ПОР(59) – пороговий елемент



Алгоритм містить до 20 (визначається модифікатором) незалежних комірок, кожна з яких містить ланку суматора і ланку порогового елемента.

Ланка суматора виділяє різницю двох сигналів:

$$Z = X_1 - X_2,$$

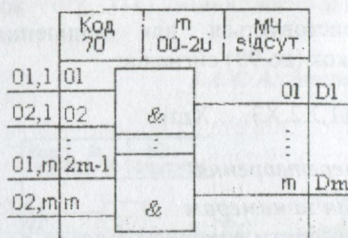
яка надходить на ланку порогового елемента з порогом спрацьовування Xзп і гістерезисом XΔ. Ланка порогового елемента спрацьовує, коли  $Z > X_{зп}$ , при цьому на відповідному виході Di з'являється

сигнал логічної 1. Вихід Dc алгоритму є поєднанням по ІЛИ усіх комірок алгоритму.



### 3.4.6. Логічні операції

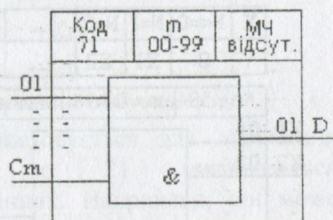
#### Алгоритм ЛОИ(70) – логічне ІІ



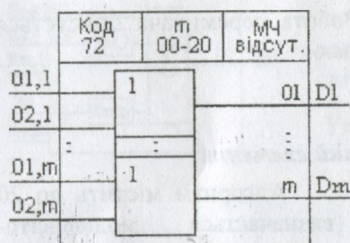
Алгоритм містить до 20 (задається модифікатором) елементів ІІ для двох дискретних сигналів.

#### Алгоритм МНН(71) – багатовходове ІІ

Алгоритм використовується для логічного поєднання по ІІ до 99 (задається модифікатором) дискретних сигналів.



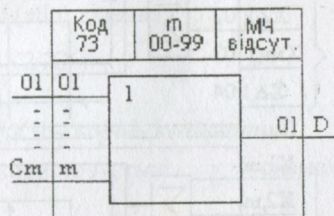
#### Алгоритм ІЛИ(72) – логічне ІЛИ



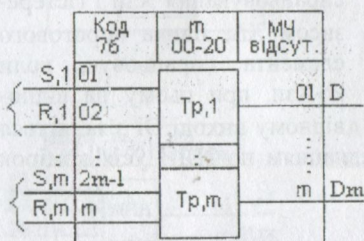
Алгоритм містить до 20 (задається модифікатором) елементів ІЛИ для двох дискретних сигналів.

#### Алгоритм МІЛ(73) – багатовходове ІЛИ

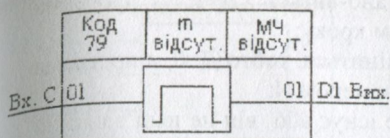
Алгоритм використовується для логічного поєднання по ІЛИ до 99 (задається модифікатором) дискретних сигналів.



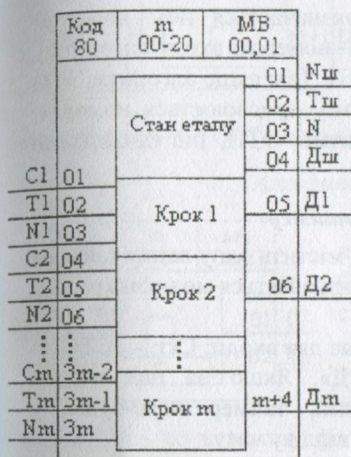
#### Алгоритм ТРІ(76) – RS-тригер



Алгоритм містить до 20 (визначається модифікатором) незалежних RS-тригерів, що працюють за традиційною логікою. По передньому фронту сигналу на вході S тригер зводиться і на виході D встановлюється логічна 1, а по передньому фронту сигналу на вході R тригер скидається і на виході D встановлюється сигнал логічного 0.



алгоритму на час, який дорівнює часу одного робочого циклу контролера (від 0,2 до 2с), формується сигнал  $D=1$  і після цього скидається в 0. Щоб виділити задній фронт сигналу, на вході алгоритму встановлюється інверсія.



Програма виконується крок за кроком. Якщо при виконанні кроку (рис.3.3) умова С виявиться виконаною (тобто встановиться  $C=1$ ) раніше, ніж сплине контрольний час Т, то на виході кроку встановиться  $D=1$ , і програма переходить до виконання наступного за номером кроку.

Якщо до закінчення контрольного часу Т умова не буде виконана (тобто  $C=0$ ), то поведінка програми залежить від значення параметра N.

При цьому можливі чотири варіанти поведінки програми

Алгоритм використовується для виділення переднього або заднього фронту дискретного сигналу.

Якщо на вході алгоритму дискретний сигнал С змінює свій стан з логічного 0 на логічну 1 (передній фронт), то на виході

### 3.4.7. Дискретне керування

#### Алгоритм ЕТП(80) – етап

Алгоритм ЕТП містить кілька (до 20) кроків, кількість яких задається модифікатором. Крок має три входи і один вихід. Вхід С – умова виконання кроку, Т – контрольний час кроку, а N – параметр, який визначає подальший хід виконання програми. Д – вихід кроку, який може набувати значення логічного «0» або «1».

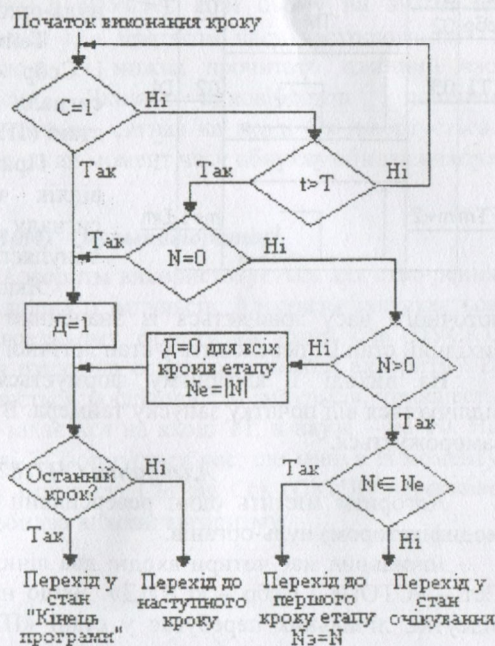


Рис.3.3. Блок-схема алгоритму ЕТП



після закінчення терміну контрольного часу:

а) якщо  $N=0$ , то на виході кроку встановиться  $D=1$ , і програма переходить до виконання наступного за номером кроку;

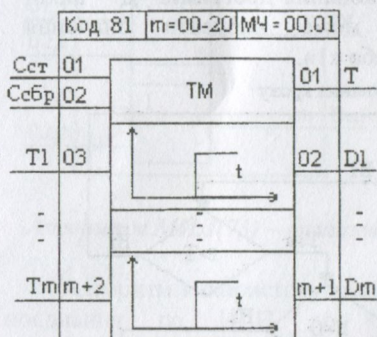
б) якщо  $N>0$ , то стан виходу кроку не зміниться, тобто  $D=0$ , а програма перейде до виконання першого кроку етапу з номером  $N$ ;

в) якщо  $N>0$ , але етапу за цим номером не існує або він не під'єднаний до алгоритму ОКЛ, то виконання програми припиняється, і вона переходить у стан очікування;

г) якщо  $N<0$ , то стан виходу кроку не змінюється, програма переходить до виконання наступного кроку, але попередньо вона обнулить виходи всіх кроків етапу за номером  $N$ .

Необхідно пам'ятати, що номер етапу визначається не номером алгоритму, до якого записаний алгоритм ЕТП, а номером входу алгоритму ОКЛ, до якого під'єднаний 01 вихід алгоритму ЕТП. Так, якщо алгоритм ЕТП під'єднаний до 13 входу алгоритму ОКЛ, то йому присвоюється номер 1, якщо до 14 – номер 2 і т. д. Кількість алгоритмів ЕТП, під'єднаних до алгоритму ОКЛ, задається його модифікатором.

### Алгоритм ТМР(81) – таймер



Алгоритм містить одну ланку таймера (ТМ) і до 20 (визначається модифікатором) нуль-органів.

Таймер має два входи: Сст – «СТОП» і Ссбр «СКИД». Якщо на цих входах сигнали відсутні, таймер перебуває у стані «ПУСК» відліку часу.

При появі команди на вході «СТОП» відлік часу припиняється. При появі сигналу на вході «СКИД» таймер обнуляється і таймер зупиняється.

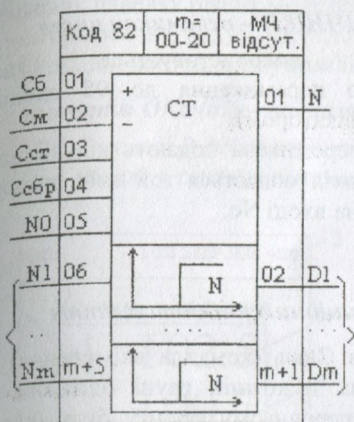
Якщо в  $i$ -му нуль-органі значення поточного часу зрівняється із значенням настроювального параметра  $T_i$ , вихідний стан  $D_i$  переходить у стан логічної 1.

На виході Т алгоритму формується сигнал поточного часу, який відлічується від початку запуску таймера. В стані «СТОП» сигнал на виході Т заморожується.

### Алгоритм СЧТ(82) – лічильник

Алгоритм містить один реверсивний лічильник і до 20 (визначається модифікатором) нуль-органів.

Лічильник має чотири входи: два лічильних  $C_m$  і  $C_b$  і два управляючих Сст – «СТОП» і Ссбр – «СКИД». Якщо на цих входах Сст і Ссбр сигнали відсутні, лічильник перебуває у стані «ПУСК» і підраховує імпульси (по передньому фронту), що надходять на входи  $C_m$  і  $C_b$ .



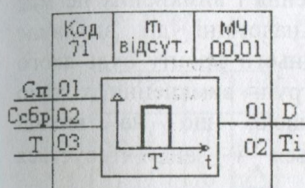
Імпульси, що надходять на вхід Сб, збільшують вміст лічильника, а на вхід См – зменшують.

При появі команди на вході «СТОП» підрахунок імпульсів припиняється. При появі сигналу на вході «СКИД» у лічильник записується початкове значення, що задається на вході N0.

Якщо в *i*-му нуль-органі значення вмісту лічильника зрівняється із значенням настроювального параметра *N<sub>i</sub>*, вихідний стан *D<sub>i</sub>* переходить у стан логічної 1.

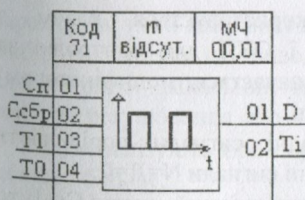
На виході N алгоритму формується сигнал плинного значення вмісту лічильника. В стані "СТОП" сигнал на виході N заморожується.

### Алгоритм ОДН(83) – одновібратор



Алгоритм використовується для формування поодинокого імпульсу заданої тривалості. Одновібратор запускається по передньому фронту сигналу Cп (ПУСК). При цьому на виході D з'являється «1» протягом часу настроювання T. На виході Tі можна прочитати плинний час імпульсу. Якщо одновібратор повинен запускатись по задньому фронту імпульсу, сигнал на вході Cп інвертується. Сигнал на вході Cсбр (СКИД) у будь-який момент часу обнуляє обидва виходи алгоритму і лічильник часу.

### Алгоритм МУВ(84) – мультівібратор



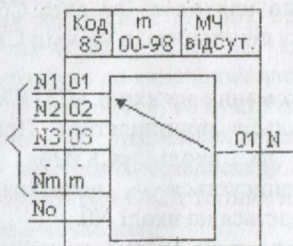
Алгоритм використовується для створення послідовності імпульсів. Алгоритм запускається по передньому фронту на вході Cп (ПУСК). Після пуску на основному виході алгоритму D формується послідовність імпульсів, тривалість яких задається на вході T1, а пауза – на T0. На виході Tі формується час, що минув із моменту стану імпульсу. Сигнал Cск (СКИД) перериває послідовність імпульсів і обнуляє обидва виходи алгоритму.



### Алгоритм ПЧИ(85) – перемикач чисел

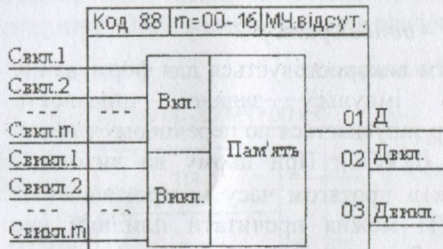
Алгоритм використовується для упорядкованого перемикавання до 98 входів (задається модифікатором).

На входи перемикача подають кількості змінні  $N_i$ . На вихід подається той вхід, номер якого задається на вході  $N_0$ .



### Алгоритм УДП(88) – управління двопозиційним навантаженням

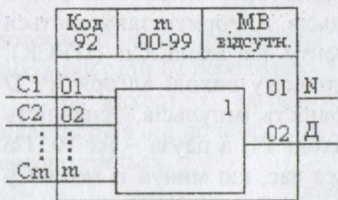
Алгоритм має дві групи входних сигналів Свкл<sub>i</sub> (команда ввімкнення) і Свимкл<sub>i</sub> (команда вимкнення), кількість яких в кожній групі однакова і визначається модифікатором ( $0 < m < 16$ ). По передньому фронту будь-якого сигналу в групі ввімкнення на основному виході алгоритму Д встановлюється і запам'ятовується



“1”. При цьому стан інших входів у групі ввімкнення і вимкнення не має значення. Аналогічні дії викликає прихід переднього фронту будь-якого сигналу у групі вимкнення з тією лише різницею, що на виході встановлюється і запам'ятовується сигнал Д=0.

У момент дії команди на ввімкнення (по будь-якому входу) на один цикл формується сигнал Двкл=1, після чого встановлюється Двкл=0. Аналогічно, але в момент дії команди на вимкнення, формується вихідний сигнал Двимкл.

### Алгоритм ЛОК(92) – логічний контроль



Алгоритм використовується разом з алгоритмами ОКО і ОКЛ для контролю за станом до 99 (визначається модифікатором) диск-ретних сигналів.

Якщо всі входні сигнали дорівнюють логічному 0, а вихідні сигнали  $N=D=0$ .

Якщо хоча б один входний сигнал  $C_i=1$ , то  $D=1$ , а N показує номер входу з цим сигналом.

Зазвичай вихід N з'єднується з входом Nоп алгоритму ОКЛ або Nок алгоритму ОКО.

### 3.4.8. Алгоритми лицьової панелі

Алгоритми лицьової панелі призначені для забезпечення можливості оперативного контролю за ходом виконання програми управління і втручання в процес її виконання за допомогою органів управління, розташованих на

лицьових панелях різних моделей контролерів. Якщо в програмі користувача ці алгоритми не будуть передбачені, то програма буде виконуватись, але оперативний контроль та управління з лицьової панелі буде неможливий.

### Алгоритм ОКО(01) – оперативний контроль контурами регулювання

Різні моделі Р-130 розрізняються блоком контролера БК, які мають різні лицьові панелі з розташованими на них органами оперативного контролю та управління, адаптованими на розв'язання задач управління конкретної моделі. На рис. 3.4 наведений показано вигляд лицьової панелі регулюючої моделі.

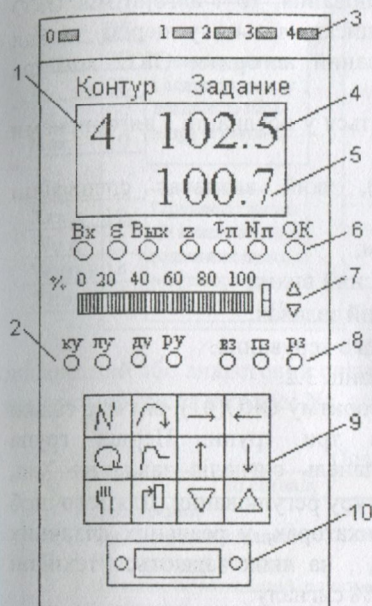


Рис.3.4 Загальний вигляд лицьової панелі регулюючої моделі

Органи оперативного контролю і управління, розташованих на лицьових панелях, можна умовно поділити на кілька зон. У верхній зоні розташовані індикатори, за допомогою яких можна спостерігати за виявленням помилок і відмов у роботі контролера. Ламповий індикатор (ЛИ) "0" сигналізує про несправність контролера, а ЛИ "1", "2", "3" і "4" сигнализують про помилки в роботі окремих контурів регулювання. Більш детально визначити тип помилки можна за допомогою пульта, який під'єднується до контролера через рознім 10. На цифровий дисплей виводиться номер контура 1 і значення змінних, які належать до цього контура. У верхній частині відображається задане значення контур 4. На нижній цифровий індикатор 5 можна викликати значення одного із семи

параметрів, типи яких виведені на лицьову панель у вигляді відповідних ЛИ 6. Вибір параметра, що виводиться на індикацію, виконується за допомогою клавіатури 9. Шкальний індикатор 7 показує значення сигналу на виході контура регулювання або положення виконавчого механізму. Два індикатора  $\nabla$  і  $\Delta$  сигнализують про спрацювання імпульсного регулятора у напрямку менше і більше.

Група ЛИ 2 показує, у якому режимі (каскадному, локальному, ручному або дистанційному) працює контур регулювання. Група ЛИ 8 показує, який вид завдання встановлений для контура регулювання.

За допомогою лампових і цифрових індикаторів, а також клавіатури для кожного контура регулювання забезпечується:

1. Вибір режиму управління і ручне керування виконавчим механізмом.
2. Вибір виду завдання і ручну зміну завдання.



3. Управління програмним задавачем.

4. Контроль сигналів, що характеризують роботу контура, а також контроль виконання програми при використанні програмного регулювання.

5. Контроль за роботою контролера і окремих контурів регулювання.

Для того щоб можна було реалізувати всі ці функції, для кожного контура регулювання у програмі повинен бути передбачений алгоритм ОКО(01) – оперативний контроль регулювання. Оскільки регулююча модель може працювати з чотирма контурами регулювання, то і алгоритмів ОКО може бути чотири. Вони можуть бути записані тільки у перші чотири алгоблоки. Номер алгоблока, у який записаний алгоритм ОКО контура регулювання, визначає номер контура.

Як правило, алгоритм ОКО використовується у поєднанні з алгоритмами ЗДН, ЗДІ, РУЧ, РАН, РИМ.

Алгоритм має модифікатор ( $0 \leq m \leq 15$ ), який визначає специфічні параметри регулятора, а саме:

- є регулятор звичайним або каскадним;
- має регулятор аналоговий або імпульсний вихід;
- чи передбачається перехід на зовнішній задавач;
- чи передбачається режим дистанційного керування.

Значення модифікатора вибирається з таблиці 3.2.

Як видно з функціональної структури алгоритму ОКО(01), він має тільки входи, які умовно можна поділити на три групи. Перша група використовується для виводу на лицьову панель сигналів завдання  $X_{зд}$ , вхідної величини  $X_{вх}$  і розузгодження  $X_{е}$  контуру регулювання. Для того щоб ці сигнали відоб-ражались на цифрових індикаторах, у реальних фізичних величинах застосовуються входи  $W_0$  і  $W_{100}$ , на яких задаються технічні значення що відповідають відповідно 0% і 100% сигналу.

Таблиця 3.2

Вибір модифікатора алгоритму ОКО

Вид регулятора	Режими		m
	зовнішнього завдання	дистанційного керування	
Звичайний аналоговий	-	-	00
	-	+	01
	+	-	02
	+	+	03
Звичайний імпульсний	-	-	04
	-	+	05
	+	-	06
	+	+	07
Каскадний аналоговий	-	-	08
	-	+	09
	+	-	10
	+	+	11
Каскадний імпульсний	-	-	12
	-	+	13
	+	-	14
	+	+	15

	Код 01	m 00-15	МВ відсут.
Хид	01		
Хвх	02	Керування і індикація завдання, виходу, розумного ведення	
Wo	03		
W100	04		
Хε	05		
Хруч	06		
Хвр	07	Ручне керування і індикація виходу, доцільного параметра і помилки	
Z	08		
Nz	09		
Нок	10		
Хидл	11		
Хвх.л	12	Керування і індикація завдання, розумного ведення ведучого регулятора у локальному режимі	
Wo.л	13		
W100.л	14		
Хε.л	15		

Вхід Хруч під'єднується до основного виходу алгоритму ручного управління РУЧ. Це дає можливість ручній зміні вихідної величини із клавіатури контролера. На вхід Хвр (вихід регулятора) подається сигнал, що характеризує керуючу дію. Для аналогового регулятора це може бути той самий вихід алгоритму РУЧ або сигнал від датчика положення виконавчого механізму. Сигнал, що подається на вхід Хвр, подається на шкальний індикатор і у режимі контролю "вых" – на цифровий індикатор вибіркового контролю.

На вхід z подається будь-який (за вибором) сигнал, який необхідно контролювати в процесі оперативного керування. Цей сигнал контролюється на цифровому індикаторі вибіркового контролю у позиції "z". Це може бути

дискретний або аналоговий сигнал, час або кількість. Тип сигналу задається за допомогою числа на вході Nz згідно табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Позначення типів сигналів

Nz	Тип сигналу	Nz	Тип сигнала
0	Дискретний	5	Час імпульсу
1	Час, молодший діапазон	6	Коефіцієнт масштабування
2	Час, старший діапазон	7	Коефіцієнт пропорційності
3	Швидкість, молодший діапазон	8	Аналоговий
4	Швидкість, старший діапазон	9	Кількісний

Вхід Нок (помилка контура) використовується у тому разі, якщо необхідний контроль виходу одного або кількох параметрів за припустимий діапазон. Якщо Нок > 0, то на лицьовій панелі контролера загоряється один з лампових індикаторів "1...4". Як правило, цей вхід під'єднується з виходом алгоритму порогового контролю ПОК.

Усі перелічені входи (01–10) задають параметри оперативного керування як звичайного, так каскадного регулятора, якщо він працює у режимі каскадного керування КУ. В останньому випадку входи 01–05 визначають параметри ведучого регулятора у каскадній схемі, а входи 06–10 параметри регулятора в цілому. Можливості керування регулятором у локальному режимі визначаються сигналами, які подаються на входи 11–15 алгоритму ОКО. Ці входи використовуються для каскадних регуляторів, коли  $m \geq 8$



На лицьовій панелі контролера логічної моделі (рис.3.5) зона контролю помилок 3, клавіатура 8 і рознім для під'єднання пульта 9 виконують ті самі функції, що і у регулюючій моделі. На відміну від регулюючої моделі, на лицьовій панелі логічної моделі розташовані два дисплея. На одному з них 4 розташовані 32 лампових індикатора, що використовуються для контролю стану 32 дискретних сигналів. Ці сигнали активізуються за допомогою алгоритму ДИК.

На цифровий індикатор виводиться номер логічної програми 4. Так як методика оперативного керування виходить із того, що логічна програма є кроковою, тобто будується на базі алгоритму ЕТП, то на цифровий індикатор виводиться номер етапу і кроку 5. У зоні 6 лампові індикатори показують, які параметри у даний момент часу виводяться на цифровий індикатор 5 за допомогою клавіш клавіатури →, ←. Як видно, це можуть бути чотири довільно вибраних параметр z1, z2, z3, z4, а також Nэт – номер плинного етапу і кроку логічної програми, tш – час, який залишився до закінчення контрольного часу плинного кроку і ОП – помилка програми. В зоні 2 індується плинний стан програми пуск, ст (стоп), сбр (скид), шаг (крок), ож (очікування), Кп (кінець програми). Стан виходу плинного кроку контролюється за ламповим індикатором вих.

Для керування логічною програмою використовуються клавіші лицьової панелі. Під час керування логічною програмою забезпечується:

1. Вибір номера етапу і кроку, з якого необхідно почати програму.
2. Пуск, зупинка, скид програми.
3. Пуск одного кроку програми;
4. Ручне управління виходом кроку;
5. Виконання команди, дія якої

програмується.

Для забезпечення оперативного контролю і керування з лицьової панелі використовується алгоритм ОКЛ.

Як правило, алгоритм ОКЛ використовується у поєднанні з алгоритмами ЕТП, координує їх роботу і дає змогу виводити на індикатори лицьової панелі інформацію про хід виконання логічної програми. Оскільки у одному контролері можна реалізувати

чотири незалежних логічних програми, то для їх контролю необхідно використати чотири алгоритми ОКЛ, які повинні розташовуватись у перших

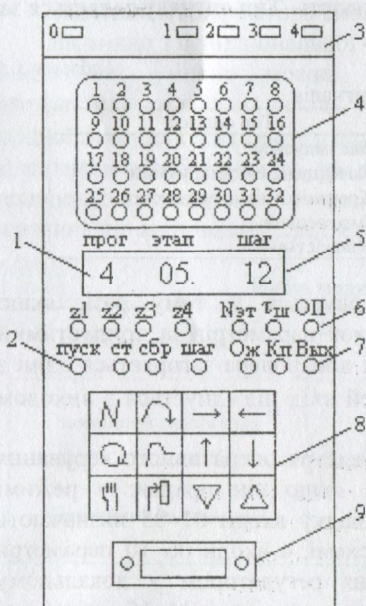


Рис.3.5. Загальний вигляд лицьової панелі логічної моделі

чотирьох алгоблоках. Номер програми з якою пов'язаний алгоритм ОКЛ, дорівнює номеру алгоблока, в якому розміщений алгоритм ОКЛ. Алгоритм має три секції: перша керує станом програми, друга організує контроль сигналів за цифровим індикатором, третя координує роботу алгоритмів ЕТП. Керування станом програми може виконуватись як за допомогою клавіш лицьової панелі, так і за допомогою дискретних команд Сп (пуск), Сст (стоп), Ссбр (скид). На виходах першої секції формуються сигнали, що характеризують плинний стан програми: пуск (Дп), стоп (Дст), скид (Дсбр), очікування (Дож), кінець програми (Дкп).

	Код 02	m 00-87	МВ відсут.
Сп	01	Керування станом програми	01 Дп
Сст	02		02 Дст
Ссбр	03		03 Дсбр
			04 Дож
			05 Дкп
Ноп	04	Контроль сигналів	
z1	05		
Nz,1	06		
z2	07		
Nz,2	08		
z3	09		
Nz,3	10		
z4	11	Керування етапами	
Nz,4	12		
Nз,1	13		06 Нэт
Nз,2	14		07 Нш
...	...		08 Тш
Nз,m	m+12		09 Дкп

За допомогою лицьової панелі для кожної програми можна контролювати до чотирьох різноманітних сигналів, що подаються на вхід zi. Формат цих сигналів задається на входах Nz,i (табл.3.3).

До алгоритму ОКЛ можна під'єднати до 87 (задається модифікатором) алгоритмів ЕТП. Етап під'єднується до входів Nz,i. Номер i у позначенні цих входів присвоюється етапу, який зв'язується з цим входом. Наприклад, етап, під'єднаний до входу Nz,5, отримує номер 5.

Виходи Нэт, Нш і Тш характеризують хід виконання програми. Нэт і Нш – номер етапу і кроку, який виконується у даний момент часу, а Тш – час, який залишився до закінчення контрольного часу кроку.

### Алгоритм ДИК(04) – дискретний контроль

	Код 04	m 00-32	МВ відсут.
C1	01	Лампові індикатори лицьової панелі	
C2	02		
...	...		
Cm	m		

Алгоритм використовується разом з алгоритмами ОКЛ, ОКД для видачі інформації на лицьову панель контролера. Алгоритм має до 32 (задається модифікатором) входів. Якщо на i-й вхід алгоритму надходить сигнал Ci=1, то в зоні дискретного контролю лицьової панелі контролера загорається i-1 ламповий індикатор.

У складі одного контролера може бути застосований тільки один алгоритм ДИК.



### 3.5. Приклади програмування

**Приклад 1.** На рис. 3.6 показана функціональна структура стандартного аналогового регулятора з ручним задатчиком та засобами оперативного ручного управління для регулюючої моделі Р-130.

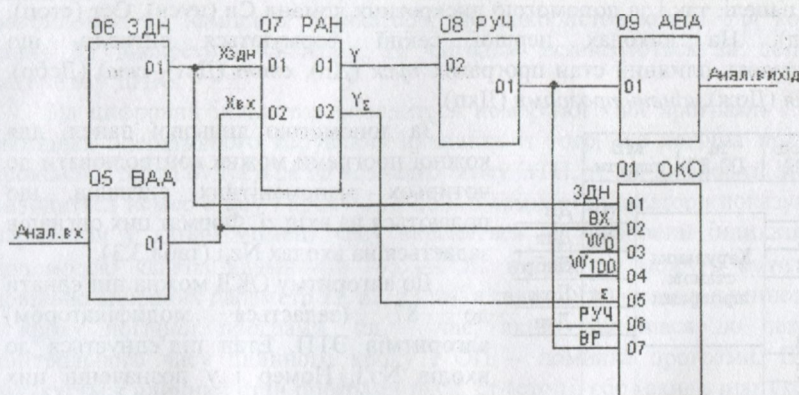


Рис 3.6 Функціональна структура аналогового регулятора

Основним алгоритмом функціональної структури є алгоритм аналогового регулятора РАН, на входи 01 та 02 якого подаються відповідно сигнали завдання Хзд від алгоритму ЗДН та від датчика Хвх, який під'єднується до Реміконта через алгоритм входу аналогового ВАА. Вихід регулятора (01) через алгоритм ручного управління РУЧ та алгоритм аналогового виходу АВА подається на виконавчий механізм. Сигнали від датчика (Хвх), задатчика (Хзд), розузгодження (Уε) та виходу регулятора (У) під'єднуються до відповідних входів алгоритму оперативного контролю ОКО. Ліворуч над зображенням алгоритмів вказані номери алгоблоків, до яких вони записані, а праворуч – їх шифр. Стандартний аналоговий регулятор можна реалізувати, використовуючи тільки алгоритми ВАА, РАН та АВА. При цьому завдання регулятору на вхід 01 алгоритму РАН необхідно задати у вигляді константи або коефіцієнта. Але у цьому разі неможливо буде спостерігати за процесом регулювання на лицьовій панелі Р-130, а також за допомогою розташованих на ній клавіш змінювати завдання та вручну управляти регулюючим органом.

**Приклад 2.** Більшість правил побудови аналогового регулятора справедливі також і для імпульсного регулятора (рис 3.7).

Замість алгоритму РАН використовується алгоритм РИМ (регулятор імпульсний), а замість алгоритмів аналогового виводу АВА – алгоритми імпульсного виводу ИВА і (або) ИВБ.

Крім основних параметрів настроювання ПІД-регулятора – К<sub>п</sub>, Т<sub>и</sub>, Т<sub>д</sub>, в алгоритмі ИВА(ИВБ) встановлюється мінімальна тривалість імпульсу Т<sub>ім</sub> і номер контура регулювання.

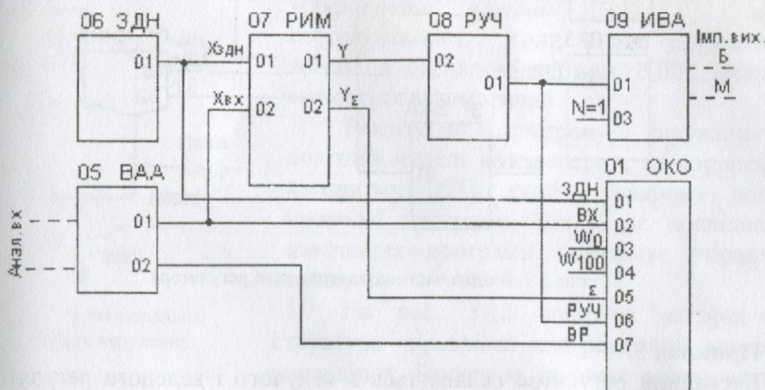


Рис. 3.7. Функціональна структура імпульсного регулятора

Особливістю імпульсного регулятора є контроль його виходу. На відміну від аналогового регулятора, вихідний сигнал алгоритму РИМ (У) не може характеризувати положення виконавчого механізму. Тому для контролю положення виконавчого механізму на ньому, як правило, встановлюється датчик положення виконавчого механізму, який під'єднується до аналогового входу контролера і подається на вхід "ВР" алгоритму ОКО.

**Приклад 3.** Якщо на входи 01 та 02 алгоритму РАН подати сигнали від двох датчиків то можна реалізувати регулятор співвідношення (рис.3.8). У цьому разі на третьому вході алгоритм РАН(РИМ) можна встановити необхідне співвідношення між вхідними сигналами.

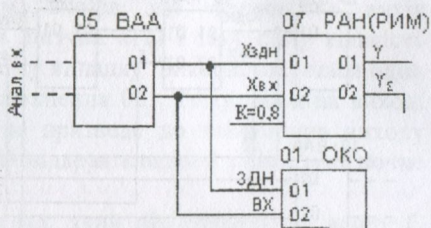


Рис.3.8 Вхідна частина регулятора співвідношення

**Приклад 4.** Якщо замість алгоритму ЗДН використати алгоритм(и) ПРЗ (програмований задавач), то можна отримати програмний регулятор (рис.3.9). Програмні задавачі під'єднуються до входів алгоритму ЗДН і через нього до алгоритму РАН(РИМ). Це дає змогу з клавіатури контролера вибирати номер програми і оперативно керувати нею.



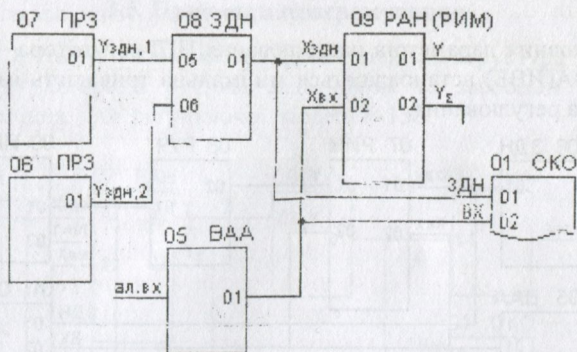


Рис.3.9 Вхідна частина програмного регулятора

### Приклад 5.

Каскадний регулятор складається з ведучого і веденого регуляторів. У аналоговому каскадному регуляторі ведучий і ведений регулятори будуються на базі алгоритму РАН (рис. 3.10). Імпульсний каскадний регулятор відрізняється від аналогового тим, що його ведений регулятор будується на базі алгоритму РИМ.

Всі правила, що стосуються побудови стандартних регуляторів, справедливі також і для каскадних регуляторів. Але для каскадного регулятора задається інший модифікатор і у алгоритмі ОКО задіяні входи 12–15.

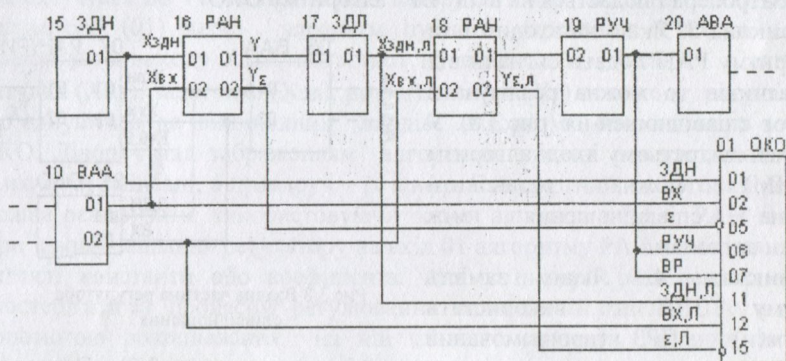


Рис.3.10 Функціональна структура аналогового каскадного регулятора

**Приклад 6.** Розглянемо приклад реалізації алгоритмічної структури для управління об'єктом (рис. 3.11), що працює за таким алгоритмом функціонування. При натисненій кнопці «Пуск» відкривається клапан ДВ01 і продукт наповнює апарат. При досягненні заданого рівня спрацьовує датчик ВД01, за командою якого закривається клапан ДВ01 і відкривається клапан

подачі пари ДВ02. Починається підігрів продукту. При досягненні заданої температури (наприклад 70 % діапазону вимірювання), що вимірюється за допомогою датчика ВА01, подача пари повинна припинитися. Потім продукт

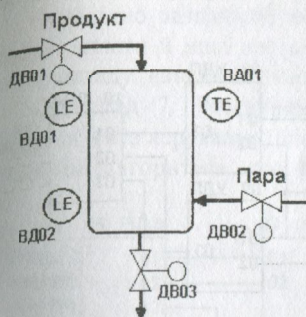


Рис. 3.11. Функціональна схема об'єкту керування

витримується в апараті 10 хв, після чого відкривається клапан ДВ03 і апарат спорожнюється. Коли апарат спорожнівся, тобто за сигналом датчика ВД02, цикл повторюється автоматично.

Реалізуємо програму керування на логічній моделі контролера з використанням алгоритму ЕТП, який є «ядром» логічної крокової програми. Він задає послідовність виконання програми і формує управляючі сигнали.

На рис. 3.12 показана алгоритмічна структура програми для реалізації алгоритму управління. Програма починає виконуватись з першого кроку етапу 01. На вхід С цього кроку через алгоритми ВДА та ИЛИ під'єднані сигнали від кнопки «Пуск» та від датчика нижнього рівня. У зв'язку з тим що на вході Т цього кроку задане велике значення контрольного часу, програма буде чекати до того моменту, поки не буде натиснута кнопка «Пуск» або не спрацює датчик нижнього рівня. Коли це відбудеться, на виході першого кроку (вихід 05 алгоритму ЕТП), з'явиться логічна «1». Цей вихід під'єднаний до 01 входу алгоритму УДП (двопозиційне навантаження), записаного в алгоблок за номером 08. Цей алгоритм може мати один або кілька (визначається модифікатором) входів, які «вмикають» вихід алгоритму (тобто на виході з'являється логічна «1») і таку саму кількість входів, які вимикають його вихід. У нашому випадку використовується один вхід на ввімкнення 01 та один вхід на вимкнення 02. Тому, коли на виході першого кроку з'явиться логічна «1», це призведе до ввімкнення виходу алгоритму УДП, який через алгоритм ДВА відкриє клапан 1, і продукт почне наповнювати апарат.

На третьому кроці аналізується сигнал, який під'єднаний до входу С цього кроку з виходу алгоритму ПОР (пороговий елемент). Алгоритм ПОР призначений для того, щоб виробити на своєму виході сигнал логічної «1» у тому разі, якщо значення аналогової величини від датчика температури, яка під'єднується до 01 входу алгоритму ПОР через алгоритм ВАБ, перевищить значення, записане на 03 вході алгоритму ПОР, тобто, коли температура в апараті досягне заданого значення. Коли це відбудеться, на виході третього кроку з'явиться логічна «1», яка вимкне вихід алгоритму УДП алгоблока 09 і тим самим закриє клапан 2. Одночасно програма перейде на виконання четвертого кроку.

На цьому кроці вхід С є вільним і на ньому записана константа у вигляді логічного «0». Тому робота кроку закінчиться тоді, коли спливе контрольний



час, значення якого записане на 11 вході алгоритму ЕТП. При цьому на виході кроку з'явиться логічна «1», яка через 03 вхід алгоритму ДВА ввімкне клапан 3. Тобто цей крок спрацює як реле часу. Одночасно програма перейде до виконання наступного кроку.

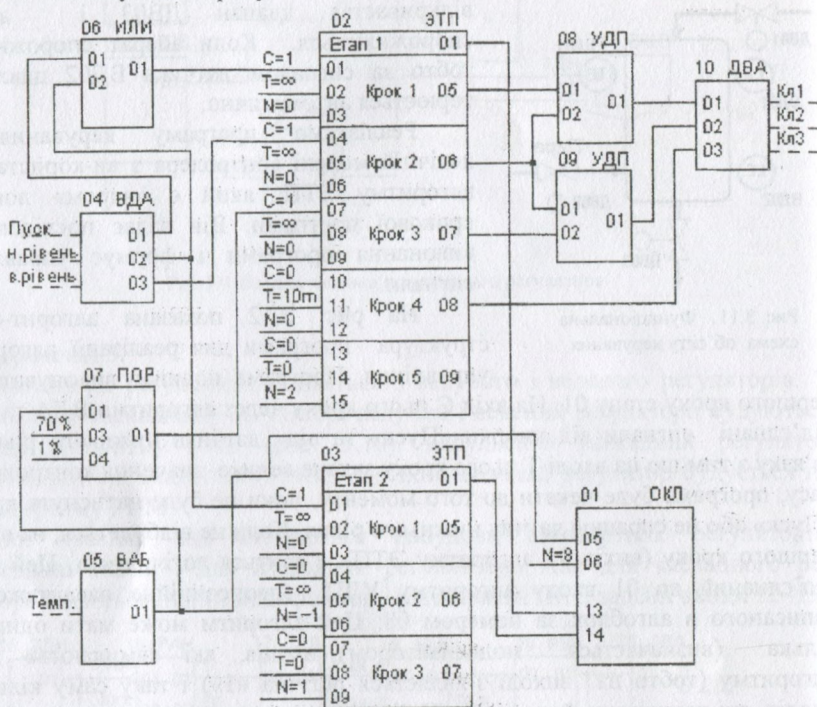


Рис.3.12 Алгоритмічна структура програми управління на базі алгоритму ЕТП

На п'ятому кроці записана процедура безумовного переходу до другого етапу. Оскільки  $C=0$  і  $T=0$ , а  $N>0$  і дорівнює 2, то як тільки програма переходить до виконання цього кроку, вона одразу перейде на виконання першого кроку другого етапу.

До входу  $C$  першого кроку другого етапу під'єднано сигнал від датчика нижнього рівня. Як тільки він спрацює, програма перейде до виконання другого кроку другого етапу. Вихід цього кроку у програмі не задіяний.

На входах  $C$  і  $T$  цього кроку записані константи, що дорівнюють «0», а на вході значення  $N<0$ , а саме  $N=-1$ . При виконанні цього кроку програма перейде до виконання наступного кроку, але одночасно з цим вона вимкне виходи всіх кроків етапу 1 і серед них вихід четвертого кроку (08 вихід алгоритму ЕТП алгоблока 02), закриваючи тим самим клапан 3.

На останньому кроці другого етапу, за аналогією з останнім кроком першого етапу, записана процедура безумовного переходу на перший крок першого етапу, тобто на початок програми.

Необхідно зазначити, що для реалізації даного алгоритму управління можна скласти й інші варіанти алгоритмічних структур, але в цій програмі для прикладу наведені різні варіанти роботи кроків алгоритму ЕТП.

**Приклад 7.** Розглянемо реалізацію програми користувача для того самого об'єкта керування, але без використання алгоритму ЕТП (рис.3.13).

Крім алгоритмів, що використовувались у попередній програмі, для

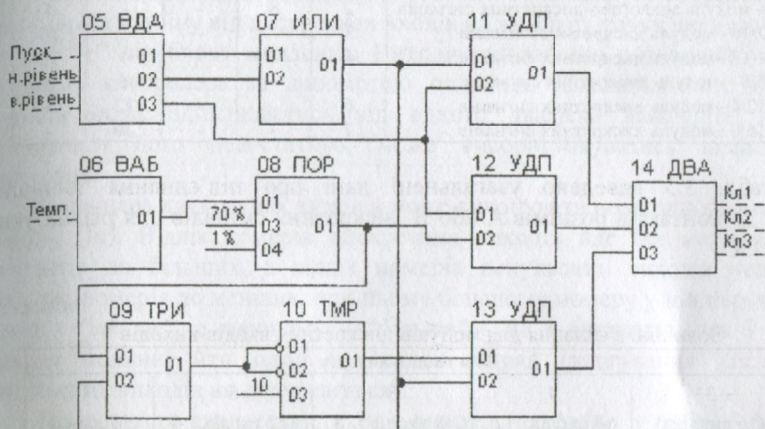


Рис.3.13. Алгоритмічна структура програми управління

витримування часу у наведеному варіанті використовується алгоритм таймера ТМР. Він запускається через алгоритм тригера ТРИ. Цей алгоритм використовується для того, щоб таймер продовжував працювати, коли вихід порогового елемента ПОР перестане дорівнювати 1 у разі, якщо під час витримування часу температура стане нижче встановленої межі. Таймер запускається у тому випадку, коли на входах 01 і 02 буде логічний 0. Тому сигнали на цих входах інвертуються.

### 3.6. Схеми під'єднання

Всі моделі і всі модифікації блока контролера мають єдиний принцип організації вводу-виводу. Всі зовнішні пристрої під'єднуються до контролера за допомогою трьох рознімів, розташованих на задній стінці шасі.

До верхнього розніму "приб" до блока контролера під'єднується блок живлення, через який до контролера під'єднується сигнал аварійного виходу і мережа "Транзит". Схема під'єднання приладових ланцюгів не залежить від моделі і модифікації.

Схема зовнішніх з'єднань для рознімів групи А і Б визначається тільки типом модуля ПЗО, який з'єднаний з цим рознімом. Як уже зазначалося



раніше, є сім типів модулів ПЗО, які відрізняються номенклатурою сигналів і сполученням входів і виходів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

### Номенклатура модулів ПЗО

Найменування модулів ПЗО	Тип входу-виходу	Кількість сигналів			
		Аналогових		Дискретних	
		вхід-них	вихід-них	вхід-них	вихід-них
МАС – модуль аналогових сигналів	1	8	2	-	-
МДА – модуль аналогово-дискретних сигналів	2	8	-	-	4
МСД 0/16 –модуль дискретних сигналів	3	-	-	-	16
МСД 4/12 –модуль дискретних сигналів	4	-	-	4	12
МСД 8/8 –модуль дискретних сигналів	5	-	-	8	8
МСД 12/4 –модуль дискретних сигналів	6	-	-	12	4
МСД 16/0 –модуль дискретних сигналів	7	-	-	16	-

У табл. 3.5 наведено узагальнені дані про під'єднання зовнішніх ланцюгів до контактів рознімів А або В дискретних сигналів для різних типів модулів ПЗО.

Таблиця 3.5

### Зовнішні з'єднання для модулів дискретних входів-виходів

№ кон-так-та.	Тип входів-виходів														
	3 (16 виходів)			4 (4 входів, 12 виходів)			5 (8 входів, 8 виходів)			6 (12 входів, 4 вих.ода)			7 (16 входів)		
1	вих. 01			вх. 01			вх. 01			вх. 01			вх. 01		
2	вих. 02			вх. 02			вх. 02			вх. 02			вх. 02		
3	вих. 03			вх. 03			вх. 03			вх. 03			вх. 03		
4	вих. 04			вх. 04			вх. 04			вх. 04			вх. 04		
5	вих. 05			вих. 01			вх. 05			вх. 05			вх. 05		
6	вих. 06			вих. 02			вх. 06			вх. 06			вх. 06		
7	вих. 07			вих. 03			вх. 07			вх. 07			вх. 07		
8	вих. 08			вих. 04			вх. 08			вх. 08			вх. 08		
9	вих. 09	Б	Ів4	вих. 05	Б	Ів4	вих. 01	Б	Ів4	вх. 09			вх. 09		
10	вих. 10	М		вих. 06	М		вих. 02	М		вх. 10			вх. 10		
11	вих. 11	Б	Ів3	вих. 07	Б	Ів3	вих. 03	Б	Ів3	вх. 11			вх. 11		
12	вих. 12	М		вих. 08	М		вих. 04	М		вх. 12			вх. 12		
13	вих. 13	Б	Ів2	вих. 09	Б	Ів2	вих. 05	Б	Ів2	вих. 01	Б	Ів2	вх. 13		
14	вих. 14	М		вих. 10	М		вих. 06	М		вих. 02	М		вх. 14		
15	вих. 15	Б	Ів1	вих. 11	Б	Ів1	вих. 07	Б	Ів1	вих. 03	Б	Ів1	вх. 15		
16	вих. 16	М		вих. 12	М		вих. 08	М		вих. 04	М		вх. 16		
17,18	Загальні входи (ланцюги 17 і 18 з'єднані)														
19,20	Загальні виходи (ланцюги 19 і 20 з'єднані)														
21,22	Вільні														
23,24															

Для різноманітних типів дискретних входів-виходів правила під'єднання зовнішніх ланцюгів є загальними, а саме.

Всі дискретні входи однієї групи мають загальну точку під'єднання (контакти 17–18) і є пасивними. Для живлення входів необхідна зовнішня нестабілізована напруга постійного струму 24 В. До загальної точки під'єднується сигнал “–” від блоку живлення. Входи гальванічно розподілені від інших ланцюгів контролера за допомогою оптронів.

Всі дискретні виходи однієї групи мають загальну точку і виконані у вигляді пасивних транзисторних ключів. Для живлення дискретного навантаження необхідна зовнішня нестабілізована напруга постійного струму до 40 В. На відміну від дискретних входів на загальну точку виходів подається сигнал “+” від блоку живлення. Виходи гальванічно розподілені від інших ланцюгів контролера за допомогою оптронів. Живлення всіх дискретних виходів може здійснюватись від одного джерела живлення, але якщо потужності його недостатньо, може використовуватись кілька джерел живлення.

Одна пара дискретних виходів може виконувати роль одного імпульсного виходу (Ів). Відлік номерів дискретних виходів йде від менших номерів контактів до більших, а відлік номерів імпульсних виходів ведеться від більших номерів до менших, при цьому більшому номеру у цій парі відповідає ланцюг “менше”, а меншому – “більше”. Як і дискретні, так і імпульсні виходи повинні йти один за одним підряд (чергування дискретних і імпульсних виходів не допускається).

Під'єднання аналогових входів-виходів наведено у табл. 3.6. Кожний аналоговий вхід під'єднується до свого АЦП. Аналогові входи контролера розраховані на сигнал 0–2 В постійного струму. Перетворення сигналів 0–5 мА, 0(4)–20 мА та 0–10 В у сигнал 0–2 В виконується за допомогою нормувальних резисторів. Кожний аналоговий вхід гальванічно розподілений від інших аналогових входів і інших ланцюгів контролера за допомогою трансформатора.

Два аналогових виходи розраховані на сигнал 0 – 5 мА або 0(4) – 20 мА. Верхня межа діапазону ( 5 або 20 мА) вибирається за допомогою перемичок на модулі, а вибір сиг-налу 0 – 2- або 4 – 20 мА виконується прог-рамно за допомогою алгоритму аналогового входу.

Аналогові виходи є пасивними, тому для їх живлення необхідний зовнішнє нестабілізоване джерело живлення 24 В постійного струму.

Обидва аналогових виходи мають загальну точку, але від інших ланцюгів контролера ці виходи гальванічно розподілені за допомогою трансформатора.

### Контрольні запитання до розділу 3

1. Які випускаються моделі ПЛК Реміконт-Р130?
2. Яка максимальна кількість входів-виходів контролера?
3. Чим відрізняються модифікації Р-130?



4. Які пристрої входять до складу комплексу технічних засобів Р-130?
5. Які блоки використовуються для під'єднання термометрів опору?
6. Які блоки використовуються для під'єднання термопар?
7. Який блок необхідно використовувати для під'єднання потужних дискретних виконавчих механізмів?
8. Які сигнали можна підключати до ПЛК Р-130?
9. Які типи пам'яті використовуються у контролері?
10. Що треба пам'ятати при підключенні аналогових сигналів до ПЛК?
11. Скільки контролерів під'єднується до однієї мережі Транзит?
12. Які процедури виконуються під час приграмування контролера?
13. Яка технологічна мова використовується для програмування контролера?
14. Які параметри має кожний алгоритм?
15. Яка максимальна кількість алгоблоків може бути використана у програмі користувача?
16. Які етапи виконуються на стадії технологічного програмування?
17. Які правила треба пам'ятати на етапі конфігурування?
18. Скільки алгоритмів входить до складу бібліотеки алгоритмів Р-130?
19. Яку функцію виконують алгоритми входів-виходів?
20. Яке призначення алгоритмів ОКО, ОКЛ, ОКД?
21. Наведіть основні елементи лицьової панелі регулюючої моделі Р-130.
22. Наведіть основні елементи лицьової панелі логічної моделі Р-130.

	Стор.
ВСТУП .....	3
1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ КОНТРОЛЕРІВ.....	5
2. ТЕХНІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА ЛОМІКОНТ.....	10
2.1. Функціональні можливості.....	10
2.2. Фізична структура контролера.....	11
2.3. Програмування Ломіконта.....	15
2.3.1. Технологічна мова програмування Мікрол .....	15
2.3.2. Бібліотека алгоритмів.....	21
2.3.3. Приклади програмування .....	33
2.4. Режими роботи Ломіконта.....	35
2.5. Схеми під'єднання.....	36
2.5.1. Під'єднання дискретних вхідних сигналів.....	36
2.5.2. Підключення дискретних та імпульсних вихідних сигналів .....	37
2.5.3. Підключення аналогових сигналів.....	38
2.5.4. Під'єднання термометрів опору .....	42
Контрольні запитання до розділу 2.....	43
3. ТЕХНІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕ- СОРНОГО КОНТРОЛЕРА РЕМІКОНТ-130.....	45
3.1. Функціональні можливості.....	47
3.2. Фізична структура контролера.....	29
3.3. Процедури програмування контролера.....	51
3.4. Бібліотека алгоритмів.....	53
3.4.1. Алгоритми вводу-виводу.....	55
3.4.2. Алгоритми регулювання.....	56
3.4.3. Алгоритми динамічного перетворення.....	61
3.4.4. Алгоритми статичного перетворення.....	62
3.4.5. Аналого-дискретні перетворення.....	63
3.4.6. Логічні операції.....	64
3.4.7. Дискретне керування.....	65
3.4.8. Алгоритми лицьової панелі.....	68
3.5. Приклади програмування.....	74
3.6. Схеми під'єднання .....	79
Контрольні запитання до розділу 3.....	81