

Міністерство освіти і науки України  
Шосткинський інститут сумського державного університету  
Центр заочної та дистанційної форми навчання  
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій  
Спеціальність 6.151 «автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему:

"Система управління пожежогасінням на об'єкті"

Керівник роботи

асистент, к.т.н.

\_\_\_\_\_

О.О. Андрусенко

Дипломник:

студент групи СУз-71Ш

\_\_\_\_\_

Д.М. Курганський

Шостка – 2021

## ВСТУП

Щорічно в світі на потенційно небезпечних виробництвах відбувається до 1500 аварій, які забирають дуже багато людських життів і завдають матеріальної шкоди понад 100 млн доларів в рік, причому аварійність має тенденцію до зростання. Основну небезпеку представляють аварії з утворенням зон вибухонебезпечних (і / або токсичних) концентрацій (17,9%), пожежі (58,5%) і вибухи (15,1%), інші небезпечні ситуації - 8,5%.

Існуючі на потенційно небезпечних виробництвах вітчизняні установки пожежної сигналізації, елементи електрокерування установок пожежогасіння, протиаварійного захисту відносяться до звичайного (релейного) типу, виконані автономно, зв'язку між установками і з мікропроцесорної та обчислювальної технікою, в основному, відсутні. Це не дозволяє створювати системи пожежо вибухобезпеки, що поєднують технічні засоби пожежної та протиаварійної автоматики як єдине ціле. Крім того, до теперішнього часу не розглянуті в повному обсязі важливі питання створення підсистем, що реалізують функції прогнозування, виявлення та ліквідації аварійних ситуацій на ранній стадії їх виникнення.

Зазначені недоліки усуваються при проектуванні і впровадженні на потенційно небезпечних об'єктах автоматизованих систем управління протипожежним захистом. Мета впровадження автоматизованих систем на промисловому об'єкті - підвищення рівня пожежо - вибухобезпеки технологічних процесів, безпеки людей та забезпечення їх евакуації в екстремальних випадках.

# 1 КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

## ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

### 1.1 Аналіз структури об'єкта управління

Системи пожежогасіння призначені для запобігання, обмеження розвитку, гасіння пожежі, а також захисту від пожежі людей і матеріальних цінностей. Системи пожежогасіння індивідуально розробляються під конкретний тип об'єкта, що захищається з урахуванням його функціонального призначення.

Залежно від об'єкта можуть застосовуватися нижче перераховані системи пожежогасіння і їх комбінації.

*Система пожежогасіння з ручним пуском* - система пожежогасіння, в якій включення подачі вогнегасної речовини виробляється людиною.

*Автоматична система пожежогасіння* - система пожежогасіння, яка виконує функції виявлення ознак горіння, оповіщення про пожежу та подачі вогнегасної речовини без участі людини.

Одним з найбільш надійних засобів для вирішення цих завдань є системи автоматичного пожежогасіння (САП), які на відміну від систем ручного пожежогасіння і систем, керованих оператором, приводяться в дію пожежною автоматикою за об'єктивними свідченнями і забезпечують оперативне гасіння вогнища загоряння без участі людини.

Система автоматичного пожежогасіння забезпечує:

- постійний контроль температури (наявності задимленості) у приміщенні, що охороняється;

- видачу сигналу "Тривога" на пульт централізованого спостереження;

- включення звукових і світлових оповіщувачів;

- закриття вогнезатримуючих клапанів;

- включення системи димовидалення на шляхах евакуації людей;

- подачу вогнегасної речовини (ОВ);

- оповіщення про факт подачі ОВ.

Як вогнегасна речовина використовуються інертні гази, хладон, вуглекислий газ, вода, піна низької, середньої, високої кратності, вогнегасні порошки і аерозолі.

Поділяються системи автоматичного пожежогасіння, перш за все, по використуваному вогнегасній речовині:

- газове пожежогасіння (CO<sub>2</sub>, аргон, азот, хладони);
- водяне пожежогасіння (вода);
- пінне пожежогасіння та водо- пінне пожежогасіння (вода з піноутворювачем);
- порошкове пожежогасіння (порошки спеціального хімічного складу);
- аерозольні системи пожежогасіння (подібні до порошків, але частки на порядок менше за розмірами);
- системи тонкорозпиленою води;
- комбіновані системи пожежогасіння.

*Системи автоматичного водяного пожежогасіння* ділять на спринклерні, призначені для локального гасіння пожеж, і дренчерні - для гасіння по всій території або її частини. Спринклерні установки включаються при підвищенні температури, при цьому струмінь розпорошеною води подається в безпосередній близькості від вогнища пожежі. Вузли управління цих установок бувають "сухого" типу - для неопалюваних об'єктів, і "мокрого" - для приміщень, температура в яких протягом року не опускається нижче 0 ° С.

*спринклерні установки* в силу своєї специфіки - низької чутливості і незалежності (повної або часткової) від пожежної сигналізації - більш ефективні для захисту приміщень, пожежа в яких, швидше за все, буде розвиватися швидко, з інтенсивним виділенням тепла (дерев'яне приміщення і ін.). Зовні зрошувачі досить різноманітні, що дозволяє використовувати їх в різних інтер'єрах.

**Спринклер** являє собою клапан, закритий за допомогою термочутливого запірної пристрою. У більшості випадків це скляна колба з рідиною, яка лопається при заданій температурі. Спринклери встановлюються на трубопроводі, всередині якого підтримується тиск води або повітря.

При виникненні пожежі запірний пристрій спринклера руйнується і клапан відкривається, це призводить до витрати води або повітря з трубопроводу, падіння тиску в ньому. Сигнал з датчика тиску запускає насос для подачі води в

трубопровід і забезпечує подачу необхідної кількості води до місця загоряння. Спринклерні системи обмежуються подачею води тільки до осередку пожежі. Це дозволяє зменшити шкоду від впливу води.

Подвійні спринклери з попередніми дією мають і без того малу ймовірність помилкового спрацьовування, наприклад, через ненавмисного пошкодження спринклера. Конструкція цього спринклера така, що для подачі води для гасіння повинні відкритися обидва спринклера, що входять до його складу. Завдяки такому конструктивному рішенню спринклер з попередніми дією є ідеальним варіантом для невеликих приміщень, які захищаються з особливо цінних обладнанням.

Виробники пропонують цілий модельний ряд звичайних спринклерів, що відрізняються температурою і швидкістю спрацьовування. Захищається спринклерів площа становить від 9 до 21м<sup>2</sup>, при цьому вибір типу спринклера залежить від місця монтажу. Стабільну високу якість гарантується при виробництві, завдяки виготовленню спринклерів на спеціалізованих виробничих лініях з комп'ютерним управлінням.

*Дренчерні системи* працюють по команді від сповіщувача, що дозволяє ліквідувати пожежу на більш ранній стадії розвитку. В дренчерних системах, на відміну від спринклерних систем, застосовуються відкриті насадки (дренчери). Вода для гасіння пожежі подається в трубопровід тільки в разі виникнення пожежі. Такі системи при пожежі подають велику кількість води одночасно на всю площу, яка захищається. Дренчерні системи використовуються для створення водяних завіс, для охолодження особливо чутливих до нагрівання і легкозаймистих об'єктів, там, де можливе швидке поширення вогню.

Подача води в дренчерних систем забезпечується Дренчерні вузлом управління, який може активуватися електричним, пневматичним або гідравлічним способом. Незалежно від способу запуску сигнал на запуск дренчерній системи пожежогасіння подається від системи пожежної сигналізації або вручну.

Порівняно недавно на ринку з'явилися установки пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Вони забезпечують здійснення концепції пожежного захисту з мінімальною витратою води і максимальною надійністю. Тонке розпорошення

збільшує поверхню води і таким чином посилює охолоджуючу дію, яке зростає ще більше за рахунок випаровування водяного туману. На додаток до цього, водяний туман зменшує концентрацію кисню в безпосередній близькості від вогнища пожежі.

Крім того, ефект осадження частинок диму, охолодження і відображення теплового випромінювання забезпечує відмінний захист людей. При використанні систем з застосуванням тонкорозпиленою води завдяки малій кількості використаної для гасіння води значно зменшується шкідливий вплив забруднених залишків води на навколишнє середовище і мінімізується збиток від води, що використовувалася для гасіння.

*Установки порошкового пожежогасіння* використовують в якості вогнегасної речовини спеціальний порошок. Установка працюють як по команді пожежної сигналізації, так і в автономному режимі. У першому випадку час подачі вогнегасної речовини на всю територію, що захищається не перевищує 30 - 35с після виявлення небезпеки. Автономні установки найчастіше викидають разовий заряд порошку і гасять пожежу на початковій стадії в локальній зоні, для спрацьовування їм потрібно "дочекатися" підвищення температури навколишнього середовища.

Сучасні порошки допустимо зберігати і застосовувати при температурах до - 50 ° С, вони не токсичні, мало агресивні, досить дешеві і зручні у користуванні. Єдиний недолік порошоків - злежуваність і обмежений в зв'язку з цим термін зберігання. Крім того, при подачі порошку в зону пожежі не виключена повна втрата видимості, тому люди з приміщення повинні бути завчасно евакуйовані.

Системи порошкового пожежогасіння призначені для автоматичного виявлення пожежі, передачі повідомлення про пожежу черговому персоналу, автоматичної локалізації і гасіння пожежі. Принцип дії - подача в зону горіння дрібнодисперсного порошкового складу. Способи гасіння: об'ємний, локальний по площі і локальний за обсягом.

За способом зберігання вогнегасної речовини установки порошкового пожежогасіння підрозділяються на:

- установки модульного типу; функції зберігання і подачі вогнегасної порошкового складу до вогнища спалаху виконують модулі порошкового пожежогасіння, розташовані безпосередньо в приміщеннях, що захищаються;

- установки з централізованим зберіганням (зберігання порошкового складу здійснюється централізовано (в одній ємності), а його розподіл і подача до вогнища спалаху здійснюється по розподільних трубопроводах, прокладених у приміщеннях).

За способом управління установки порошкового пожежогасіння підрозділяються на:

- автоматичні установки; виявлення пожежі здійснюється за допомогою установки автоматичної пожежної сигналізації з подальшим надходженням сигналу на запуск АУППТ;

- установки з ручним запуском (місцевий, дистанційний); подача сигналу на запуск АУППТ здійснюється вручну з приміщення пожежного поста, станції пожежогасіння, приміщень, які захищаються.

- автономні установки; функції виявлення пожежі і видачі порошкового складу здійснюються незалежно від зовнішніх джерел живлення і управління (як правило, цією функцією забезпечені модулі пожежогасіння для підвищення надійності спрацьовування при відмові зовнішніх).

*Установки газового пожежогасіння.* Як вогнегасна речовина в останнім часом все частіше використовуються сучасні хладони, газовий склад «Інерген» та інші гази, що утворюють середовище, придатне для дихання під час евакуації людей (проте, при великій концентрації речовини, людей необхідно евакуювати). Технологія гасіння газом вимагає, щоб приміщення було герметично закрито. При зберіганні газу необхідний щадний температурний режим і контроль за витоком, щоб в потрібний момент балони не опинилися порожніми.

Системи газового пожежогасіння призначені для виявлення спалаху на всій контрольованій площі приміщень, подачі вогнегасної газу та оповіщення про пожежу. Установки газового пожежогасіння здатні загасити пожежу в будь-якій точці об'єму цього приміщення. Газове пожежогасіння, на відміну від водяного,

аерозольного, пінного і порошкового, не викликає корозії обладнання, яке підлягає, а наслідки його застосування можна легко усунути шляхом простого провітрювання. При цьому, на відміну від інших систем, установки газового пожежогасіння не замерзають і не бояться спеки. Вони працюють в інтервалі температур: від  $-40^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$  С.

*Системи газового пожежогасіння можуть використовуватися для ліквідації пожеж та загоряння електрообладнання, що знаходиться під напругою.*

Принцип дії установок газового пожежогасіння заснований на зниженні концентрації кисню за рахунок надходження в зону реакції негорючого газу. При цьому в разі зріджених газів, їх випуск з балона супроводжується зниженням температури, що веде до зменшення температури і в зоні реакції. Автоматичні установки газового пожежогасіння призначені для створення захисного середовища в певному обсязі. Гасіння пожежі здійснюється заповненням приміщення розрахунковою кількістю вогнегасної речовини. Застосовується об'ємний або локально-об'ємний спосіб гасіння.

Хоча установки автоматичного газового пожежогасіння в багатьох випадках є єдиним засобом протипожежного захисту, вони все ж виявляються малоефективними для гасіння матеріалів, здатних горіти без доступу повітря, схильних до самозаймання і (або) тління всередині об'єму речовини (деревна тирса, бавовна, трав'яна мука і ін. ), а також порошоків металів натрію, калію, магнію, титану, гідридів металів і пірофорних речовин.

#### *Установки аерозольного пожежогасіння*

Як вогнегасна речовина використовують тонкодисперсний порошок, який утворюється в результаті горіння аерозолеутворюючого складу. Їх зі зрозумілих причин не можна застосовувати в приміщеннях вибухонебезпечних категорій. Через підвищення температури, тиску газового середовища і різкого зменшення видимості люди повинні завчасно, ще до включення генератора аерозолі, покинути приміщення. Втім, сам по собі аерозоль шкідливого впливу на шкіру людини і його одяг не робить, а його вогнегасна здатність велика.



## **1.2 Технологічний аналіз процесу пожежогасіння**

Система пожежної сигналізації (СПС) призначена для виявлення факторів виникнення горіння, передачі сигналу пожежної тривоги на пульт централізованого спостереження, включення системи оповіщення про пожежу, видачі сигналів управління в системи автоматичного пожежогасіння. Пожежна сигналізація дозволяє виявити виникнення пожежі на самій ранній стадії його появи, що дозволяє мінімізувати ризики збитків і втрати від загоряння.

Основними принципами побудови СПС на об'єкті є її відповідність нормативної документації, яка регламентується будівельними нормами і правилами, а також наявність сертифіката Укрсепо. Головний принцип, з якого варто виходити - це забезпечення безпеки людей і збереження майна на об'єкті. Це передбачає вирішення основних завдань, що стоять перед системою пожежної сигналізації:

- раннє виявлення пожежі, для можливості ліквідації працівниками об'єкту за допомогою допоміжних засобів, наприклад, вогнегасників або пожежників кран-комплектів;

- своєчасне оповіщення персоналу на об'єкті з метою правильної організації евакуації та прийняття рішення щодо ліквідації загоряння;

- ліквідація загоряння на ранньому етапі для запобігання наслідків пожежі.

СПС будується на базі пожежного приймально-контрольного приладу та пожежних сповіщувачів. Залежно від методики виявлення тривог і способу формування сигналів, СПС і сповіщувачі поділяються на адресні, неадресні і адресно-аналогові.

У неадресних системах сповіщувачі мають фіксований поріг чутливості, при цьому група сповіщувачів включається до загального шлейф пожежної сигналізації, де в разі спрацювання одного з приладів формується узагальнений сигнал тривоги.

Адресні системи відрізняються точністю визначення місця виникнення загоряння, завдяки тому, що кожен сповіщувач має свою унікальну адресу і в разі пожежі посилає в прилад не тільки свої статки, а й дані про адресу.

Адресно-аналогова сигналізація є найбільш інформативною і розвиненою серед всіх видів СПС. У такій системі використовуються «інтелектуальні» сповіщувачі, що дозволяють передавати поточні значення контрольованого параметра разом з адресою по шлейфу пожежної сигналізації. Цей спосіб моніторингу застосовується для найбільш раннього виявлення тривожної ситуації. Завдяки цьому методу можливе отримання даних про необхідність технічного обслуговування приладів, внаслідок забруднення або інших причин, що при експлуатації зменшує витрати на технічне обслуговування. Крім того, адресно-аналогові системи дозволяють, не перериваючи роботу СПС, змінювати в програмі фіксований поріг чутливості сповіщувачів при необхідності їх адаптації до умов експлуатації на об'єкті.

У таких системах інформація аналізується не тільки в кожен конкретний момент, але і враховується динамічна зміна вимірюваного параметра з плином часу. На сьогоднішній день найсучаснішими є саме адресно-аналогові системи, в ряду яких з'явилася система наступного покоління - з розподіленим інтелектом і інтегрованими функціями голосового оповіщення про пожежу.

Головним пристроєм, що відповідає за визначення загоряння, є пожежний сповіщувач. Найбільш поширеними пожежними сповіщувачами є :

*Димовий пожежний сповіщувач* призначений для виявлення димових частинок, що утворюються в процесі горіння. Даний сповіщувач застосовується для ідентифікації тліючого пожежі на ранніх стадіях загоряння. У димових извещателях використовується спеціальна камера з оптико-електронним сенсором, який працює за принципом відображення ІК-променя від димових частинок.

*Димовий оптикоелектронний лінійний сповіщувач*, Оптичний промінь якого проходить поза самим извещателя через контрольоване середовище. Зазвичай має назву - лінійний сповіщувач. Він призначений для виявлення димових частинок на довгих ділянках, контрольована зона може досягати до 100 метрів. В основному використовується для контролю протяжних приміщень з висотою до 12 метрів и більше.

*Димовий радіоізотопний пожежний сповіщувач*, Що спрацьовує в результаті впливу продуктів горіння на іонізаційний струм робочої камери сповіщувача.

*Тепловий пожежний сповіщувач* забезпечує виявлення пожежі в разі швидкого підвищення температури і / або в разі повільного підвищення температури до максимального значення (максимальний принцип виявлення).

*Комбінований пожежний сповіщувач-сповіщувач широкого спектру застосування* з використанням оптико-електронної сенсорної системи для виявлення димових частинок і диференційно-максимального принципу виявлення підвищення температури. Даний сповіщувач забезпечує найбільш високу надійність виявлення при різних факторах загоряння.

*Сповіщувач полум'я* призначений для виявлення пожеж, при яких процес горіння не супроводжується виділенням диму: відкрите полум'я горючих рідин або газів, що містять вуглець матеріалів, таких як деревина, пластмаса, гази нафтопродукти і т.п. Реагує на оптичне випромінювання відкритого полум'я. Також існують модифікації датчика полум'я, що реагує на електромагнітне випромінювання вогню.

*Аспіраційний сповіщувач*, Що виробляє хімічний аналіз повітря в приміщеннях. Він складаються з системи пластикових трубок з отворами, через які примусово беруться паркани повітря, а потім спеціальний пристрій проводить його хімічний аналіз. Завдяки таким системам можна виявити пожежу на самій ранній стадії. Часто сповіщувачі цього типу застосовуються у випадках, коли порушення інтер'єру неприпустимо. Зручність застосування аспіраційного пожежних сповіщувачів спостерігається у великих будинках, при монтажі сповіщувачів в вентиляційні короба.

### ***Системи оповіщення про пожежу***

Призначення системи оповіщення - це попередження знаходяться в будівлі про виникнення пожежі або іншої аварійної ситуації і управління евакуацією.

У звичайному режимі, коли немає аварійної ситуації, системи оповіщення можуть використовуватися для передачі мовних оголошень.

Система оповіщення планується так, що кожне з повідомлень можна направити в строго заплановану зону будівлі, при цьому зміст кожного оповіщення може бути різним.

При роботі оповіщення в якості системи для озвучування приміщень, пріоритетна трансляція залишається для сигналів оповіщення про пожежу, при цьому всі інші джерела звукового сигналу рекламного чи розважального характеру автоматично відключаються.

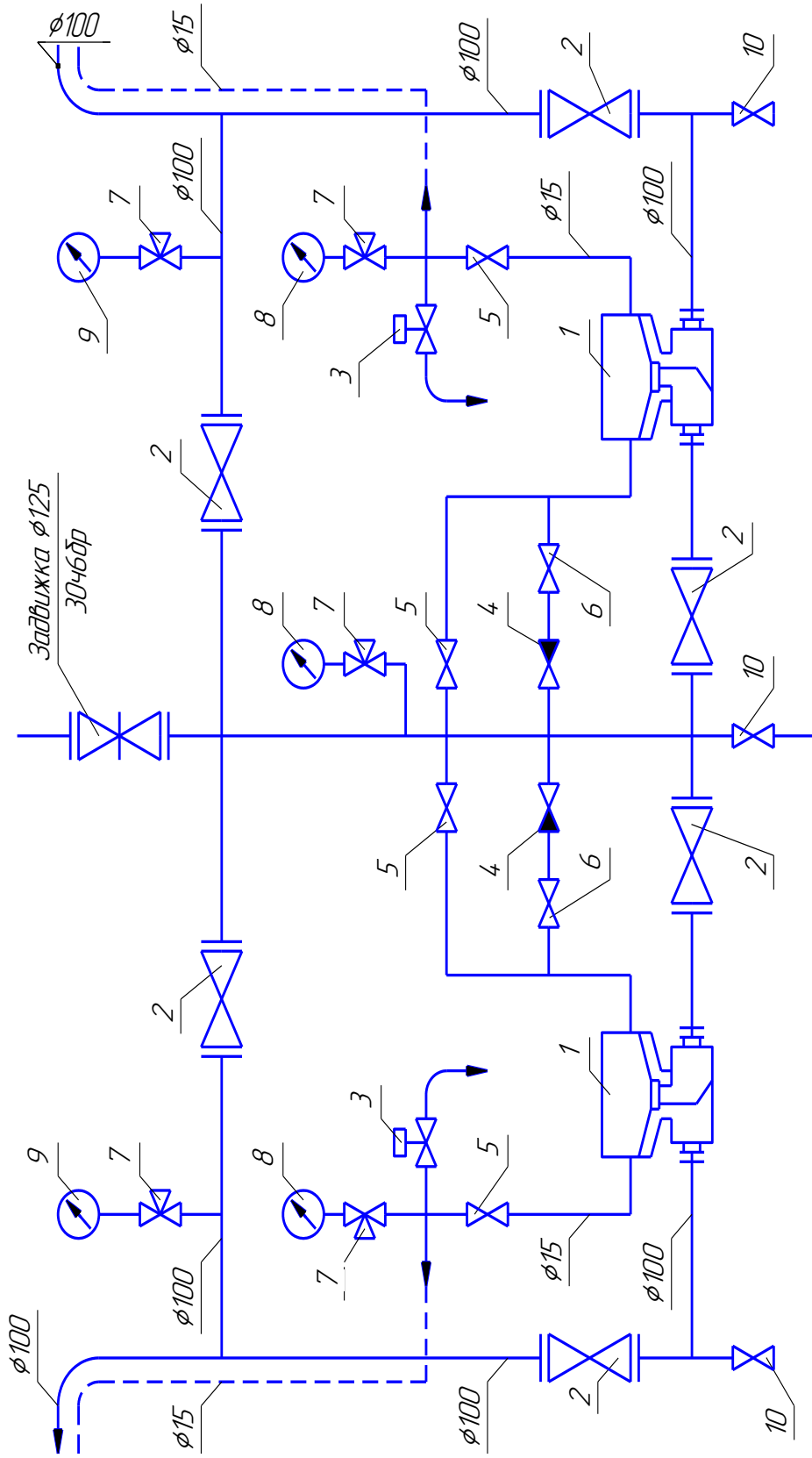
## 2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

### 2.1 Функціональний аналіз об'єкта управління

Існуюча система пожежогасіння складається з двох суміщених секцій з клапанами КЗС-100. Як вогнегасної речовини іспользується вода. Харчування системи пожежогасіння здійснюється від централізованого водоживильника, водопроводу загального призначення  $\varnothing 150\text{мм}$  від двох вводів  $\varnothing 100\text{мм}$ . Інтенсивність зрошення підлоги коридорів і кабін не менше  $0,3 \text{ л / м}^2\text{с}$  Інтенсивність зрошення робочих місць не менше  $2,5 \text{ л / м}^2 \cdot \text{с}$ . Зрошення водою здійснюється для локального пожежогасіння насадками НКЦ-1, для створення водяних завіс дверей ДП-10 в приміщеннях (1, 4) і в виробничих приміщеннях зрошувачі ДВ-10 і ДВ-15. Час спрацювання секції не більше 3с. Тривалість подачі води-30хв. Тиск в системі протипожежного водогону 25м. вод. стовпа. Автоматичне спонукання клапанів КЗС-100 здійснюється за допомогою електромагнітного клапана 15с832р, спонукальних клапанів 7п, термочувствительной нитки і натягача 2-ПНТ. Ручний пуск здійснюється від кранів ручного включення 11б33п при повороті важеля крана, встановленого біля дверей приміщень. Система пожежогасіння забезпечує автоматичне виявлення загоряння за допомогою датчиків полум'я, термочувствительних ниток з клапанами 7п, а також за допомогою тросових систем з тепловими замками 2-3т і електроконцевими вимикачами ВКМ- ВЗГ. На малюнку 1 наведена схема управління системою пожежогасіння. а також за допомогою тросових систем з тепловими замками 2-3т і електроконцевими вимикачами ВКМ- ВЗГ. На малюнку 1 наведена схема управління системою пожежогасіння. а також за допомогою тросових систем з тепловими замками 2-3т і електроконцевими вимикачами ВКМ- ВЗГ. На малюнку 1 наведена схема управління системою пожежогасіння.

В існуючій системі пожежогасіння є чотири матеріальних потоку. Це вода, піноутворювач, повітря і водо- пінна суміш. Інформаційні потоки визначаються числом факторів, що сповіщають про пожежу і числом об'єктів, які породжують ці фактори. Для аналізу потоків матеріалів і інформації розглянемо малюнок 2, на якому представлена схема матеріально-інформаційних потоків.

У даній роботі модернізується існуюча система пожежогасіння до адресно-аналогової, як має максимальні переваги по виявленню і ліквідації вогнищ загоряння перед іншими видами.



1 - клапан запорный сигнальный КЗС-100 φ100 , 2-кран шаровый фланцевый 11с42п φ100,

3-клапан с электромагнитным приводом 15с832 φ15р, 4- клапан обратный муфтовый φ15, 5-кран шаровый муфтовый 15633п φ15,

6-вентиль игольчатый муфтовый ВВД φ6, 7-клапан трехходовой манометрический 11618б φ15к, 8-манометр технический МТП-100,

9-манометр электроконтактный ВЭ-16рб, 10-кран шаровый муфтовый 15633п φ20

Рисунок 1 - Узел управления системой пожаротушения

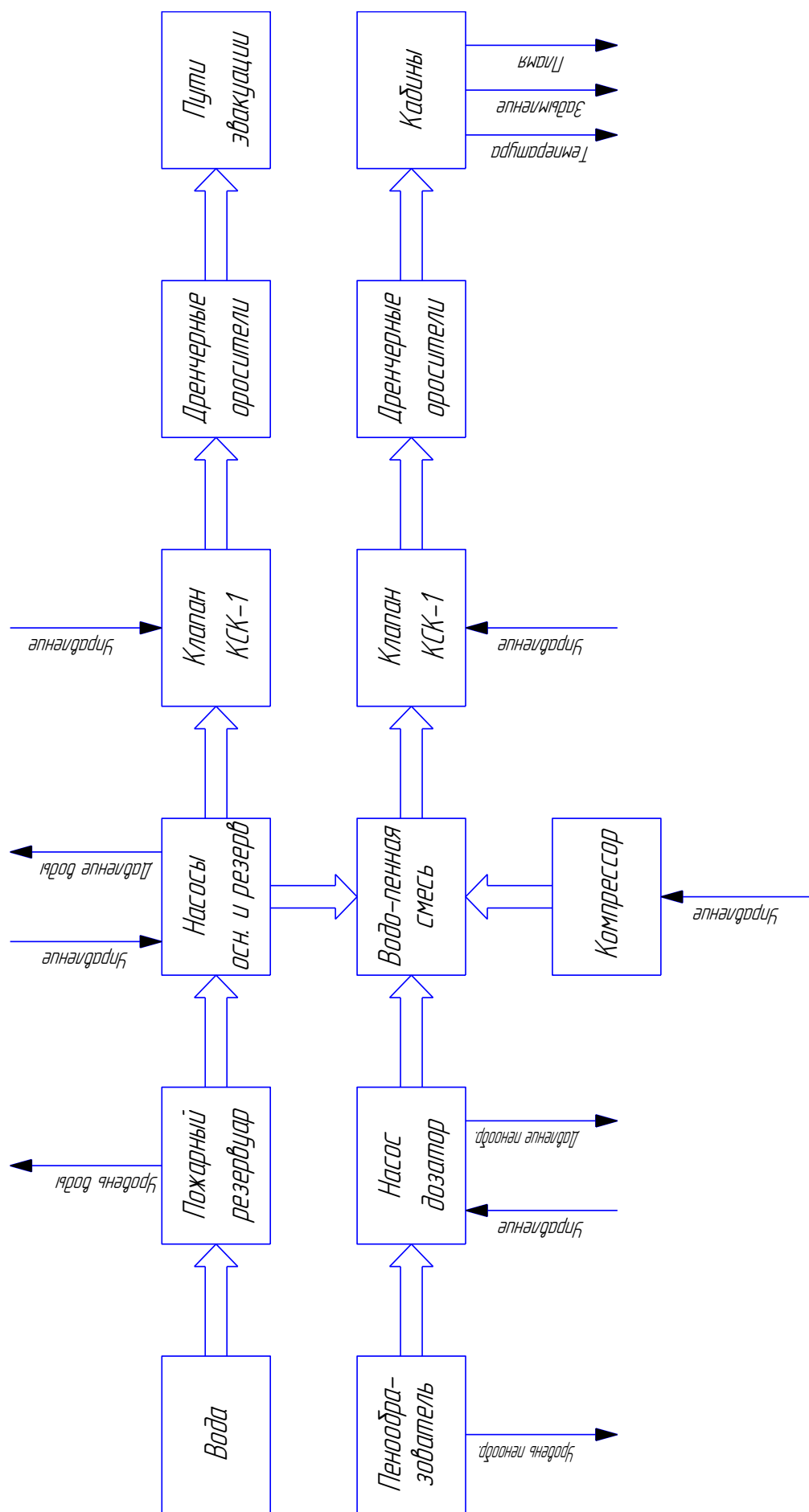


Рисунок 2 - Схема материально-информационных потоков



Для забезпечення заданої інтенсивності зрошення робочих місць в системі передбачається підтримка тиску в магістралі за допомогою трьох спринклерних насосів по схемі: два основних - один резервний.

Більш складним завданням управління є управління насосами дозаторами (один основний - один резервний) тому для ефективного піноутворення потрібно підкачка повітря за допомогою компресорів, що підтримують певне співвідношення піноутворювач / повітря.

Забезпечення форс режиму підкачки води здійснюється з використанням жорстких насосів, які, поряд зі штатними насосами включаються в роботу і дозволяють отримати необхідний натиск води за короткий інтервал часу.

Чи не викличе труднощів завдання підтримки необхідного рівня в басейні, яка може вирішуватися позиційним керуванням положення засувки.

Захист шляхів евакуації реалізується за рахунок включення восьми дренажних клапанів захисту, в які подається вода.

## ***2.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокувань***

Установка пожежогасіння складається з двох секцій: секції водяного та секції пінного пожежогасіння. Контроль спрацьовування секції водяного пожежогасіння контролюється контрольно сигнальним клапаном КСК1. Контроль спрацьовування секції пінного пожежогасіння контролюється водо-повітряним клапаном КСК2.

При спрацьовуванні будь-секції пожежогасіння, проводиться пуск спринклерних насосів ПН1 і ПН2 і дренажних клапанів захисту шляхів евакуації. Вихід на номінальний режим роботи насоса ПН1 контролюється за показаннями манометра РЕ1, насоса ПН2 за показаннями манометра РЕ2, насоса ПН3 за показаннями манометра РЕ3. У разі відмови пуску або невиходу ПН1 або ПН2 на режим протягом встановленого часу, автоматично запускається ПН3.

При спрацьовуванні секції пінного пожежогасіння, проводиться пуск насосів дозаторів Н1 і Н2. Вихід на номінальний режим роботи насоса Н1 контролюється за показаннями манометра РЕ7, насоса Н2 за показаннями манометра РЕ8. У разі

відмови пуску або невиходу насоса Н1 на режим протягом встановленого часу, автоматично запускається насос Н2.

Підтримка тиску в секції водяного пожежогасіння проводиться за допомогою жокей-насосів Н3 і Н4. Управління жокей насосом Н3 проводиться за сигналами датчика тиску РЕ4. Вихід на номінальний режим роботи насоса Н3 контролюється за показаннями манометра РЕ5, насоса Н4 за показаннями манометра PS6. У разі відмови пуску або невиходу Н3 на режим протягом встановленого часу, підтримання тиску в системі проводиться насосом Н4. Для жокей-насосів, один раз в тиждень, передбачена динамічна зміна резерву.

Підтримка тиску в секції пінного пожежогасіння проводиться за допомогою компресора. Управління компресором проводиться за сигналами датчика тиску РЕ9. Управління електрозавіжки заповнення пожежного резервуара проводиться автоматично за сигналами сигналізатора рівня води в пожежному резервуарі.

Відображення інформації, контроль і управління системою пожежної сигналізації здійснюється з панелі управління і індикації, розташованої на приймально-контрольному приладі.

На індикаторі приладу, як правило, відображається фактичний стан протипожежної обстановки на контрольованому об'єкті і інформація про наявність відхилень в роботі системи.

Всі події, певні системою, записуються у вбудовану електронну пам'ять. Це дозволяє точно визначити дату, час, місце і опис раніше події, що сталася.

При надходженні сигналу від будь-якого з пожежних сповіщувачів система обробляє його за певним алгоритмом і, при необхідності, формує сигнали тривожного повідомлення та управління для передачі їх в інші системи, задіяні під час пожежі.

Для надійної роботи СПС застосовується резервування її харчування з допомогою акумуляторних батарей, а в особливо відповідальних випадках і від автономних електрогенераторів.

На об'єктах СПС функціонують цілодобово в автоматичному режимі.

Залучення уваги чергового персоналу об'єкта в разі виникнення події (наприклад, отримання сигналу тривоги від сповіщувача) проводиться автоматично шляхом включення звукового сигналу і появи візуальної індикації на табло приймально-контрольного приладу СПС.

Адресні системи, як правило, працюють із застосуванням процесорних пристроїв, мають індивідуальне програмне забезпечення та алгоритми обробки сигналу. Адресні системи більш функціональні, можуть розгортатися в мережеву структуру, яка дозволяє контролювати пожежну обстановку на об'єктах з високим та середнім ступенем ризику до пожежної безпеки.

У приміщенні з цілодобовим перебуванням чергового персоналу встановлено центральний прилад індикації (ЦПД). ЦПД веде протокол подій і у вигляді світлових, звукових сигналів сигналізує про:

- проходження вогнегасної речовини (за напрямками);
- пуск насосів;
- відключення автоматичного пуску насосів, електрозасуви;
- несправності будь-якого шлейфу;
- несправності електровводів живлення;
- аварійний рівень у пожежному резервуарі;
- аварійний рівень в ємності з піноутворювачем;
- номінальному режимі роботи насосів ПН1, ПН2, ПН3, Н1, Н2, Н3;
- досягненні положення електрозасуви за встановлений час.

Зупинка насосів проводиться дистанційно з ЦПД або ПУ за допомогою команди «Скидання ПУ» (паспорт ПУ і ЦПД).

Перелік вхідних та вихідних сигналів системи, що дозволяють вибрати периферійні пристрої, наведено в таблицях. Вхідні сигнал для системи управління представлені в таблиці 1, вихідні сигнали управління - в таблиці 2.

Таблиця 1 - Таблиця вхідних сигналів

№ п / п	сигнал	датчик	Діапазон сигналу	Діапазон вимірювань	точність	Діапазон контролю
1	Тиск на виході основного насоса ПН1	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
2	Тиск на виході основного насоса ПН2	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
3	Тиск на виході резервного насоса ПНЗ	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
4	Пуск / зупинка жокей насоса	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
5	Тиск на виході основного жокей-насоса НЗ	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
6	Тиск на виході резервного жокей-насоса Н4	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
7	Тиск на виході	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа

	основного насоса-дозатора Н1					
8	Тиск на виході резервного насоса-дозатора Н2	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
9	стан електро- - задвіжкі	кінцевий вимикач	Дискрет. 0 - 24В	відкритий закритий	-	відкри- тий закритий
10	Об. - закр.	засувки				
11	Рівень води в - пожаоном ре- 13 зервуарі	Датчик-реле рівня РОС- 301	Дискрет. 0 - 24В	0,1 - 2,5м	5%	0,4 - 2,0м
14	Аварійний рівень в резер- вуарі піно- утворювача	Датчик-реле рівня РОС- 101	Дискрет. 0 - 24В	0,1 - 2,5м	5%	0,4 - 2,0м
15	Пуск / зупинка ком- пресора	Датчик тиску МТ100М	Аналог. 4 - 20мА	0,01 - 100МПа	0,5%	0,01- 6МПа
16	Температура - навколишнь- 23 ого повітря в кабінах	Сповіщувач пожежний тепловий СПТ-3Б	Дискрет. 0 - 24В	від + 54 ° С до +70° С	3%	+15 - +70
24	задимленість - навколишнь- 31 ого повітря в кабінах	Сповіщувач пожежний димовий ІП212-105	Дискрет. 0 - 24В	від 0,12дБ / м	5%	від 0,12дБ / м

32 - 39	Виявлення по- лум'я в кабінах	Сповіщувач пожежний полум'я ІІІ	Дискрет. 0 - 24В	від 100лк до 50000лк	2%	від 100лк
---------------	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------	-------------------------	----	-----------

Таблиця 2 - Таблиця вихідних сигналів

№ п / п	сигнал	Діапа- зон сигналу	Тип сигналу	виконавчий механізм	Керуючий пристрій
1	Управління основ- ним насосом ПН1	4 - 20 мА	ШІМ	Електродвигун (3ф 220В 45,0кВт)	Вихід контро- лера аналоговий
2	Управління основ- ним насосом ПН2	4 - 20 мА	ШІМ	Електродвигун (3ф 220В 45,0кВт)	Вихід контро- лера аналоговий
3	Управління резерв- ним насосом ПН3	4 - 20 мА	ШІМ	Електродвигун (3ф 220В 45,0кВт)	Вихід контро- лера аналоговий
4	Управління основ- ним насосом-доза- тором Н1	4 - 20 мА	ШІМ	Електродвигун (3ф 220В 7,5 кВт)	Вихід контро- лера аналоговий
5	Управління резерв- ним насосом-доза- тором Н2	4 - 20 мА	ШІМ	Електродвигун (3ф 220В 7,5 кВт)	Вихід контро- лера аналоговий
6	Управління основ- ним жокей-насосом Н3	4 - 20 мА	ШІМ	Електродвигун (3ф 220В 2,2 кВт)	Вихід контро- лера аналоговий

7	Управління резервним жокей-насосом Н4	4 - 20 мА	ШИМ	Електродвигун (3ф 220В 2,2 кВт)	Вихід контролера аналоговий
8 9	управління електро- задвіжкі	0 - 24В	позицій- ний	Електропривод GM24A 24В 0,3А	Вихід контролера дискретний
10	управління компресором	4 - 20 мА	ШИМ	Електродвигун (3ф 220В 5,5 кВт)	Вихід контролера аналоговий
11 12	Управління клапанами КСК-1	0 - 24В	позицій- ний	Електромагнітний клапан 24В 1,5А	Вихід контролера дискретний
13 - 28	Управління клапаном дренчерного розпилювача	0 - 24В	позицій- ний	Електромагнітний клапан EV1140 24В 0,3А	Вихід контролера дискретний

З аналізу даних таблиці 1 і таблиці 2 следует, що в системі:

- 6 вхідних дискретних сигналів від датчиків положення,
- 16 вхідних аналогових сигналів від стандартних датчиків з діапазоном струму 4 - 20 мА,
- 13 дискретних вихідних сигналів управління,
- 8 вихідних аналогових сигналів управління з діапазоном струму 4 - 20 мА до частотним перетворювачів (ПЧ).

### **2.3 Вимоги до системи управління**

Автоматизована система пожежогасіння (САП) повинна забезпечувати найбільш економічне витрачання енергії, як забезпечення подачі необхідної кількості води в осередок пожежі, так і своєчасну реакцію на виникнення самого вогнища загоряння. Підтримуючи значення регульованих параметрів, при яких

загальні витрати енергії будуть мінімальними, можна забезпечити економічність обслуговується процесу пожежогасіння в цілому. Найбільш часто таким параметром є тиск в пожежній магістралі. Однак в ряді випадків їм можуть бути витрата, температура, рівень, а також інші параметри, регульовані з метою забезпечення, як максимальної економічності реалізації обслуговується процесу, так і раціональних умов роботи і експлуатації власне обладнання, яке підлягає.

Слід зазначити, що підтримка постійного тиску в пожежній магістралі не завжди забезпечує економічно доцільне розподіл води в магістралі подачі. Тому при побудові САП необхідно вибрати як величину контрольованого тиску, так і спосіб регулювання, при якому буде забезпечено необхідний розподіл води в магістралі подачі, яке гарантуватиме максимальну ефективність використання енергії.

Викладені міркування дозволяють сформулювати технічні вимоги до автоматизованої системи пожежогасіння:

1) підтримувати контрольоване тиск з точністю, що забезпечує достатній для ліквідації загоряння витрата води при будь-яких збурень, які можуть мати місце в роботі системи (глибина регулювання);

2) найбільш раціонально використовувати пристрої для зміни продуктивності системи при різних збуреннях;

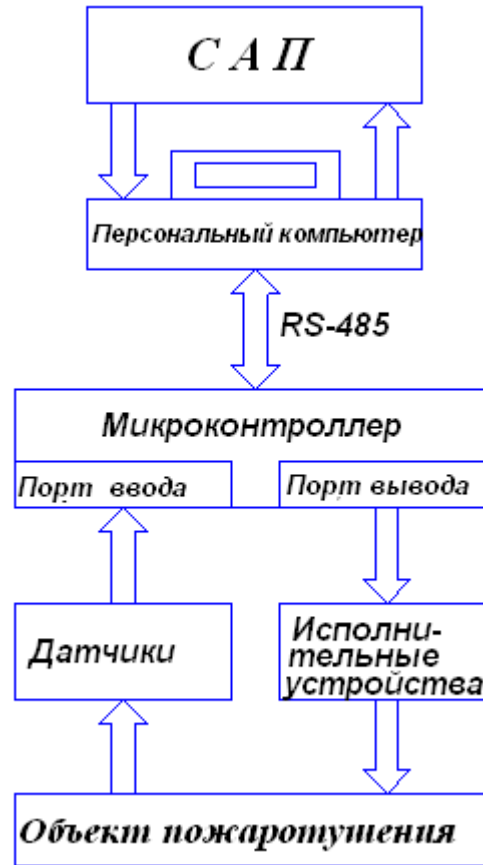
3) обмежувати до допустимих меж величини короточасних (динамічна помилка регулювання) і тривалих (статична помилка регулювання) відхилень тиску від заданого значення;

4) реалізовувати встановлений характер перехідного процесу на всьому діапазоні навантажень, які можуть мати місце при роботі системи;

5) гарантувати надійність дії вузлів САП і стійкість її роботи в цілому.

Перераховані вимоги враховуються в схемі управління, структура якої приведена на малюнку 3. Зв'язок між САП об'єктом пожежогасіння здійснюється через персональний комп'ютер (ПК).





САП - система автоматического пожаротушения; RS-485 - интерфейс

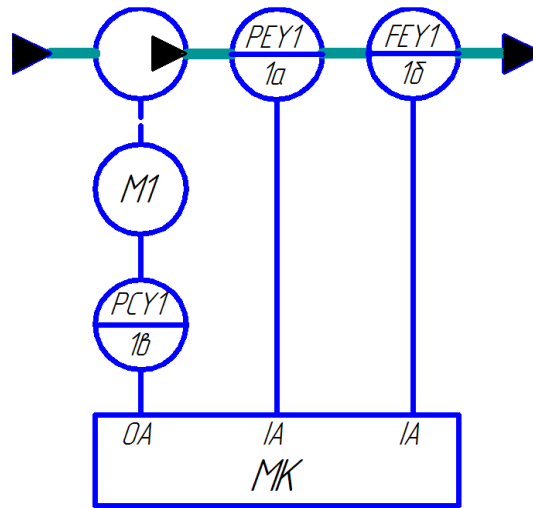
Рисунок 3 - Структурна схема САП

## ***2.4 Локальні контури управління за обраними параметрами***

### ***2.4.1 Контур регулювання тиску***

Для підтримки тиску на виході основного насоса ПН1 і в магістральному трубопроводі формується контур регулювання тиску. Регулювання проводиться шляхом зміни числа обертів двигуна основного насоса на підставі сигналу датчика тиску на виході основного насоса ПН1 (Рис.4).

Контроль проходження гасячого агента по магістралі виконуватися за допомогою витратоміра.



1б

PEY1 - датчик тиску; FEY1 - витратомір, PCY1 - частотний перетворювач;

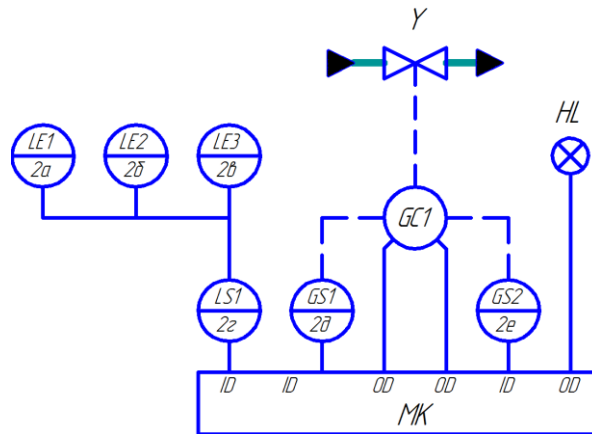
M - електродвигун; МК - мікроконтролер;

Рисунок 4 - Контур регулювання тиску.

За аналогічною схемою здійснюється управління насосами ПН2, ПН3, Н1, Н2, Н4, Н4 і компресором.

#### **2.4.2 Управління рівнем води в пожежному резервуарі.**

Основним матеріальним носієм в системі пожежогасіння є водопровідна вода. Для забезпечення безперебійної роботи системи рівень води в пожежному резервуарі повинен завжди контролюватися. Витрата води заповнюється при досягненні нижнього рівня. За сигналом від датчика рівня LE2 МК видає сигнал на відкриття електрозадвіжки і в резервуар надходить вода. Коли вода досягне верхнього рівня, спрацює датчик верхнього рівня LE1 і МК подає сигнал на закриття електрозадвіжки. При досягненні аварійного нижнього рівня спрацює датчик LE3 і мікроконтролер видає сигнал аварії.



LE1 - первинний перетворювач датчика верхнього рівня; LE2 - первинний перетворювач датчика нижнього рівня; LE3 - первинний перетворювач датчика аварійного нижнього рівня; LS1 - вторинний перетворювач сигналу датчика рівня;

GS1, GS2 - кінцеві вимикачі положення засувки; GC1 - привід засувки,  
 Y - електрозadвіжки; HL - індикатор; МК - мікроконтролер

Рисунок 5 - Контур вимірювання рівня води в пожежному резервуарі і управління електрозadвіжкі водопровідної магістралі.

На підставі локальних контурів САП побудована функціональна схема автоматизації системи пожежогасіння на об'єкті.

## **3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ**

Розглянуті канали управління, сигналізації та блокувань, а також перелік сигналів, дозволили розробити функціональну схему автоматизації пожежогасіння на об'єкті. На підставі цієї схеми зробимо вибір засобів автоматизації, що забезпечують виконання завдань управління, сигналізації та блокувань

### ***3.1 Вибір засобів автоматизації***

#### *3.1.1 Вибір засобів вимірювання тиску*

##### *Датчик тиску МТ100М (Ех)*

Призначення: датчики тиску серії МТ, призначені для постійного і рівномірного перетворення тиску рідин, газу, пара і т. Д., В уніфікований струмовий сигнал (0- 5мА, 4 - 20 мА). Всі датчики тиску МТ100М (Ех) термокомпенсовані по "0" і по всьому діапазону вимірювання, а також в кожному датчику передбачена можливість регулювань "0" і діапазону.

##### *Датчик тиску АІР-10L*

Перетворювачі тиску АІР-10 призначені для безперервного перетворення вимірюваного абсолютного і надлишкового тиску в уніфікований струмовий вихідний сигнал 4 ... 20 мА. Датчики АІР-10L випускаються з корозійностійкими мембранами і різними способами монтажу, що забезпечує універсальність, зручність і простоту експлуатації.

Таблиця 3 - порівняльні характеристики датчик тиску

Параметр	AIP-10L	MT100M
Надмірний тиск, МПа	0,025 - 6	від 0,1 до 100
Осн.ная абсолютна похибка - не більше, %	± 1,0	± 0,5
Ступінь захисту від води і пилу по ГОСТ 1425	IP65	IP65
Вихідний сигнал, мА	4 - 20	4 - 20
Напруга живлення, В	9 - 36	15 - 42
Швидкодія, мс	100	100
Габаритні розміри, мм довжина, мм діаметр корпусу, мм	117 34	130 34
маса, кг	0,3	0,35

З огляду на більш широкий діапазон вимірювань і більшу точність вибираємо датчик тиску MT100M (Ex), зовнішній вигляд якого показано на рис. 6:



Рисунок 6 - Датчик тиску MT100M (Ex)

### 3.1.2 Вибір засобів вимірювання витрати

Вибір витратоміра ускладнюється тим, що в їх номенклатурі кожен тип витратоміра представлений декількома моделями, які в свою чергу мають ряд різних виконань, що розрізняються по застосовуваних матеріалів, умов застосування і т.д.

Розглянемо особливості різних типів витратомірів, їх переваги та недоліки в поставленому завданні виміру.

*Магнітно-індуктивні витратоміри:* Призначені для універсального застосування, особливо для середовищ з електропровідністю (струмопровідні рідини, бруду, стічні води). Щільність і в'язкість середовища, тиск і температура не мають

особливого значення для визначення точності. Є хорошою альтернативою для дорогих коріолісових витратомірів. Мають тривалий ресурсом роботи, в спеціальному виконанні застосовуються в харчовій та хімічній промисловості. ДУ: 15 - 2000, тиск до 100 бар. Температура: - 20 + 180 ° С.

У нашій задачі контролю використовується практично нейтральна рідина, тому застосування таких витратомірів невиправдано.

*турбінні витратоміри:* Призначені для вимірювання витрати маловязких і середневязких рідин, наприклад, вода, бензин, гас, дизель, спирти, агресивні рідини і т.д. Переваги: володіють найменшим опором, викликають незначні втрати тиску вимірюваного середовища, мають прийнятне співвідношення ціни і якості. Однак вимагають додаткових сполучають пристроїв із вхідними пристроями МК.

*ультразвукові витратоміри:* Призначені для води і водомістких рідин з температурою від + 4 до + 130 С, тиск до 30 бар. Незначно знижують тиск середовища. Мають тривалий ресурсом роботи, великим діапазоном вимірювання в порівнянні з механічними і чудовими експлуатаційними якостями. З огляду на, що насоси створюють вібрацію трубопроводів, що є причиною високого рівня акустичних перешкод, що ускладнює обробку сигналу, в нашому випадку доводиться відмовитися від застосування таких витратомірів.

*вихрові витратоміри.* В сучасних вихрових витратомірах використовуються МК, які допомогли позбутися недоліків приладів, що обмежують їх застосування раніше (наприклад, чутливість до вібрацій трубопроводу), і забезпечили їх важливі конкурентні переваги:

- універсальність - прилади можуть використовуватися для вимірювання витрати газу, парам рідин, а також смесей рідин:
- широкий динамічний діапазон -до 1:30
- висока точність вимірювання -рідина до 0,5%; газу та пара до 1%:
- незалежність точності вимірювання від зміни складу середовища. температури, тиску та інших властивостей вимірюваного середовища:

- дешевизна і надійність -прилади відрізняються простотою конструкції виміральної частини і сенсора, який повністю захищений від шкідливих впливів вимірюваного середовища.

Таким чином, прийнятним принципом вимірювання витрати для даної ситуації став віхреакустическій, реалізований в витратомірі Метран-300ПР.

*Перелік параметрів Метран-300ПР:*

- вимірювані середовища: вода (теплофікації, питна. Технічна, водні розчини в'язкістю до 2 сСт);

- параметри вимірюваного середовища:

температура 1 ... 150 ° С

надлишковий тиск до 1,6 МПа

du 25-300мм

динамічний діапазон 1: 100

межі основної відносної похибки вимірювань об'єму = 1,0%

міжповірочний інтервал 4 роки.

Основні переваги приладів даної серії:

- довготривала стабільність метрологічних характеристик в умовах високого змісту феромагнітних домішок і механічних забруднень вимірюваного середовища, обумовлена;
- принципом дії, котрий використовує магнітні поля;
- ефектом «самоочищення» проточної частини перетворювача, виконаної зі сталі 12Х18Н10Т;
- відсутністю футерування проточної частини матеріалами, схильними до деформацій в процесі монтажу і експлуатації;
- надійна робота в області малих значень витрат, завдяки температурній корекції характеристики витрати;
- оперативна діагностика і можливість перевірки безпосередньо на трубопроводі;

- 100% -ве забезпечення співвісності при монтажі завдяки конструктивним рішенням.

Вихідні сигнали: HART-протокол, Modbus RTU).

Зовнішній вигляд регулятора потоку показаний на рисунку 7:



Рисунок 7 - Регулятор потоку Метран 300ПР

### *3.1.3 Вибір засобів вимірювання рівня*

#### *Датчик-реле рівня РОС-301*

призначення: датчики-реле рівня РОС 301 призначені для контролю трьох рівнів електропровідних рідин по трьох незалежних каналів в одному або в різних резервуарах в стаціонарних і корабельних умовах поза вибухонебезпечними зонами.

#### *Сигналізатор рівня СУ 300I*

Сигналізатор рівня призначений для контролю граничного рівня води, молока, пива та інших електропровідних рідин, в тому числі кордону розділу двох змішуються рідин (наприклад, нафтопродукт-вода) в трьох точках, а також в ємностях, що знаходяться під надлишковим тиском.

Порівняльні характеристики зведені в таблицю 4, а зовнішній вигляд датчику – реле показаний на рисунку 8.



Таблиця 4 - Порівняльні характеристики датчику рівня

Параметр	СУ 300I	РОС-301
Конструктивне виконання чутливих елементів	стрижневий гнучкий	стрижневий тросової
кількість електродів	3	3
Довжина чутливого елемента, м	від 0,1 до 2,0	від 0,1 до 2,5
виконання	іскробезпечне	іскробезпечне
Робоча температура, ° С	-30 ... + 50	-50 ... + 70
Напруга живлення, В	187 - 242	185 - 235
Частота, Гц	50	50
Вихідний сигнал	переключаю- щий контакт	релейний
Електричне навантаження: на змінному струмі на постійному струмі	2,5А 250В 2,5А 30В	2,5А 250В 2,5А 250В
Комплект поставки: передавальний перетворювач, шт датчик, шт	1 3	1 3
Споживана потужність, Вт	10	7



Рисунок 8- Датчик-реле рівня РОС-301

Вибираємо датчик рівня РОС-301, так як він має велику довжину чутливого елемента, велику навантажувальну здатність виконавчих контактів, меншу споживану потужність.

### 3.1.4 Вибір засобів вимірювання температури навколишнього повітря

#### *Сповіщувач пожежний тепловий СПТ-3Б*

Призначення: ізвещатель пожежний тепловий СПТ-3Б призначений для формування та передачі сигналу «ПОЖЕЖА» по двопровідному ШС на ППК. Сповіщувач перемикається в режим «ПОЖЕЖА» при досягненні температури навколишнього повітря порогового значення, або при високій швидкості наростання температури повітря (диференційний), навіть якщо початкова температура значно нижче, нормальної температури використання сповіщувача.

#### *Сповіщувач пожежний тепловий точковий Алай Бриз 11*

Призначений для видачі в ланцюг пожежної сигналізації електричного сигналу "Пожежа" при перевищенні контрольованим середовищем порогової температури спрацьовування з метою формування сповіщення про пожежу шляхом зміни значення вихідного електричного опору.

В результаті порівняння характеристик, вибираємо сповіщувач СПТ-3Б так як він дозволяє комутувати зовнішню ланцюг контактами виконавчого реле.

Таблиця 5 - Порівняльні характеристики сповіщувачів пожежних теплових

параметр	Бриз-11	СПТ-3Б
Температура спрацьовування, °С	+ 54 ... + 70	+ 54 ... + 70
виконання	іскробезпечне	іскробезпечне
Напруга живлення, В	10 - 27	10 - 30
Струм споживання в черговому режимі, мА	0,07	0,16
Струм споживання в режимі «ПОЖЕЖА», мА	65	22
Електричне навантаження на постійному струмі	-	0,1А 36В

Зовнішній вигляд сповіщувача показаний на рисунку 9:



Рисунок 9 - Сповіщувач пожежний тепловий СПТ-3Б

### *3.1.5 Вибір засобів визначення задимленості навколишнього повітря*

#### *Сповіщувач пожежний димовий ПП212-105*

Призначення: сповіщувач ПП212-105 призначений для раннього виявлення загорянь, що супроводжуються появою диму в приміщеннях різних будівель і споруд. Високоєфективна екранування, аналогова і цифрова фільтрація перешкод, компенсація запилення забезпечують високу достовірність сигналів «ПОЖЕЖА».

Вбудований мікропроцесор забезпечує:

- аналогову і цифрову фільтрацію перешкод;
- високу стійкість до електромагнітних завад;
- автоматичне налаштування чутливості, відсутність регулювальних елементів;
- автоматичну компенсацію запилення димової камери;
- автоматичне тестування стану сповіщувача.

#### *Сповіщувач пожежний димовий оптичний СПД-3*

Сповіщувач точковий СПД-3 призначений для виявлення загорянь в закритих приміщеннях різних будівель і споруд, що супроводжуються появою диму і передачі сигналу "ПОЖЕЖА" на ППК.

Сповіщувач розрахований на безперервну цілодобову роботу з ППК твань "Артон-04П" і ін. По двопровідному шлейфу пожежної сигналізації з номінальною напругою живлення шлейфу 12 або 24 В.

Таблиця 6 - порівняльні характеристики сповіщувачів пожежних димових

Параметр	СПД-3	ІП212-105
Чутливість сповіщувача, дБ / м	0,05 - 0,2	0,12
Інерційність спрацювання, з	10	5
Діапазон робочих напруг, В	10 - 30	9 - 27
Струм споживання в черговому режимі, мкА	95	70
Струм споживання в режимі «ПОЖЕЖА», мА	6 - 30	20
Фонова освітленість, лк	10000	12000
маса, кг	0,150	0,135

В результаті порівняння характеристик, вибираємо сповіщувач ІП212-105 тому він має меншу інерційність спрацювання і менший струм споживання. Зовнішній вигляд сповіщувача показаний на рисунку 10:



Рисунок 10 - Сповіщувач пожежний димовий ІП212-105

### *3.1.6 Вибір засобів виявлення полум'я*

#### *Сповіщувач пожежний полум'я ІП 01*

Призначення: сповіщувач пожежний полум'я ІП призначений для виявлення полум'я, що виходить від вогнищ загорянь і супроводжується ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням в діапазоні довжин хвиль від 220 до 280 нм.

Сповіщувач застосовується в складі автоматизованих систем виявлення загорянь спільно з приймально-контрольними приладами або пристроями сигнально-пусковими, що забезпечують в шлейфі пожежної сигналізації напруга живлення 12-30 В.

Таблиця 7 - порівняльні характеристики сповіщувачів пожежних полум'я

Параметр	ІІ 303	ІІ 01
Дальність виявлення вогнища полум'я типу ТП5 і ТП62, м	25	80
Кут огляду сповіщувача не менше, °	90	120
Напруга живлення, В	12 - 30	12 - 32
Струм споживання в черговому режимі, мкА	60	250
Струм споживання в режимі «ПОЖЕЖА», мА	10	20
Фонова освітленість, лк	15000	50000
маса, кг	0,075	0,25

Вибираємо сповіщувач пожежний полум'я ІІ 01, так як він має велику дальність виявлення, більший кут огляду і більшого значення рівня фонові засвітки.

#### 4.1.7 Вибір частотного перетворювача

Для вибору ПЧ необхідно знати тип електродвигуна, яким належить керувати. В системі пожежогасіння використовується наступне обладнання з електродвигунами:

- перший основний насос ПН1 (електродвигун 4АМУ250S4У3 - 45,0кВт);
- другий основний насос ПН2 (електродвигун 4АМУ250S4У 3 - 45,0кВт);
- резервний насос ПН3 (електродвигун 4АМУ250S4У 3 - 45,0кВт);
- основний насос-дозатор Н1 (електродвигун 4АМ160S8У3 - 7,5 кВт);
- резервний насос-дозатор Н2 (електродвигун 4АМ160S8У3 - 7,5 кВт);
- основний жокей-насос Н3 (електродвигун 4АМ160S12У3 - 2,2 кВт);
- резервний жокей-насос Н4 (електродвигун 4АМ160S12У3 - 2,2 кВт);
- компресор (електродвигун 4АМ160M8У3 - 5,0кВт).

Розглянемо параметри ПЧ:

#### Частотні перетворювачі TOSHIBA серії ES

Серія ПЧ ES характеризується конкурентоспроможними цінами, широкими можливостями по керованості і контролю і великою глибиною регулювання

швидкості. Перетворювачі випускаються на номінальну напругу 220В і 380В і на номінальні потужності від 0,75 до 75 кВт. ПЧ цієї серії використовуються з асинхронними трифазними двигунами змінного струму загальнопромислового призначення. Серія частотних перетворювачів ES012 задовольняє всім вимогам, що пред'являються до сучасних ПЧ для загальнопромислового приводу і приводу з «вентиляторної» навантаженням. ПЧ серії ES012 здатні створювати підвищений крутний момент і забезпечувати високу точність управління в широкому діапазоні частот. ES012 може працювати під управлінням вбудованого ПЛК, забезпечити управління і контроль за допомогою багатфункціональних програмованих входів і виходів,

### *Частотні перетворювачі HITACHI серії SJ200*

Трифазне живлення - потужність від 0,75 до 132 кВт. Інвертори мають: моделювання вольт-частотної характеристики; векторне управління моментом; динамічне гальмування; режим енергозбереження; автонастройку на двигун; двоступеневий ПД-регулятор; три програмних набору; інтерфейс RS485;

Застосування: млини, екструдери, пилорами, підйомники, мішалки, крани, ліфти і т.д.

Для вибору виробника порівняємо технічні характеристики частотних перетворювачів для управління двигуном 4AMU250S4Y3 основного насоса ПН1 потужністю 45кВт TOSHIBA ES012-04-0910F і HITACHI SJ300-450HF.

Результати порівняння для наглядності зведемо у таблицю 8.

Таблиця 8 - порівняльні характеристики ПЧ

параметр	TOSHIBA ES012-04-0910F	HITACHI SJ300-450HF
Потужність застосовуваного двигуна, кВт	45	45
Вхідний трифазну напругу, В	190 - 260	200 - 240
Номинальна потужність, кВт	65	60
Номинальний вихідний струм, А	91	90
метод управління	ШИМ	ШИМ
Вихідна частота, Гц	0 - 400	0,1 - 400
Пусковий момент, %	150	150
Точність підтримки швидкості, %	± 0,5	± 0,5
управління	0 - 5В 0 - 10В 4 - 20мА RS485	-5 - +5 В 0 - 10В -10 - +10 В 4 - 20мА RS485
захист	по току, по напрузі, від перегріву, КЗ, пропажа фази	по току, по напрузі, від перегріву, КЗ, пропажа фази

Розглянуті пристрої практично однакові за параметрами, але пристрій виробництва TOSHIBA має більший діапазон живлячих напруг і вихідний струм. Тому для управління насосами ПН1 - ПН3 вибираємо частотні перетворювачі TOSHIBA ES012-04-0910F. Відповідно для інших насосів Н1 - Н4 і компресора також будемо використовувати частотні перетворювачі виробництва TOSHIBA.

Таблиця 9 - Перелік пристроїв управління насосами і компресором

Пристрій	Потужність двигуна, кВт	Тип ПЧ
Перший основний насос ПН1	45	ES012-04-0910F
Другий основний насос ПН2	45	ES012-04-0910F
Резервний насос ПН3	45	ES012-04-0910F
Основний насос-дозатор Н1	7,5	ES012-04-0170F
Резервний насос-дозатор Н2	7,5	ES012-04-0170F
Основний жокей-насос Н3	2,8	ES012-04-0050F
Резервний жокей-насос Н4	2,8	ES012-04-0050F
компресор	5,0	ES012-04-0130F

### 3.1.8 Вибір пристрою живлення

Для забезпечення високої надійності роботи САП харчування керуючого МК і периферійних пристроїв забезпечується за допомогою безперебійного джерела живлення. напругою 24В. Так як в якості МК і моделей розширення передбачається використання продуктів товарної марки ОВЕН, то і блок живлення вибираємо від того ж виробника.

Джерело безперебійного живлення ІБП60Б-Д9-24 призначений для використання в якості джерела вторинного живлення резервованого при роботі від мережі і від двох, послідовно з'єднаних, герметизованих свинцево-кислотних акумуляторів. ДБЖ захищений від: перевантаження, короткого замикання на виході, зворотної полярності підключення АКБ, глибокого розряду АКБ. На лицьовій панелі джерела розташовані світлові індикатори: наявності мережі, стану АКБ і вихідної напруги.

Джерело виготовляється в пластмасовому корпусі з кріпленням на DIN-рейку. Для забезпечення відводу тепла, що виділяється при роботі джерела, на нижній і верхній гранях корпусу передбачені вентиляційні отвори.



Таблиця 10- Технічні характеристики блоку живлення ОВЕН ІБП60Б-Д9-24

Параметр	Значення
Напруга мережі живлення, В	85 - 264
Частота мережі, Гц	47 - 63
Потужність споживання від мережі, Вт	130
ККД, %	85
Ємність АКБ, А · год	12
Вихідна напруга, В	22 - 28
Вихідний струм навантаження, А	2,0

### 3.1.9 Вибір виконавчого механізму

Засувка поворотна міжфланцева типу «Батерфляй» з електроприводом GM

Цей елемент обладнання є частиною існуючої САП, в модернізації не потребує. Засувка типу "Батерфляй" застосовується в якості запірно-регулюючої арматури в системах опалення та водопостачання.

Технічні характеристики засувки Батерфляй D100GM24 приведені в таблиці 11, а зовнішній вигляд показаний на рисунку 11.

Таблиця 11 - Технічні характеристики задвіжки Батерфляй D100GM24

Номінальний діаметр, мм	100
Номінальна температура, ° С	130
Максимальний тиск, МПа	1,6
Тип приєднання	ГОСТ 12820-80
Напруга живлення, В	24
Споживана потужність, Вт	7
Час повороту, з	150



Рисунок 11 - Міжфланцева поворотна засувка типу "Батерфляй"

### ***3.2 Вибір мікроконтролера***

З аналізу обсягу надходить і керуючої інформації, яка представлена в таблиці 1 і в таблиці 2 випливає, що контролер повинен забезпечувати:

- 1 сигнал зв'язку по протоколу RS-485;
- 16 вхідних аналогових сигналів від стандартних датчиків з діапазоном струму  
4 - 20мА;
- 6 вхідних дискретних сигналів від датчиків положення і датчиків рівня;
- 8 вихідних аналогових сигналів управління з діапазоном струму 4 - 20 мА до частотним перетворювачів;
- 13 дискретних вихідних сигналів управління електроздвижки, клапанами дренчерних розпилювачів і звуковим сигналом.

Для поставленої задачі можливо використовувати як ПЛК - програмовані логічні контролери так і PC-based автоматику, яка базується на промисловому комп'ютері.

Сформульовані вимоги можуть забезпечити такі МК:

#### *Контролер мікропроцесорний Ломіконт 110*

Нове покоління контролера Ломіконт 110 (рис. 12) має в своєму складі новий базовий модуль PRC-TM (БК2), який побудований на основі одноплатного PC-

комп'ютера. Він призначений для контролю стану технологічних процесів, логічного управління, багатоконтурного регулювання та інших завдань, що вимагають великої інформаційної та обчислювальної потужності. Має потужний процесор i486 з частотою 100 МГц і високошвидкісні комунікаційні засоби на базі RS-485 або Ethernet. Граничний обсяг пам'яті розширюється до 32Мб.

Сумісність "зверху-вниз" дозволяє проводити заміну базового комплексу контролера Ломіконт 110 (БК1) на базовий модуль PRC-ТМ без зміни УСО і схеми підключення до об'єкта, тобто (БК1 на БК2).



Рисунок 12 - Контролер мікропроцесорний Ломіконт 110

В поставку контролера входить Базова версія інструментальної системи TRACE MODE 6 для Windows на 64000 I/O. OPC-сервер дозволить підключити Ломіконт 110 до будь-якої сучасної SCADA на вибір замовника.

### **Основні характеристики:**

#### *Апаратне забезпечення:*

- процесор 486, частота 100 МГц;
- ОЗУ 8МБ (розширюване до 32МБ);
- флеш-пам'ять - 8МБ (розширювана до 32МБ);
- час циклу опитування - від 0,1 с до 2 с;
- астрономічний годинник-календар;
- сторожовий таймер;
- мережа Ethernet IEEE 802.3 10 Мбіт / с, кручена пара;

- послідовний порт COM 1 (RS -232);
- послідовний порт COM2 (RS -232 / RS -485 / пульт);
- паралельний порт (LPT 1);
- VGA порт;
- дискретні входи - до 1024;
- дискретні виходи - до 512;
- аналогові входи - до 256;
- аналогові виходи - до 128;
- робочий діапазон температур + 5 ° C - + 50 ° C;
- гаряче резервування.

*Програмне забезпечення:*

- вбудований Мікро МРВ TRACE MODE 5;
- транслятор "Мікрол- Техно I;
- мінімальний цикл-1 мс;
- бібліотека з 150 технологічних алгоритмів;
- ПД, нечітке, позиційне регулювання;
- ШІМ-перетворення;
- адаптивні і модальні регулятори;
- управління пристроями: клапан, засувка, привод, мотор, насос, група моторів і т.д ..

*Контролер програмований логічний ОВЕН ПЛК63*

Контролер ОВЕН ПЛК160 (рис. 13) призначений для побудови розподілених систем управління і диспетчеризації з використанням як провідних, так і бездротових технологій. Контролери виконані в компактному DIN-рейковому корпусі. Розширення кількості точок введення-виведення здійснюється шляхом підключення зовнішніх модулів введення-виведення по інтерфейсу RS-485. У контролері спочатку закладені потужні обчислювальні ресурси при відсутності операційної системи:

- високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM7 32 розряду з частотою 50МГц компанії Atmel;
- обсяг оперативної пам'яті - 10кб;



Рисунок 13 - Контролер ОВЕН ПЛК63

- обсяг постійної пам'яті - Flash пам'ять, 280кБ;
- обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання змінних - до 448Б;
- час циклу за замовчуванням становить 1мс при 50 логічних операціях, при цьому він відключений обміну;
- широкі можливості самодіагностики контролера;
- вбудований акумулятор, що дозволяє «перечікувати» пропажа харчування - виконувати програму при пропажі живлення, і переводити вихідні елементи в «безпечний стан». Час «перечікування» налаштовується користувачем при створенні проекту;
- вбудований годинник реального часу;
- можливість створювати і зберігати архіви на Flash контролері.

#### Технічні характеристики:

- аналогові входи - 8 уніфікованих;
- аналогові виходи - від 1 до 5 (залежить від модифікації);
- дискретні входи - 8;
- дискретні виходи - від 1 до 6 (залежить від модифікації);
- RS-232- 1;
- RS-485 - 1.

Оцінивши найбільш важливі параметри можна сказати, що МК Ломіконт 110 володіє надлишковими властивостями для реалізації системи пожежогасіння, що вплине на вартість її реалізації. Контролер ОВЕН ПЛК63 повинен мати модифікацію ОВЕН ПЛК63-PPPPPP-M, яка має 6 дискретних виходів і не має аналогових виходів. Відсутня кількість входів-виходів нарощується наступними модулями розширення:

- модуль дискретного виводу ОВЕН МУ110-220.8Р - 8 дискретних виходів типу реле;
- модуль введення аналоговий ОВЕН МВ110-220.8АС - 8 уніфікованих аналогових входів;
- модуль аналогового виведення ОВЕН МУ110-220.8І - 8 аналогових виходів 4 - 20мА.

Таким чином для компонування розглядаються засоби, що мають:

- дискретні входи - 8;
- дискретні виходи - 14;
- аналогові входи - 16;
- аналогові виходи - 8;
- адаптер RS-485 - 1.

Зробимо розрахунок часу реакції входів / виходів, а також часу циклу обраного МК.

Час затримки одного каналу аналогового введення включає в себе наступні складові:

$$T_{IN\ AN\ 1} = T_{вх\ \Phi} + T_{вих\ \Phi} + T_{ОПР} + T_{пер} + T_{обр}, \quad (4.1)$$

де:  $T_{вх\ \Phi} = 20\text{мс}$  - час затримки вхідного цифрового фільтра;

$T_{вих\ \Phi} = 20\text{мс}$  - час затримки вихідного фільтра;

$T_{ОПР} = 10\text{мс}$  - період опитування аналогового входу;

$T_{пер} = 2\text{мс}$  - час передачі результатів вимірювання в основний контролер;

$T_{обр} = 5\text{мс}$  - час обробки прийнятих результатів вимірювання.

$$T_{IN\ AN} = 20 + 20 + 10 + 2 + 5 = 57\text{мс}$$

Час затримки аналогового введення для МК становитиме:

$$T_{IN\ AN} = T_{IN\ AN\ 1} \cdot N_{IN\ AN}, \quad (4.2)$$

де  $N_{IN\ AN} = 16$  - кількість аналогових входів.

$$T_{IN\ AN} = 57 \cdot 16 = 912\text{мс}$$

Час затримки аналогового виведення складається з наступних складових:

$$T_{OUT\ AN\ 1} = T_{\text{пер В}} + T_{\text{ПЕР ЦАП}}, \quad (4.3)$$

де  $T_{\text{пер В}} = 60\text{мс}$  - час передачі значення аналогового виходу з основного контролера в допоміжний контролер;

$T_{\text{ПЕР ЦАП}} = 20\text{мс}$  - час передачі значення аналогового виходу з допоміжного контролера в ЦАП.

$$T_{OUT\ AN\ 1} = 60 + 20 = 80\text{мс}.$$

Час затримки аналогового виведення для МК становитиме:

$$T_{OUT\ AN} = T_{OUT\ AN\ 1} \cdot N_{OUT\ AN}, \quad (4.4)$$

де  $N_{OUT\ AN} = 8$  - кількість аналогових виходів,

$$T_{OUT\ AN} = 80 \cdot 8 = 640\text{мс}$$

Визначимо час циклу МК за формулою:

$$T_{AN} = T_{IN\ AN} + T_{OUT\ AN} \quad (4.5)$$

$$T_{AN} = 912 + 640 = 1552\text{мс}$$

### ***3.3 Побудова програмного забезпечення***

У відповідності зі структурою системи управління пожежогасінням (СУП) на об'єкті програмне забезпечення (ПО) САП формується на основі наступних підсистем:

- підсистеми збору і обробки даних про стан об'єкта;
- підсистеми подачі води і піноутворювача;
- підсистеми оперативного управління пожежогасінням;
- підсистеми забезпечення функцій оповіщення про пожежу.

Програмне забезпечення (ПО) будується на основі операційної системи Windows NT (основний ПК) і використовується для забезпечення зв'язку з

периферійними модулями введення / виведення (МВВ), а також функцій оповіщення з верхнім рівнем (канал GSM).

Використання операційної системи Windows 10 в якості базової дозволяє інтегрувати в неї відповідну об'єктно-орієнтовану SCADA систему, тим самим забезпечити експлуатацію та супровід ПЗ локального МК по інтерфейсу RS-485.

Перераховані підсистеми дозволяють забезпечити функціонування скупити в безперервному режимі відповідно до основного алгоритмом, показаним на рис.14.



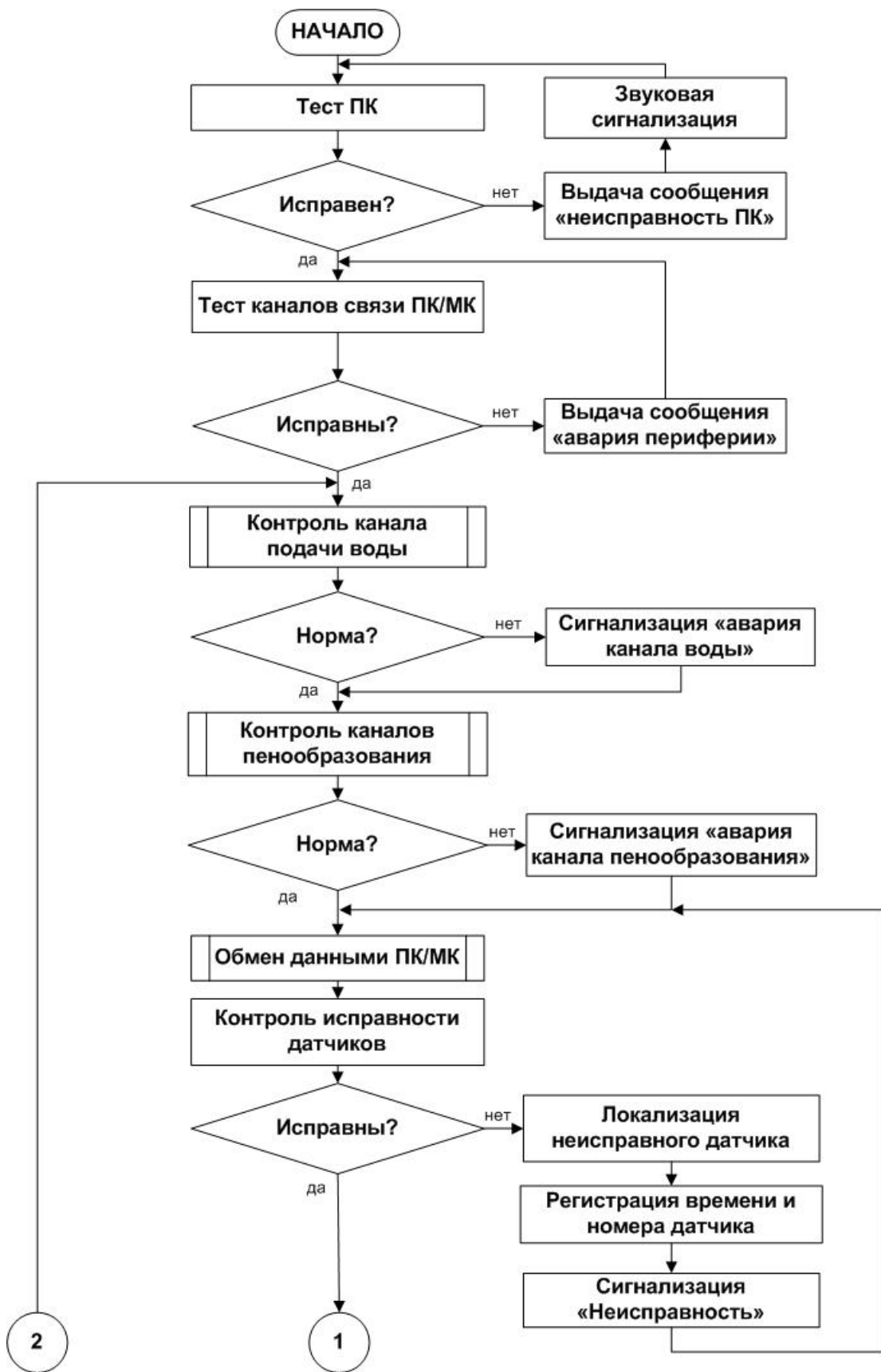


Рисунок 14 - Загальний алгоритм СУП.

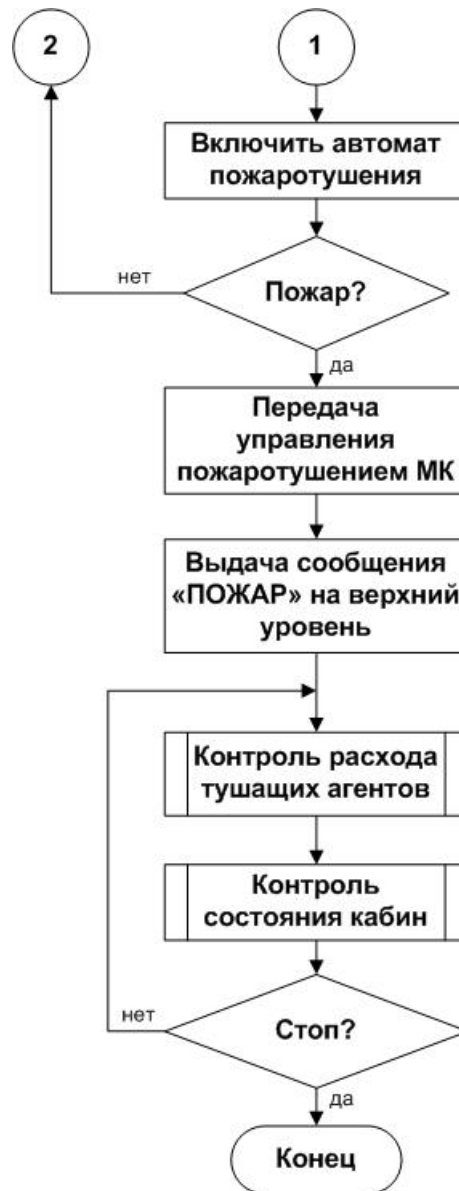


Рисунок 145 - Загальний алгоритм СУП.

Однією з головних завдань СУП є виключення помилкових тривог пожежо-гасіння, тому головна увага в алгоритмі приділяється вирішенню завдань забезпечення високої надійності роботи датчиків і ліній зв'язку, тому що помилкові тривоги на об'єкті можуть призвести до невиправданих матеріальних втрат через помилкове включення систем пожаротушення. Алгоритмами діагностики САП передбачається постійне самотестування власних програмно-апаратних засобів, з видачею повідомлень про несправності датчиків на панель АРМ.

При цьому здійснюється:

- прийом електричних сигналів від ручних і автоматичних пожежних сповіщувачів з індикацією номера датчика або шлейфа пожежної сигналізації;
- контроль справності шлейфів ручних сповіщувачів по всій їх довжині з автоматичним виявленням обриву або короткого замикання;
- контроль замикання шлейфів і ліній зв'язку на землю.

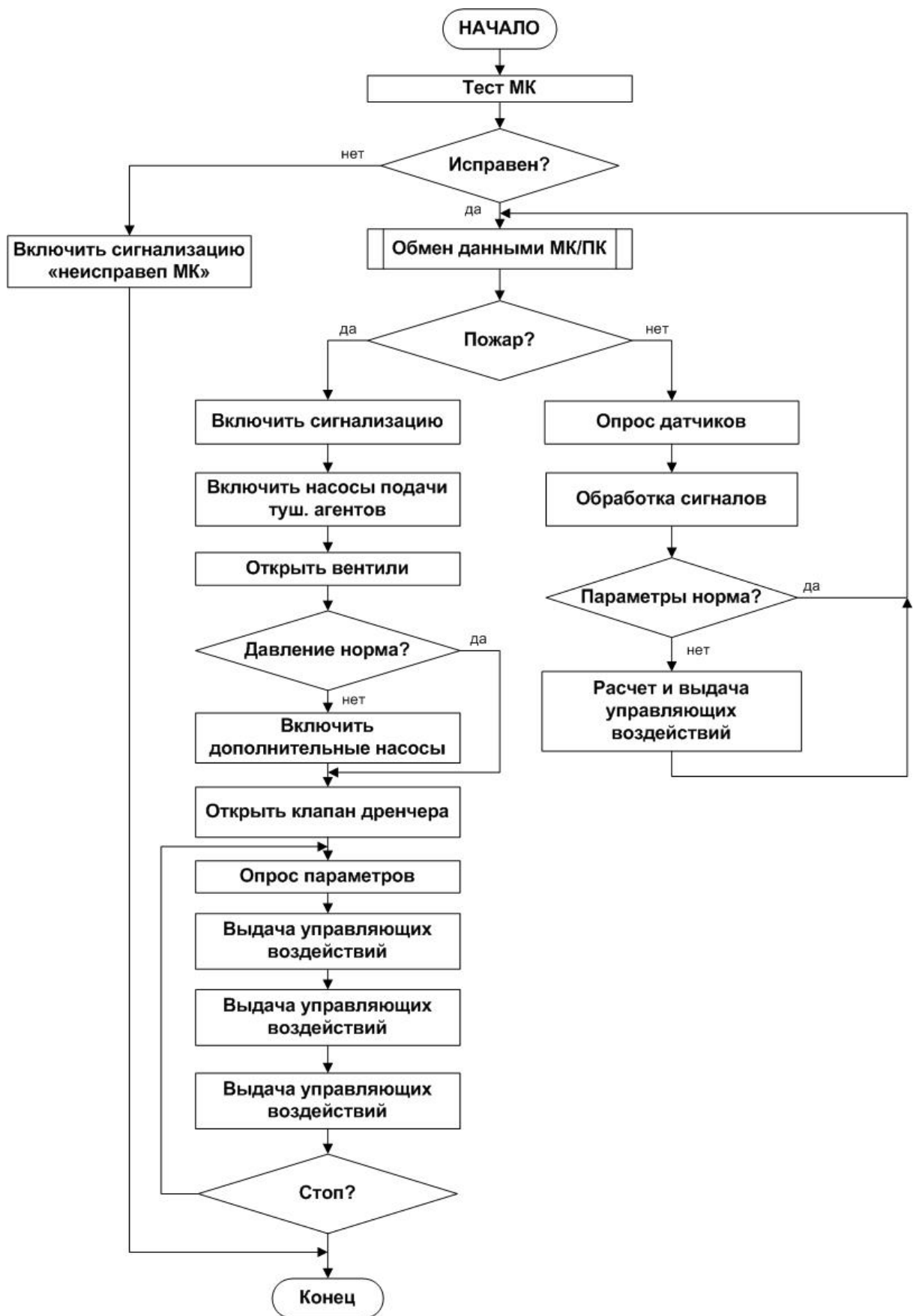


Рис.14-Алгоритм функціонування МК.

При виникненні несправності в зоні, мікроконтролер переводить цю зону в стан «НЕСПРАВНІСТЬ». При цьому включається звукове та світлове

оповіщення «АВТОМАТИКА» в пульсуючому режимі з частотою 1 Гц, у даній зоні можливість автоматичного запуску гасіння вимикається. Зона переводиться в режим «Автоматика вимкнена». Сигнали про це надходять на АРМ оператора. Після усунення несправності зона перетворюється на стан «НОРМА» і «АВТОМАТИКА ВКЛ.».

Підпрограмами «контроль подачі води» і «контроль каналу піноутворювача» передбачається безупинне підтримку необхідних рівнів туша агентів.

Реєстрація даних про стан об'єкта здійснюється за допомогою операційної системи Windows NT АРМа.

У МК аналізується наявність необхідної кількості факторів, локалізується місце їх виникнення і приймається рішення про початок процесу пожежогасіння в потрібному місці. Проходження туша агентів контролюється за допомогою лічильників витрат на кожному з трубопроводів. Кількість агентів для гасіння пожежі визначається залежно від зафіксованої площі загоряння і регулюється мікроконтролером шляхом управління продуктивністю всіх насосів і компресора через подачу керуючих сигналів на частотні перетворювачі.

## 4 РОЗРАХУНОК РЕГУЛЯТОРА ТИСКУ У МАГІСТРАЛІ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

### 4.1 Отримання перехідної характеристики

При автоматизації діючої САП характеристики регульованого об'єкта знаходяться дослідним шляхом. Для цього може бути застосований один з відомих способів визначення вихідних даних для математичного опису характеристик об'єкта. Зазвичай вдаються до дослідів, що дозволяє отримати:

1) криву розгону, під якою розуміється графік зміни регульованої величини (вихідної величини) в часі, після однократного миттєвого (відомого за величиною) обурює впливу на вході системи;

2) криву зміни регульованої величини при короткочасному обурення, відому під назвою імпульсної характеристики;

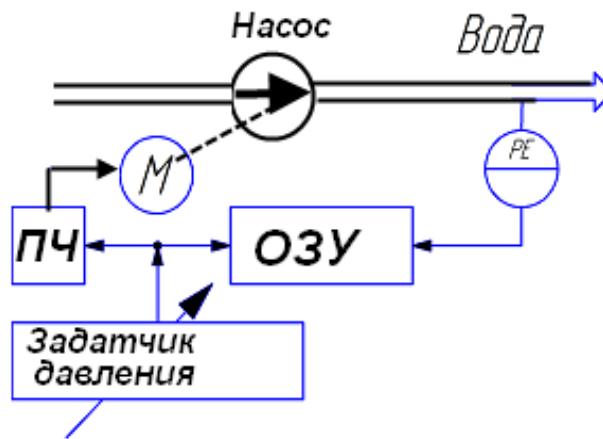
3) частотні характеристики об'єкта, що дозволяють визначити його властивості зі зміни амплітуди і зсуву фази вихідної величини при подачі на вхід періодичних збурень з відомою частотою і амплітудою;

4) запис випадкового процесу зміни регульованої величини під дією різних збурень; вона може бути оброблена статистичними методами, а шляхом кореляції можуть бути виявлені частотні характеристики об'єкта.

Стосовно до нагнітає насосів, в більшості випадків допускають введення обурення величиною 5-10% номінального навантаження, інформація про об'єкт може бути отримана з аналізу експериментальних перехідних характеристик (кривих розгону).

Структурна схема зняття перехідної характеристики тиску в магістралі представлена на рисунку 15.

Зміна режиму роботи насоса здійснюється за допомогою задатчика тиску, а в пристрої реєструється процес зміни тиску в магістралі.



М - керований двигун, ПЧ - перетворювач частотний,

PE - датчик тиску, ОЗУ - пристрій.

Рисунок 15- Структурна схема експерименту.

На рисунку 16 зображена перехідна характеристика, знята експериментально і перерахована в відносних значеннях величини тиску.

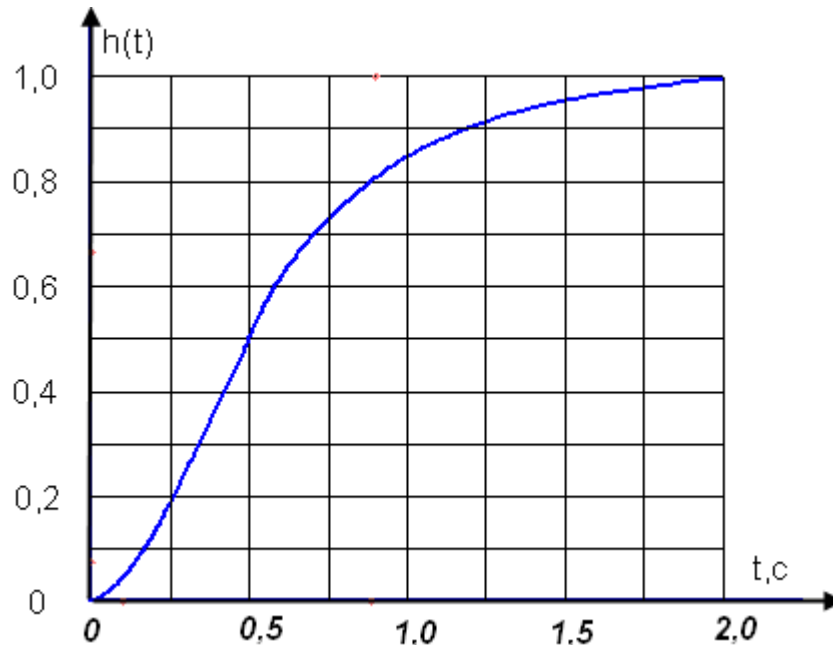


Рисунок 16 - Експериментальна перехідна характеристика

Далі експериментальну характеристику необхідно обробити з метою отримання передавальної функції насоса.

#### 4.2 Отримання передавальної функції об'єкта

Щоб спростити розрахунки крива розгону нормується, тобто значення вихідної змінної наводяться до діапазону 0..1, яке відповідає одиничному вхідному впливу.

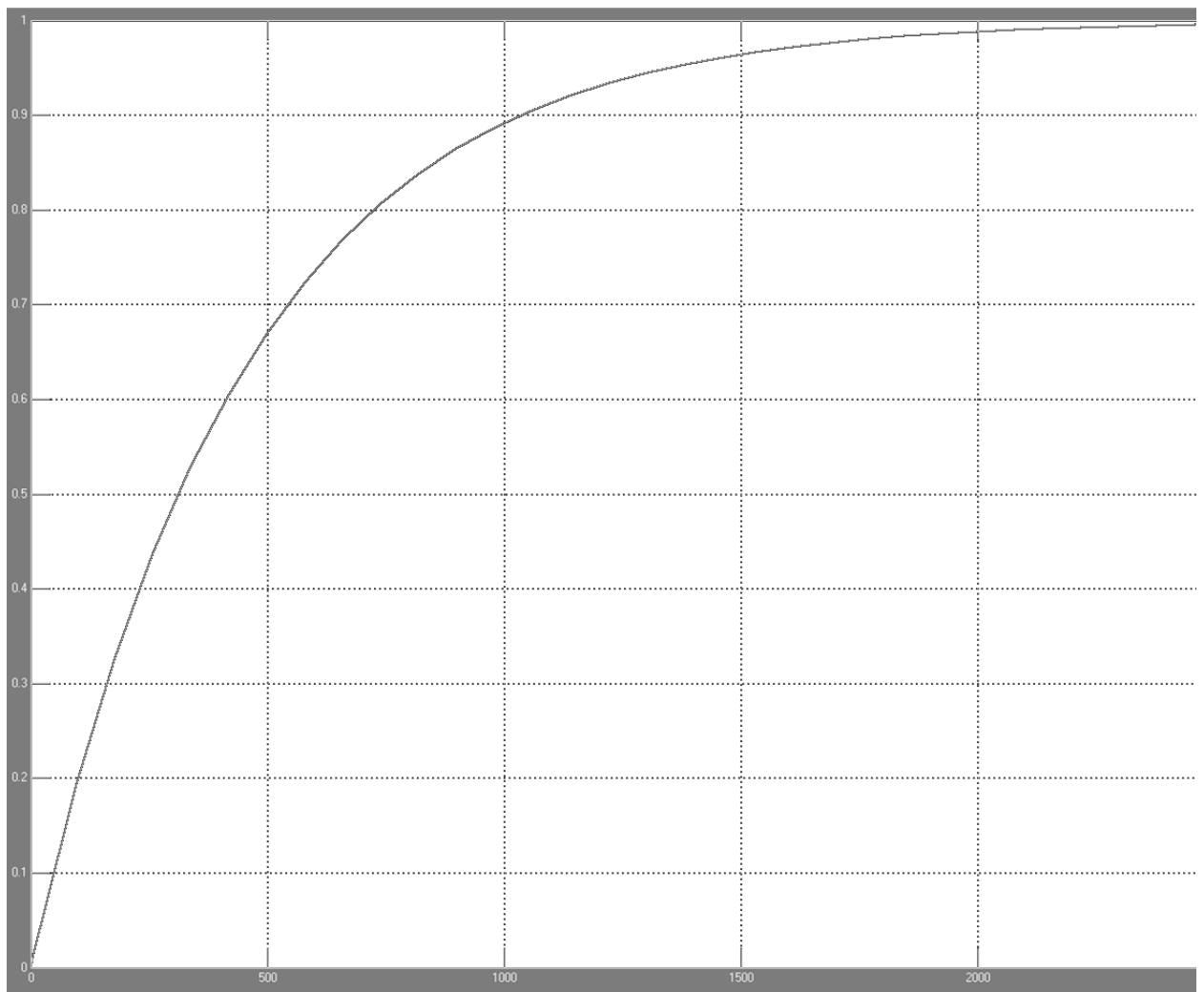


Рисунок 17– Крива розгону в нормованому вигляді

Скористаємося методом Орманса для визначення передаточної функції.

Завдяки цьому методу можливо визначити дві домінуючі постійні об'єкта управління відповідно до кривої розгону:

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

Визначення передаточної функції відбувається наступним чином:

1) З нормованої кривої розгону визначаємо час, що відповідає значенню  $h = 0,7$  і позначаємо його  $t_7$ . З графіка цей час дорівнює 483 секунди.

2) Отриману величину інтервалу ділимо на три частини. Піднімаємо перпендикуляр до кривої розгону і визначаємо величину  $h_{H4}$ . Відповідно до нашого графіка  $h_{H4} = 0,33$ . Всі необхідні побудови показані на рисунку 18

3) Аналітично доведено зв'язок між точками кривої розгону і параметрами моделі, а саме  $t_7 = 1,2 (T_1 + T_2)$ .



4) Для визначення постійних часу об'єкта управління використовується допоміжна величина  $Z^2$ , яку знаходять по номограмі (рис. 19).

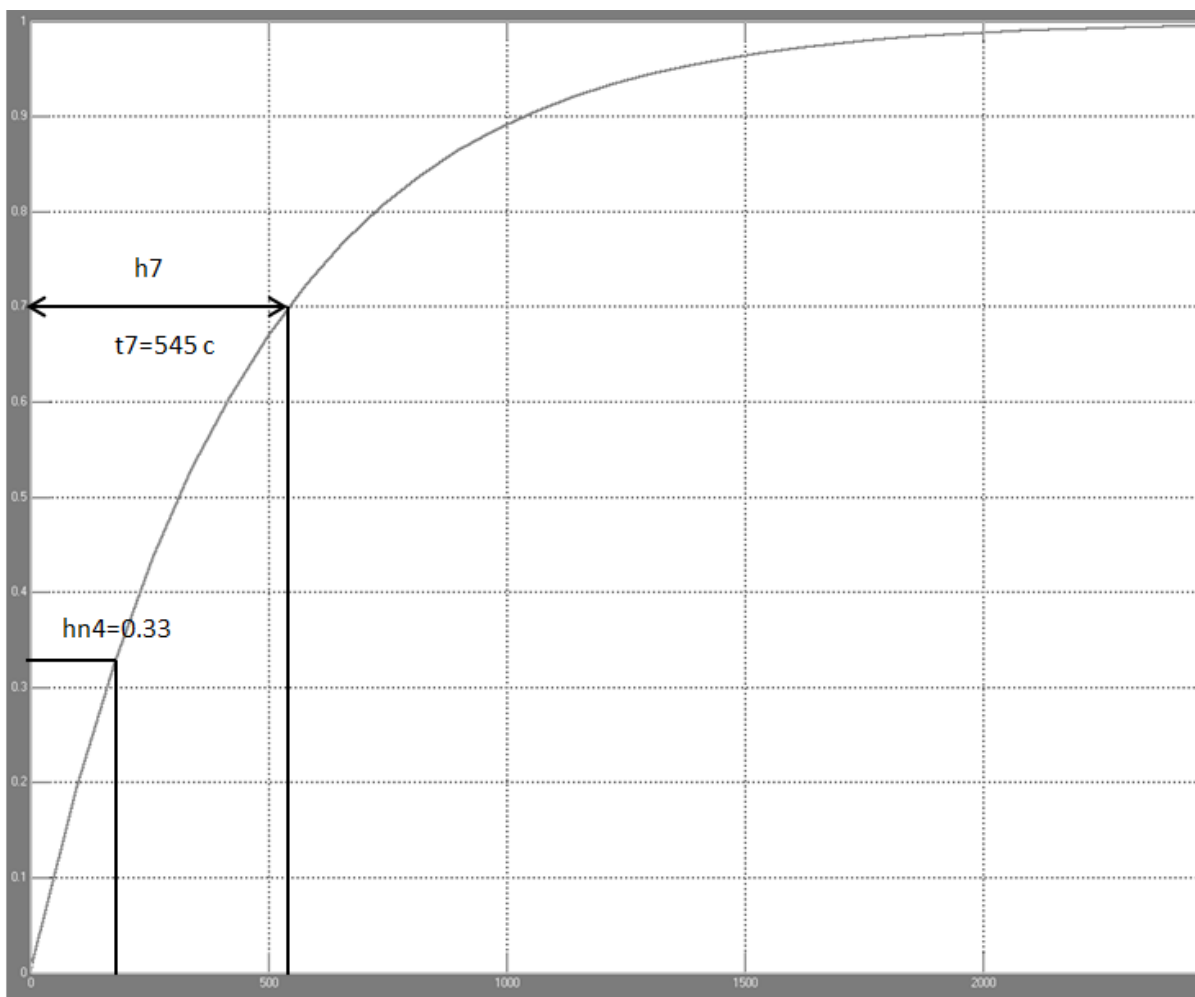


Рисунок 18 – Крива розгону

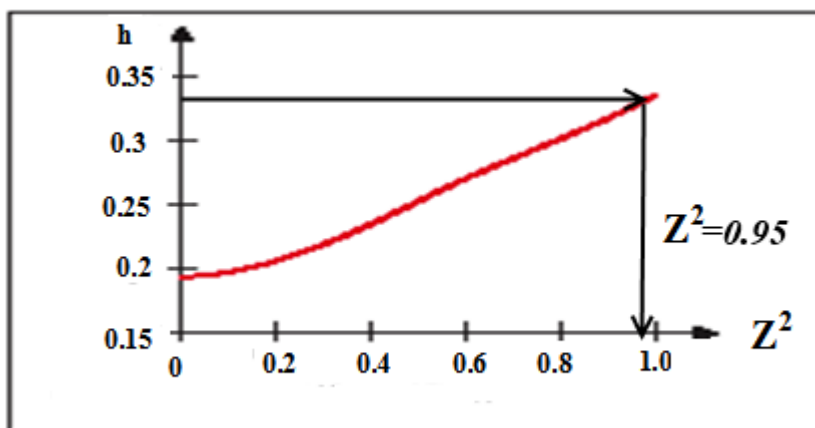


Рисунок 19 - Номограма для визначення величини  $Z^2$

5) Для визначення постійних часу об'єкта управління  $T_1$  і  $T_2$  використовуються наступні формули:

$$T_1 = \frac{t_7}{2.4}(1+z) \quad T_2 = \frac{t_7}{2.4}(1-z)$$

$$T_1 = \frac{545}{2.4}(1 + 0.975) = 448.5 \text{ c}$$

$$T_2 = \frac{545}{2.4}(1 - 0.975) = 5.67 \text{ c}$$

Т.к.  $T_1 \gg T_2$ , то можно перейти до моделі першого порядку:

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{1+Tp}$$

Результуюча передаточна функція має наступний вигляд:

$$W(p) = \frac{1}{448.5p + 1}$$

отриманою передаточною функцією будемо перехідну характеристику і зробимо порівняння з вихідною кривою розгону. Нормований графік перехідних характеристик показаний на рисунку 20:

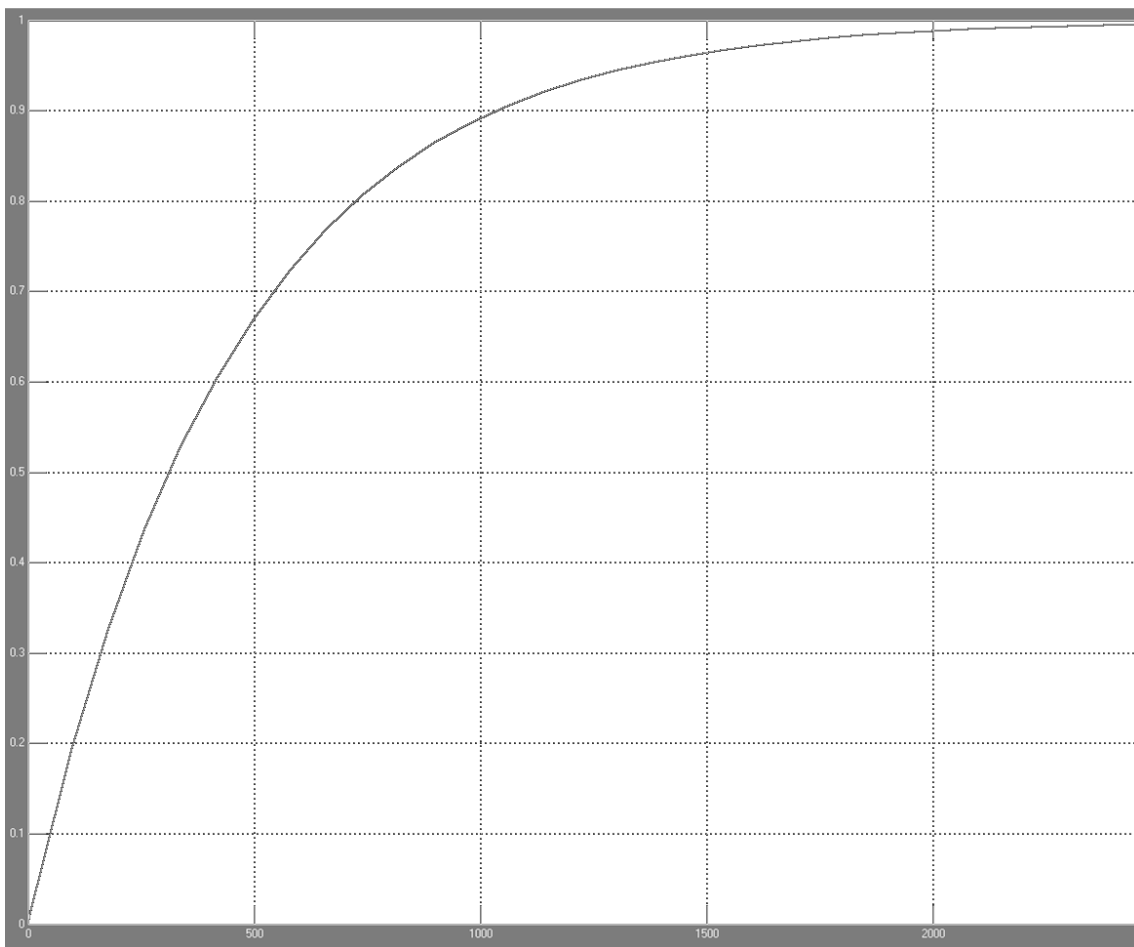


Рисунок 20- Крива розгону з експерименту

## Перевірка адекватності отриманих кривих розгону

Для перевірки відповідності перехідних характеристик скористаємося методом Фішера. Відповідно до цього методу необхідно весь інтервал часу поділити на 10 частин і потім визначати  $Y_{i \text{ зад}}$  і  $Y_{i \text{ мод}}$ . Ці значення записані до таблиці 12.

Таблиця 12 - Значення, отримані з перехідних характеристик

зад Y	0.103	0.199	0.282	0.357	0.427	0.486	0.542	0.59	0.632	0.672
мод Y	0.102	0.2	0.28	0.353	0.425	0.484	0.54	0.584	0.631	0.67
t	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

$$U_{\text{сер.мод}}=0,427$$

$$U_{\text{сер.зад}}=0,429$$

Всі розрахунки проводимо в математичному пакеті MathCad (рис 20).

The image shows the following calculations in MathCad:

$$yz := \begin{pmatrix} 0.103 \\ 0.199 \\ 0.282 \\ 0.357 \\ 0.427 \\ 0.486 \\ 0.542 \\ 0.59 \\ 0.632 \\ 0.672 \end{pmatrix}$$

$$ym := \begin{pmatrix} 0.102 \\ 0.2 \\ 0.28 \\ 0.353 \\ 0.425 \\ 0.484 \\ 0.54 \\ 0.584 \\ 0.631 \\ 0.67 \end{pmatrix}$$

$$S1 := \frac{\sum_{i=0}^9 (yz_i - 0.429)^2}{9}$$

$$S1 = 0.036$$

$$S2 := \frac{\sum_{i=0}^9 (ym_i - 0.427)^2}{9}$$

$$S2 = 0.036$$

$$F := \frac{S1}{S2}$$

$$F = 1.008$$

Рисунок 21 розрахунки в MathCad.

Згідно таблиці 13 для визначення критерію Фішера для  $f1 = 10$ ,  $f2 = 10$  визначаємо критерій Фішера. Для даних значень він дорівнює 2,98.

Так як згідно таблиці Фішера отриманий критерій менше ніж критерій по таблиці (1,008 < 2.98), то можна вважати, що дана модель адекватна.

Таблиця 13 - Критерій Фішера

$f_2$	$f_1$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31

### Вибір регулятора та його параметрів налаштування

Для більш швидкого, простого та наглядного методу скористаємося математичним пакетом MATLAB.

Збираємо схему регулювання, яка має вигляд

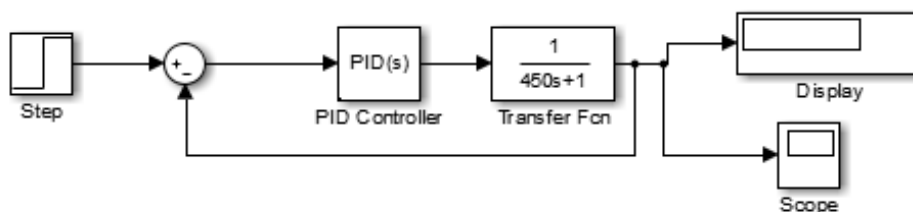


Рисунок 22- схема для моделювання

Вибирати будемо між промисловими П, ІІ, ПІД – регуляторами, головними критеріями при виборі будуть час регулювання, а також пере регулювання. Також буде приведена таблиця з параметрами всіх регуляторів. Підбор параметрів регулювання проводиться переміщенням необхідного повзунка.

## П- регулятор

### Безперервний ідеальний П- регулятор

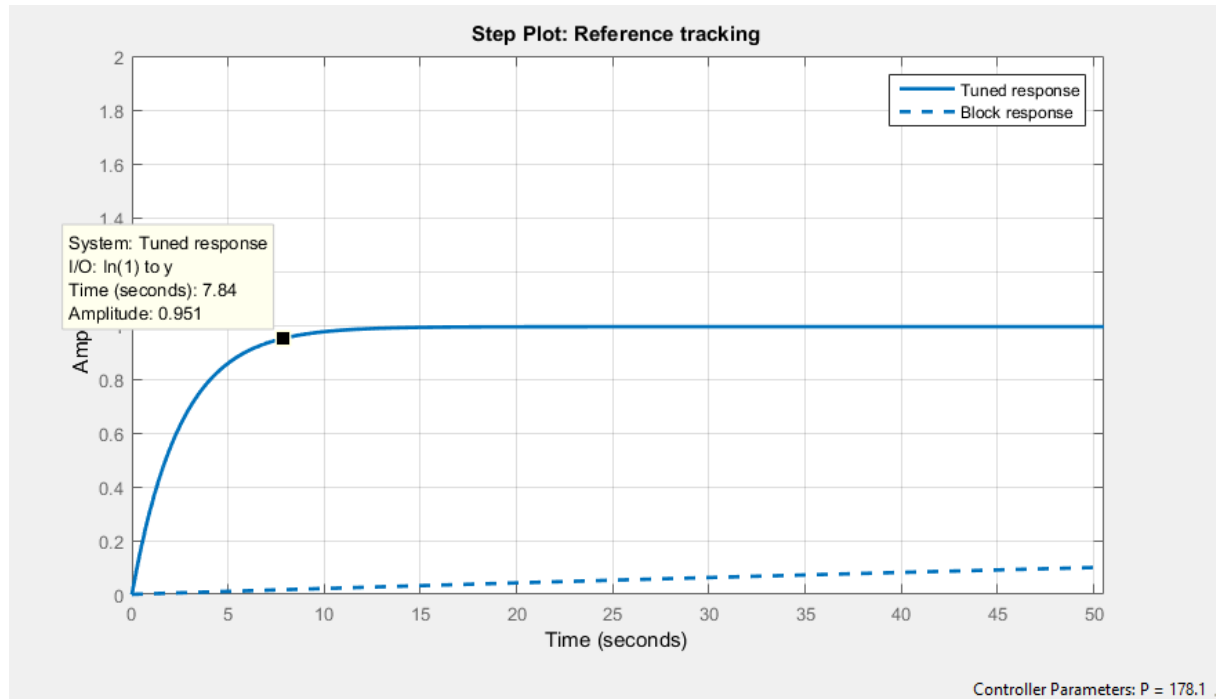


Рисунок 23- Результати моделювання

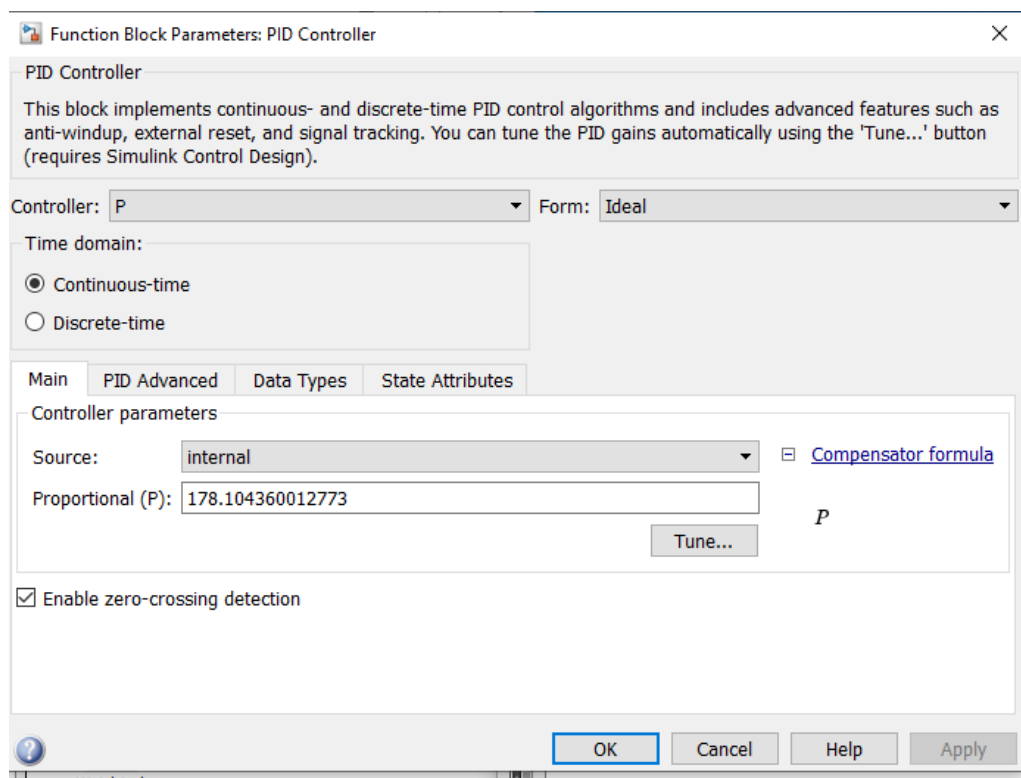


Рисунок 24- Налаштування П-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 178,1; час регулювання 7,84 секунди; перерегулювання немає. Безперервний паралельний П-регулятор при налаштування показав такі самі величини.

## III – регулятор

### Безперервний паралельний III – регулятор

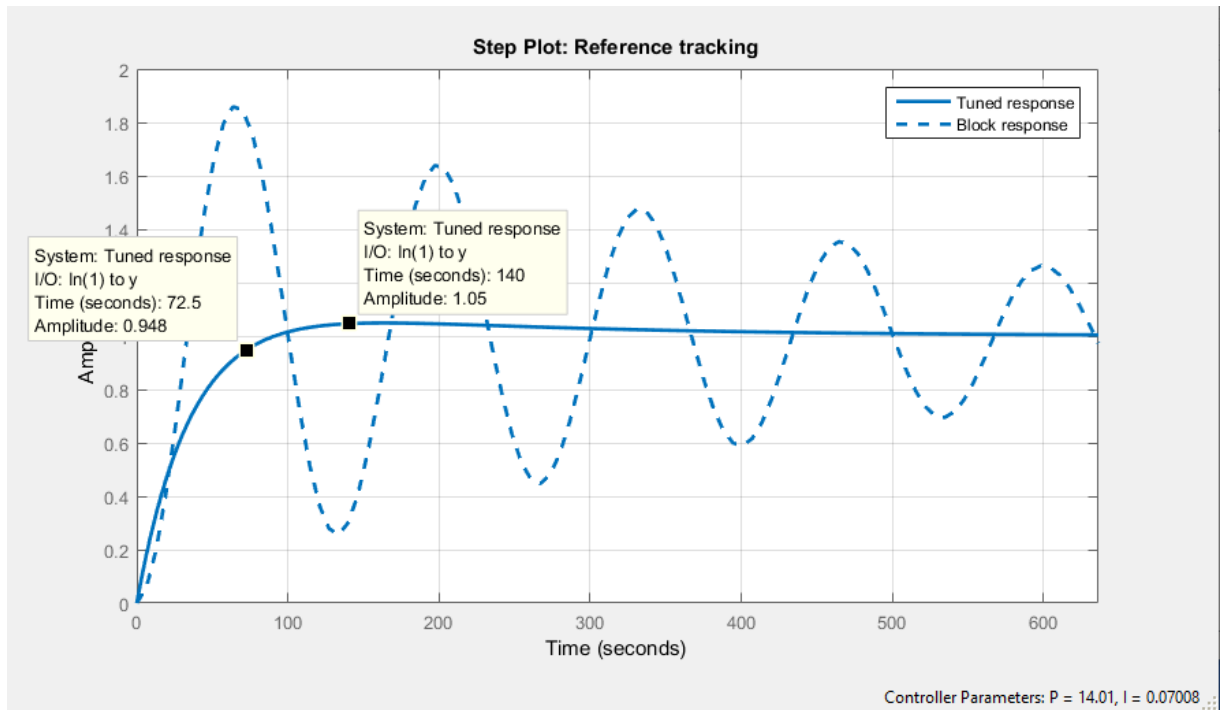
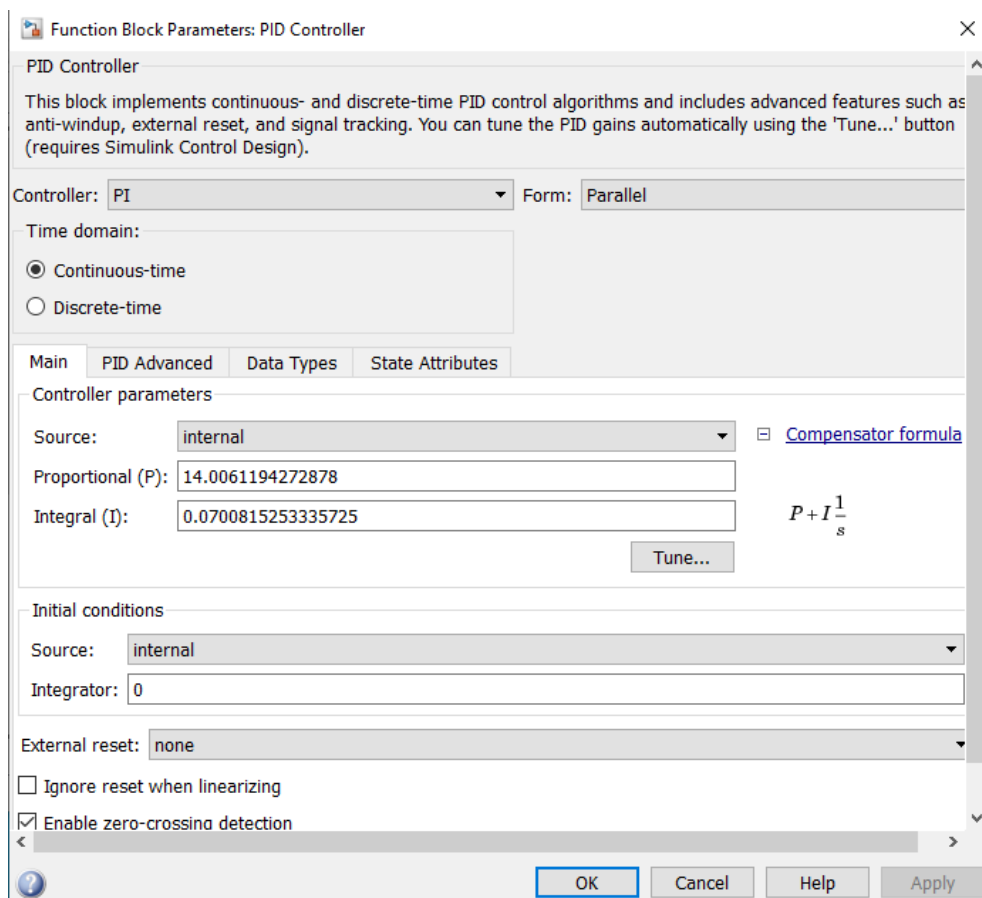


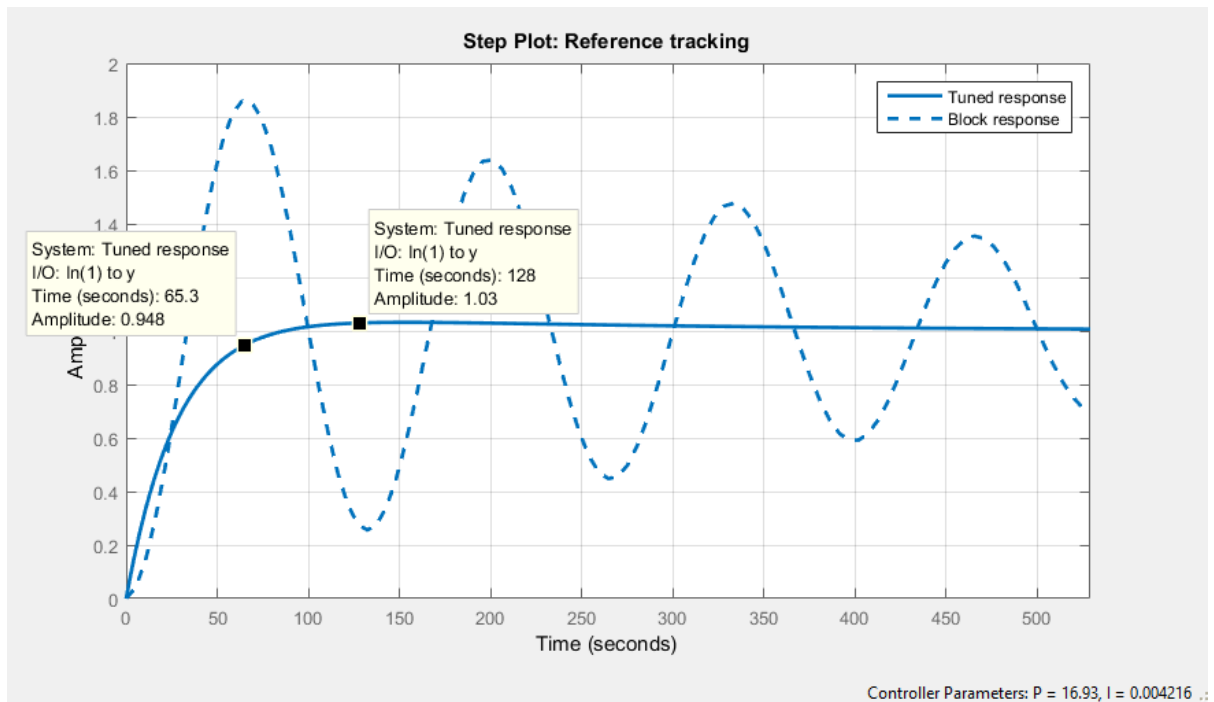
Рисунок 25- Результати моделювання



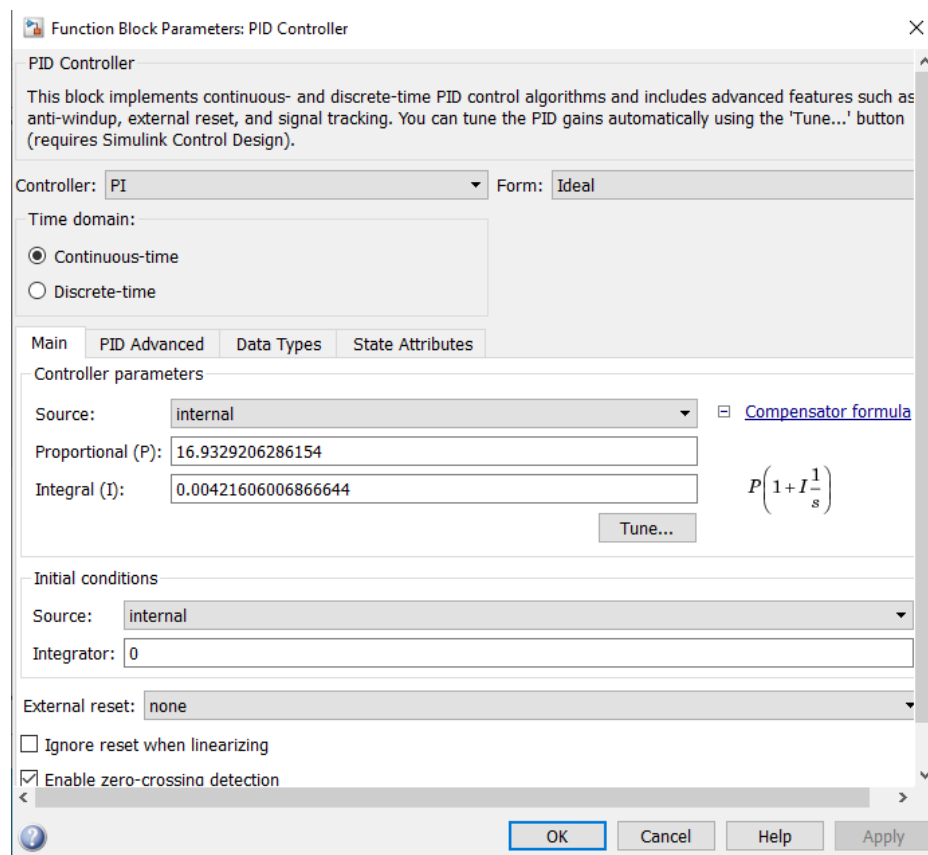
## Рисунок 26- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 14; час інтегрування – 0,07; час регулювання 72,5 секунди; перерегулювання 5%.

Безперервний ідеальний ПІ – регулятор



## Рисунок 27- Результати моделювання



## Рисунок 28- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 16,93; час інтегрування – 0,004; час регулювання 65,3 секунди; перерегулювання 3%.

Дискретний ідеальний ПІ – регулятор

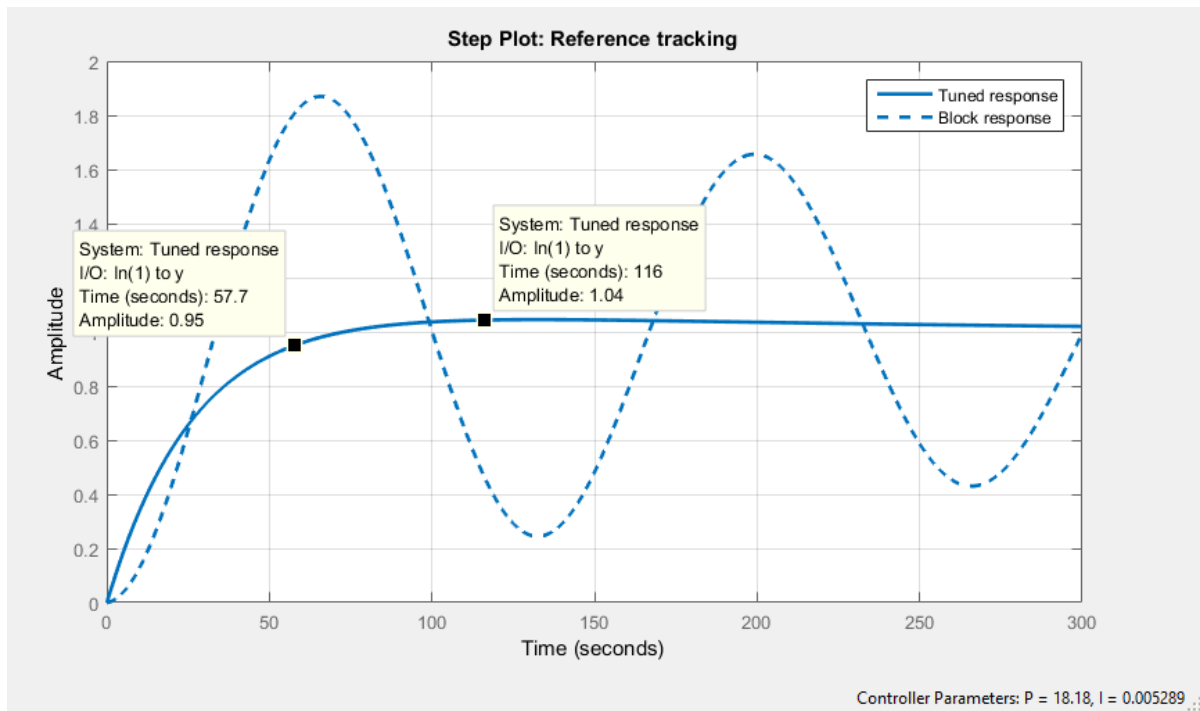


Рисунок 29- Результати моделювання

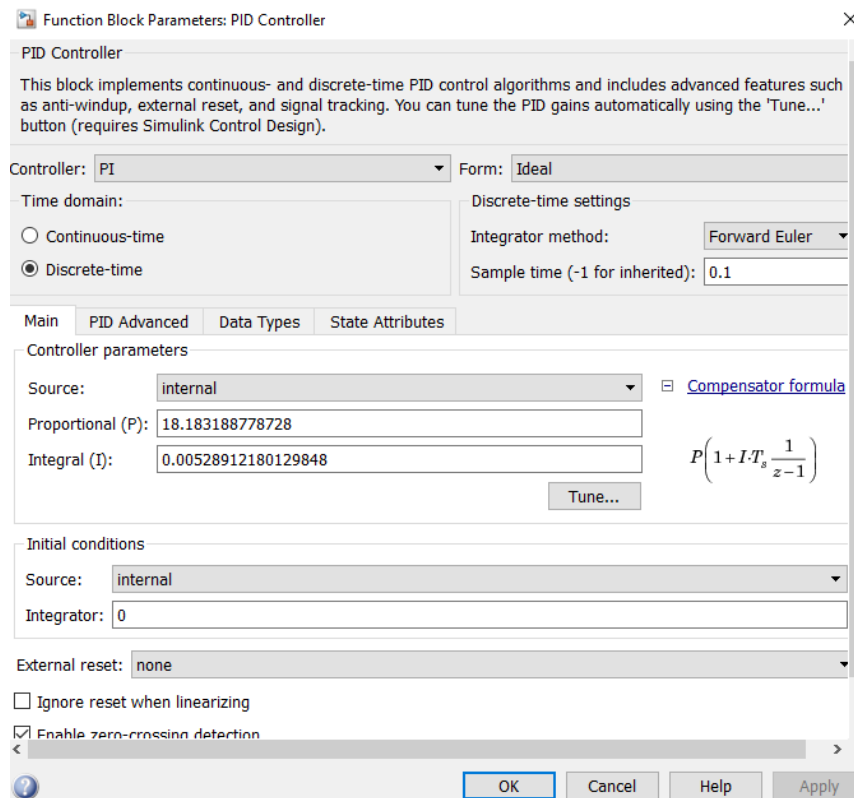


Рисунок 30- Налаштування ПІ-регулятора



В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 18,18; час інтегрування – 0,005; час регулювання 57,7 секунди; перерегулювання 4%.

### Дискретний паралельний ПІ – регулятор

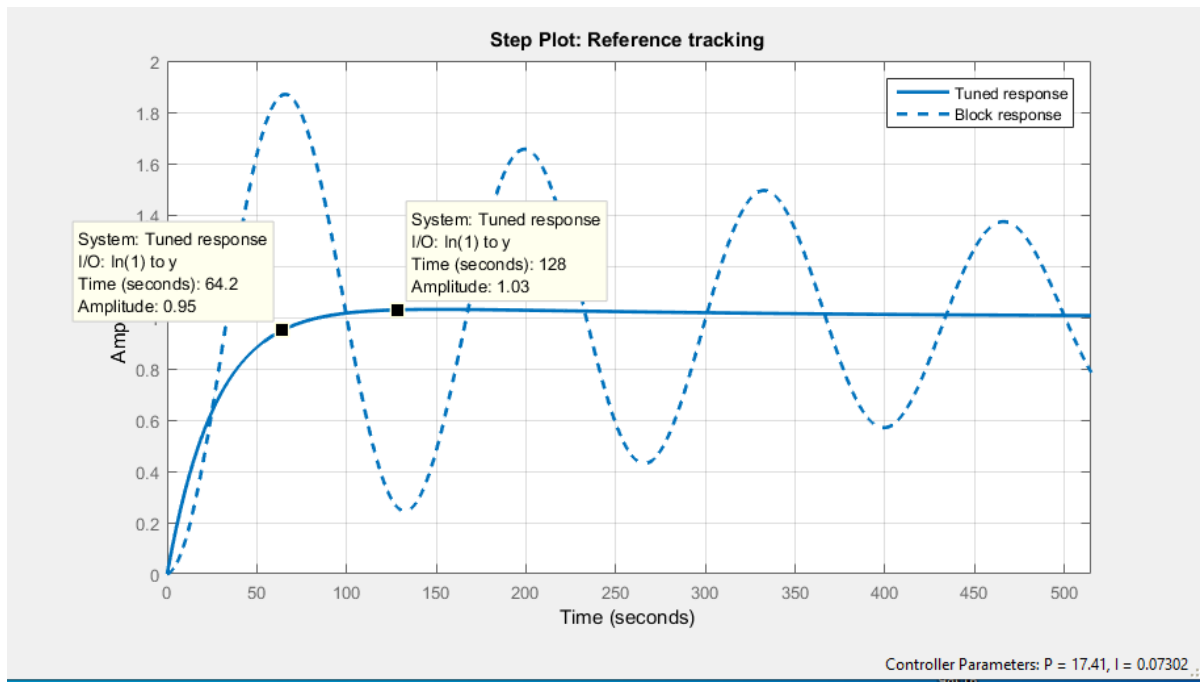


Рисунок 31- Результати моделювання

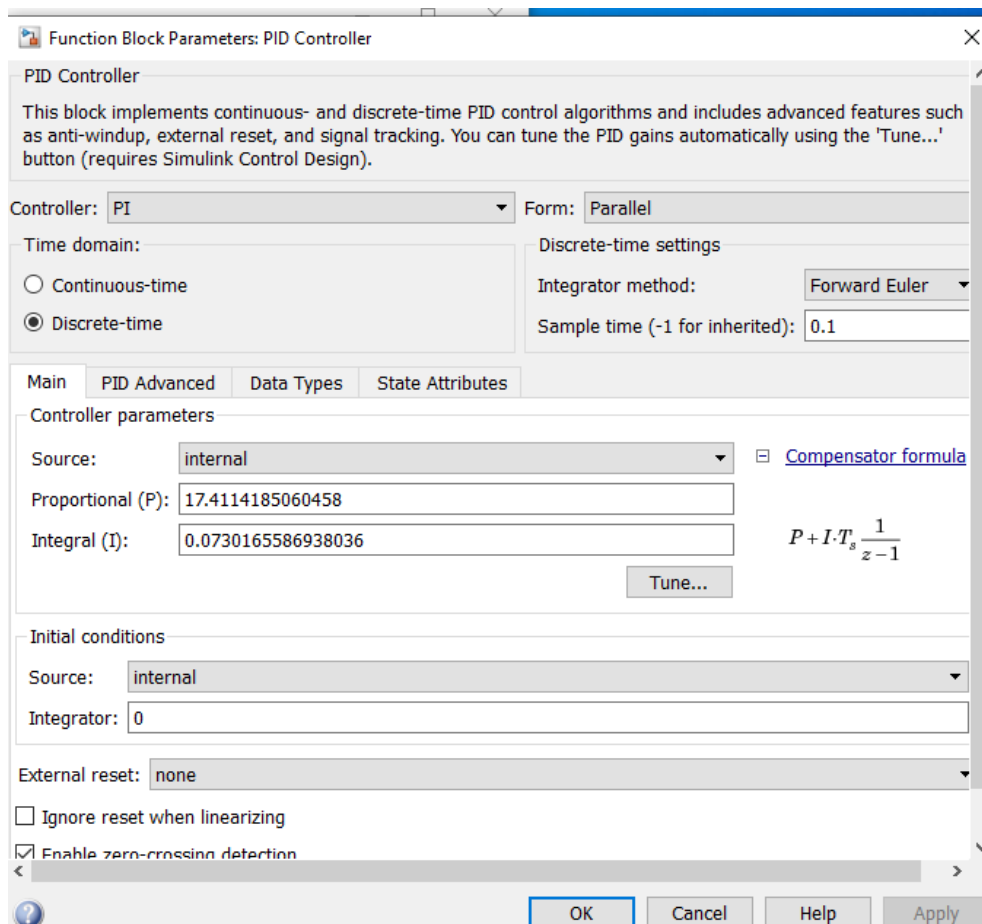


Рисунок 32- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 17,41; час інтегрування – 0,07; час регулювання 64,2 секунди; перерегулювання 3%.

### 8.1.4.3 ПІД – регулятор

#### Безперервний ідеальний ПІД – регулятор

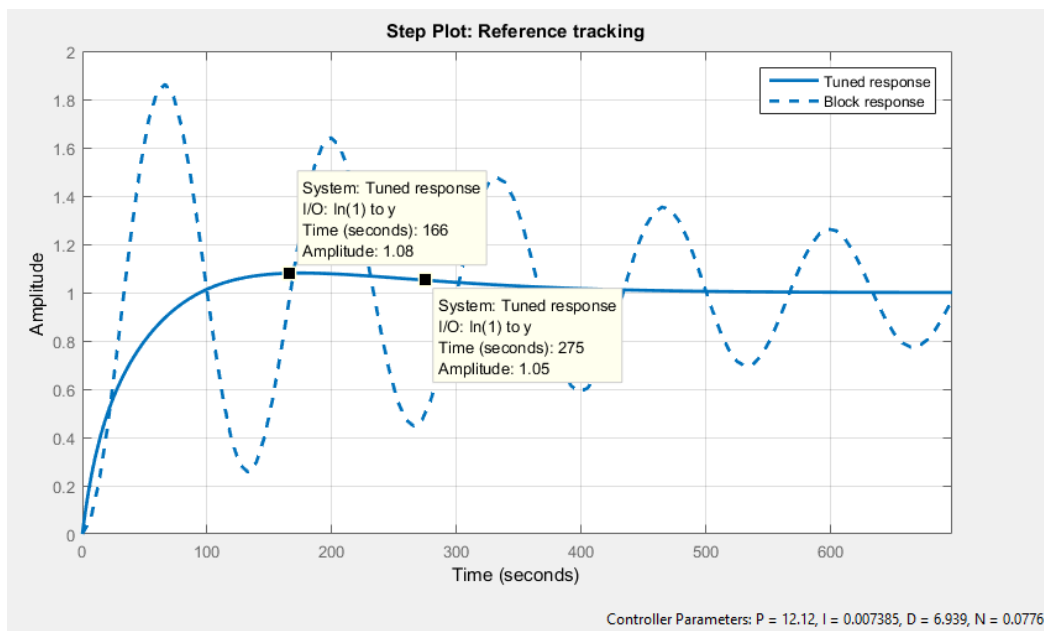


Рисунок 33- Результати моделювання

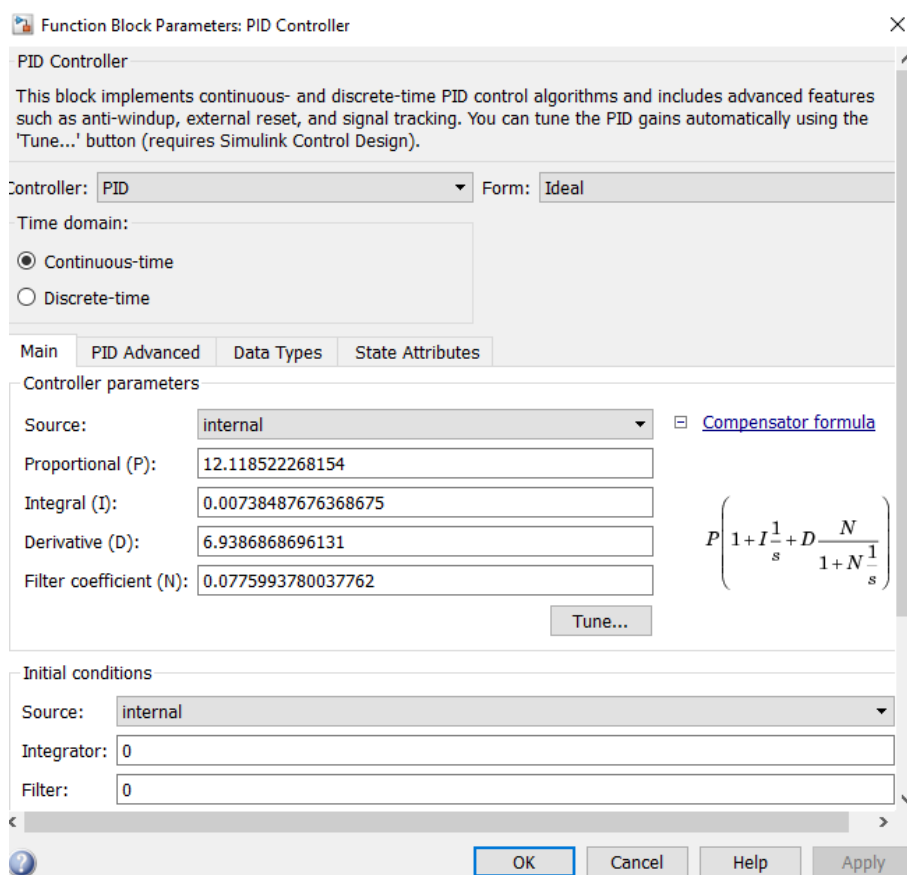


Рисунок 34- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 12,11; час інтегрування – 0,007; час диференціювання – 6,93; час регулювання 275 секунди; перерегулювання 8%.

### Безперервний паралельний ПІД – регулятор

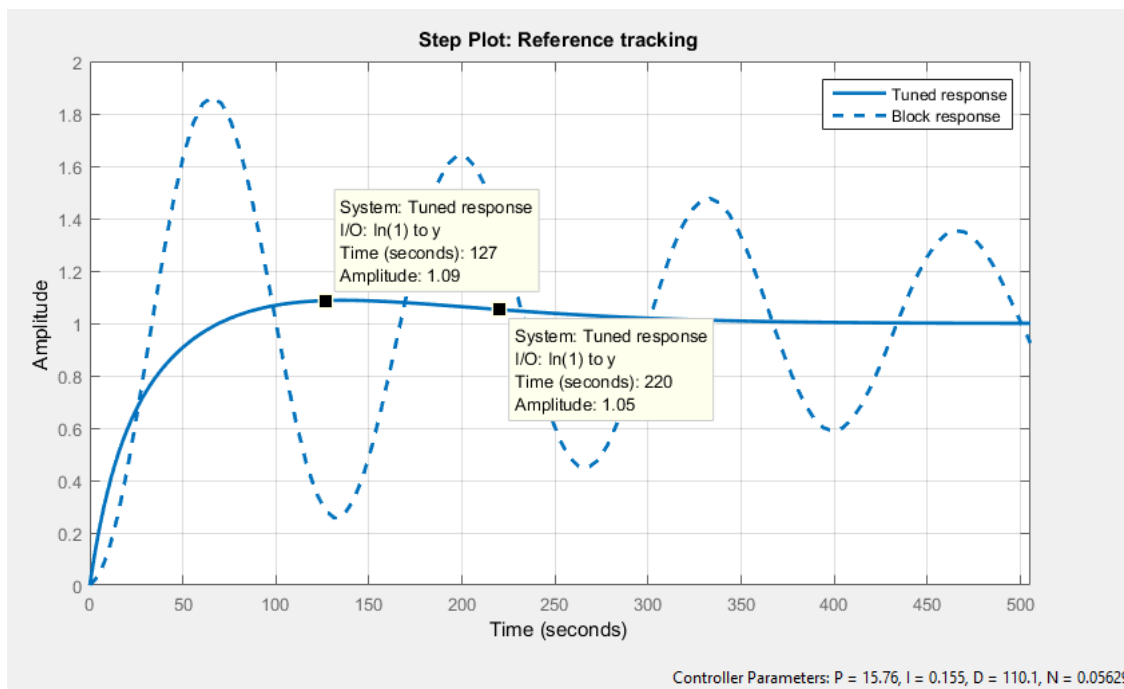


Рисунок 35- Результати моделювання

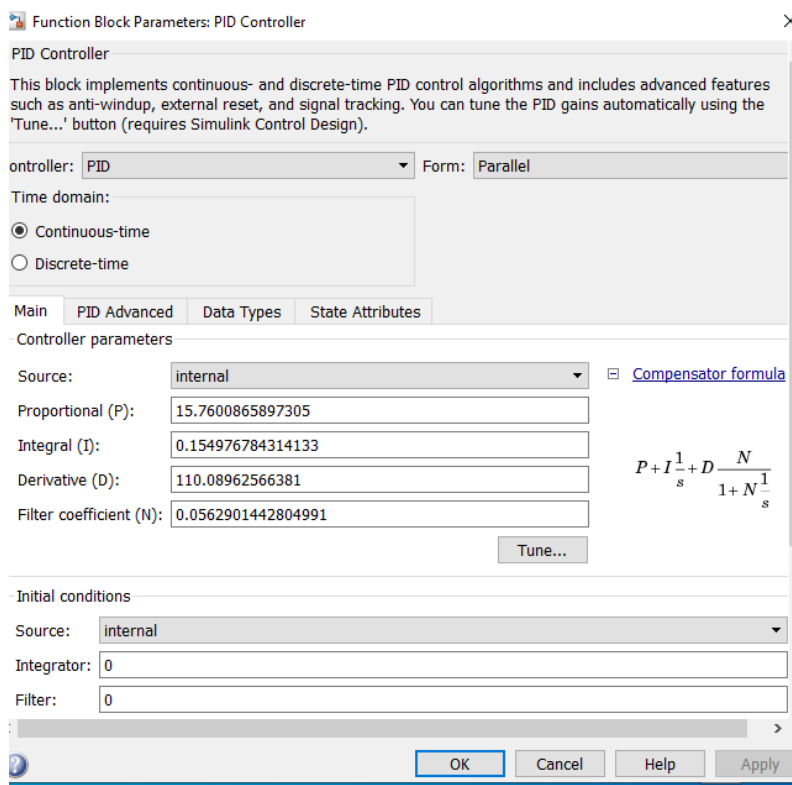


Рисунок 36- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 15,76; час інтегрування – 0,15; час диференціювання – 110,08; час регулювання 220 секунди; перерегулювання 9%.

### Дискретний паралельний ПІД – регулятор

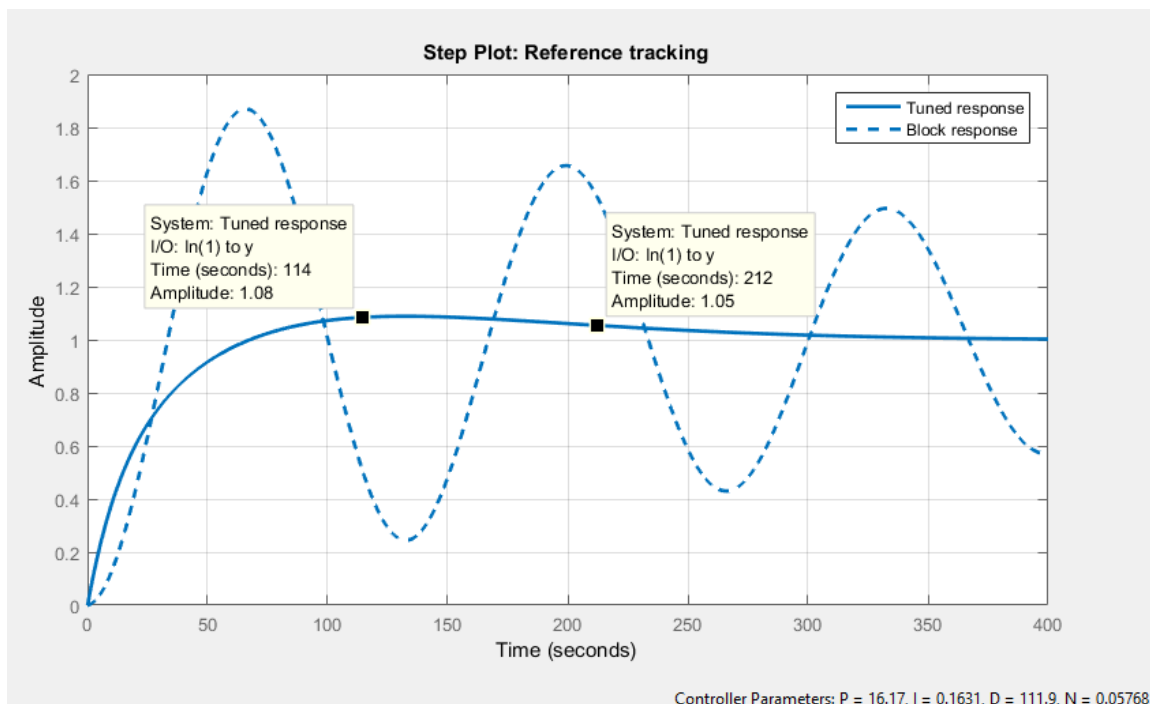


Рисунок 37- Результати моделювання

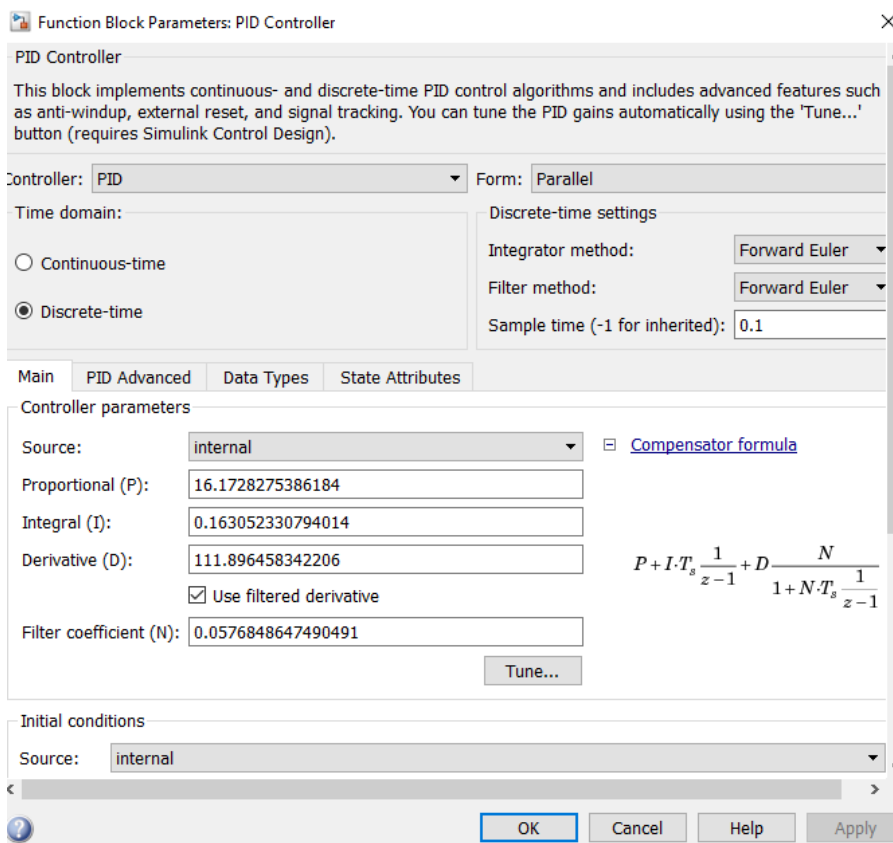


Рисунок 38- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 16,17; час інтегрування – 0,16; час диференціювання – 111,89; час регулювання 212 секунди; перерегулювання 8 %.

### Дискретний ідеальний ПІД – регулятор

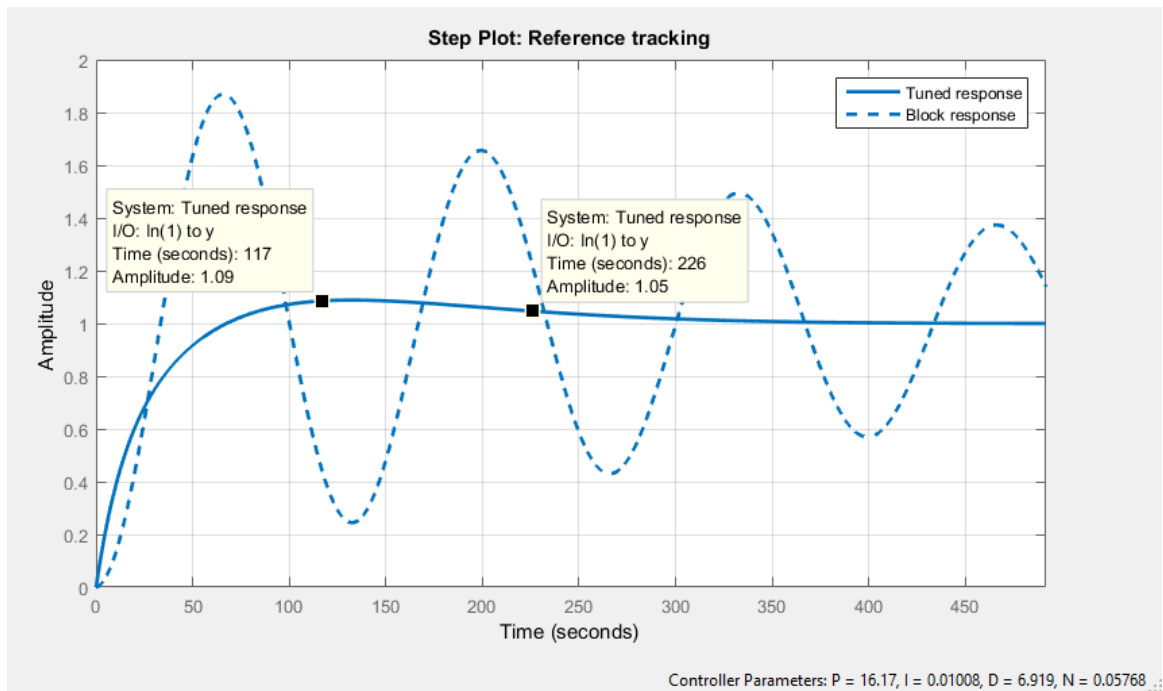


Рисунок 39- Результати моделювання

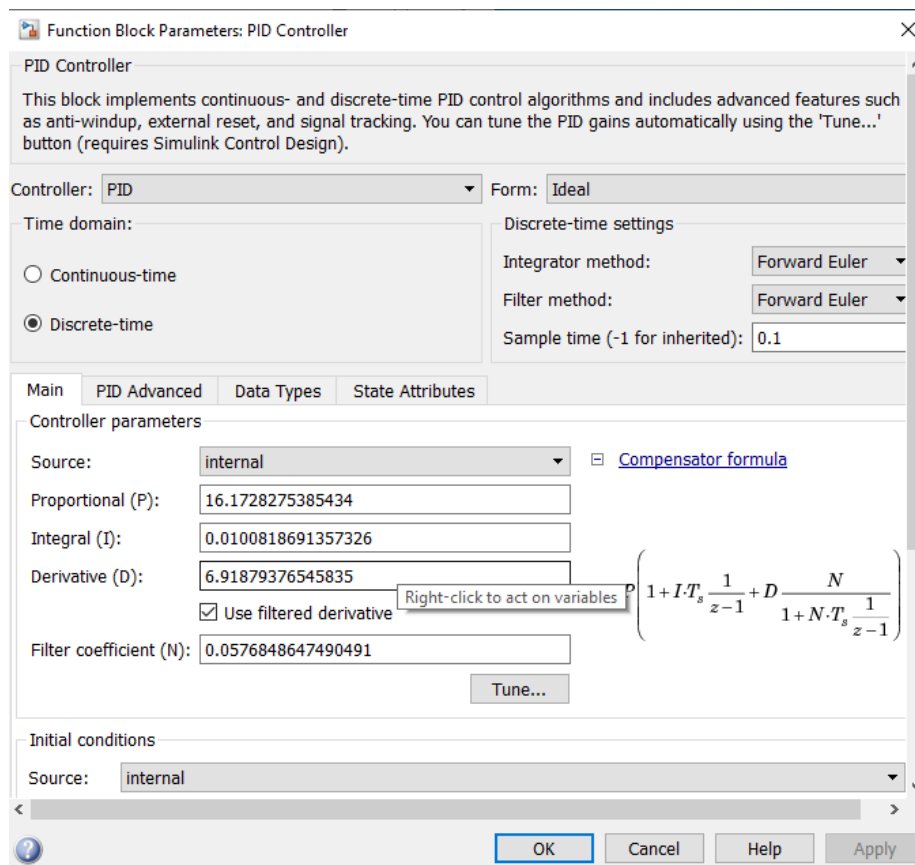


Рисунок 40- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 16,17; час інтегрування – 0,01; час диференціювання – 6,91; час регулювання 226 секунди; перерегулювання 9 %.

Таблиця 14 – Результати регулювання

Регулятор	P	I	D	Час регулювання, с	Перерегулювання, %
Безперервний ідеальний П-регулятор	178,1	-	-	7,84	-
Безперервний паралельний ПІ – регулятор	14	0,07	-	72,5	5
Безперервний ідеальний ПІ – регулятор	16,93	0,004	-	65,3	3
Дискретний ідеальний ПІ – регулятор	18,18	0,005	-	57,7	4
Дискретний паралельний ПІ – регулятор	17,41	0,07	-	64,2	3
Безперервний ідеальний ПІД – регулятор	12,11	0,007	6,93	275	8
Безперервний паралельний ПІД – регулятор	15,76	0,15	110,08	220	9
Дискретний паралельний ПІД – регулятор	16,17	0,16	111,89	212	8
Дискретний ідеальний ПІД – регулятор	16,17	0,01	6,91	226	9

При виборі регулятора звертаємо увагу на такі показники: час регулювання та перерегулювання. З вище перерахованих найкращим вибором був би П-регулятор, але це неможливо в зв'язку з тим, що теоретично при моделюванні з такими параметрами регулювання можливе, але технічно реалізувати його в системі неможливо. З ПІ- регулятором отримали такі показники: час регулювання в середньому 65 секунд, а перерегулювання 4%. ПІД- регулятор має свої недоліки, такі як: 3 параметри налаштування(що викликає додаткові складнощі при налаштуванні), вразливість до перешкод та інше. Також при моделюванні були отримані гірші

показники регулювання, а саме час регулювання в порівнянні з ПІ- регулятором більший майже в 3 рази, пере регулювання теж збільшилося. На основі таблиці 14, був вибраний Дискретний ідеальний ПІ – регулятор, так як має оптимальні показники з тих що наведені в таблиці 14, а також два настроювальних параметри, що спростить його настроювання.

## 5 КОМПОНОВКА САП

Розробка проекту САП на об'єкті проводиться на підставі функціональної схеми

Компонування обладнання та лінії зв'язку представлені на схемі електричної з'єднань.

Оглядова схема системи моніторингу та управління пожежогашінням зображена на рисунку 41.

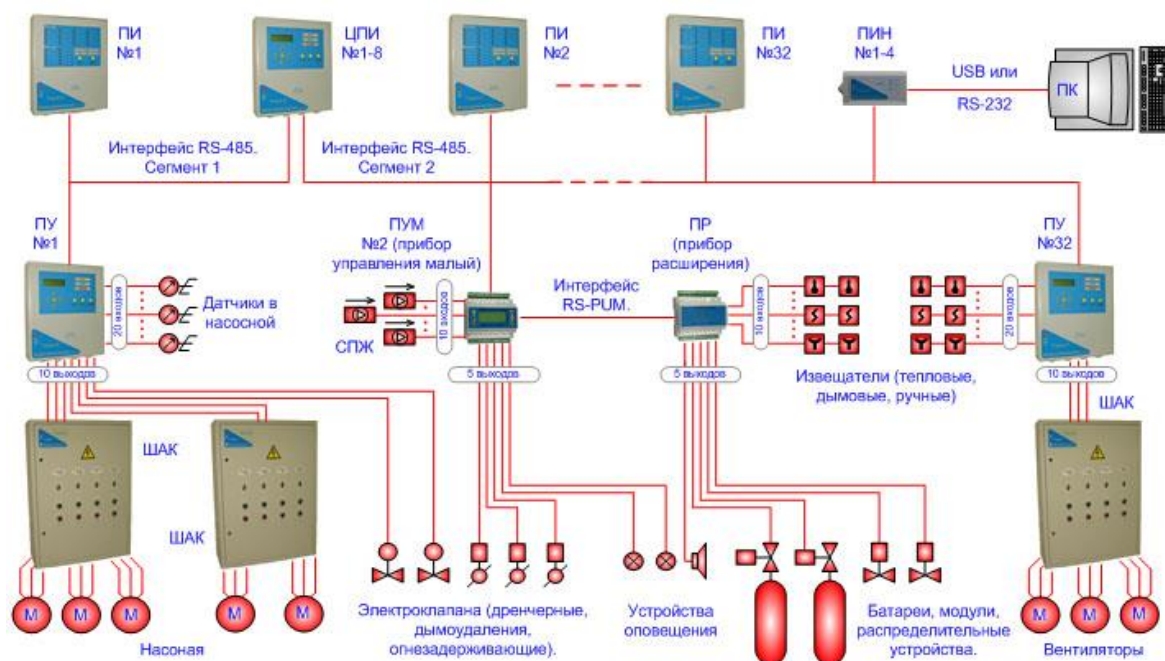


Рисунок 41 – Схема системи моніторингу та управління пожежогашінням

Пожежний резервуар і ємність з піноутворювачем встановлені зовні об'єкта пожежогашіння і знаходяться в поглибленні, яке захищене зверху перекриттям і теплоізоляцією від промерзання. До пожежного резервуару підводиться водопровідна магістраль, на якій встановлена електрозадвіжка. Управління електрозадвіжки проводиться МК шляхом подачі керуючих сигналів на виконавчий механізм в залежності від сигналів з датчиків рівня води в пожежному резервуарі.

У приміщенні насосної станції встановлені основні і резервний насоси, основний і резервний жокей-насоси, основний і резервний насоси-дозатори. У штатному режимі пожежогашіння працюють обидва основні насоса. У разі виходу з ладу одного з основних насосів, в роботу включається резервний насос. Для швидкого заповнення трубопроводу спочатку роботи система управління задіє основний жокей-насос. А в разі його несправності - резервний жокей-насос.



Піноутворювач подається в магістраль водо- пінного пожежогасіння за допомогою основного насоса-дозатора. А в разі його несправності - за допомогою резервного насоса-дозатора.

У приміщенні компресорної станції знаходяться компресор і пневмопосуди. За допомогою повітряного потоку, створюваного компресором, з води, що поступає і піноутворювача утворюється водо-пінна суміш, яка займає великий обсяг і швидко обволікає палаючі об'єкти, запобігаючи поширенню горіння.

У всіх кабінах утилізації встановлені дренчерні розпилювачі водо-пінної суміші. Шляхи евакуації і коридор покриті рівномірно розподіленими дренчерними розпилювачами для створення водяних завіс. Все розпилювачі відкриваються за допомогою електроклапанів, якими управляє МК.

Через все кабіни утилізації проходить три шлейфу адресно-аналогової системи виявлення загорання. Наявність загорання визначається за такими чинниками присутності диму в повітрі, при підвищенні температури повітря і при виявленні полум'я.

Проходження туша агентів контролюється за допомогою лічильників витрат на кожному з трубопроводів. Кількість агентів для гасіння пожежі визначається залежно від зафіксованої площі загорання і регулюється МК шляхом управління продуктивністю всіх насосів і компресора через подачу керуючих сигналів на ПЧ.

Первинні перетворювачі датчиків вимірювання тиску і витрати встановлюються безпосередньо на трубопроводах. Інформація від датчиків по лініях зв'язку передається в шафу управління, розташований в службовому приміщенні КВП. У шафі КВП також змонтований промисловий МК, пам'ять якого запрограмована на забезпечення функціонування САП відповідно до обраного алгоритму управління. Там же розташовані модулі вводу-виводу, панель харчування з автоматичними вимикачами, панель з частотними перетворювачами і джерела безперебійного живлення.

ДБЖ з вихідною напругою 24В забезпечують живлення датчиків, шлейфів пожежної сигналізації і приводу електрозасуви. ДБЖ з вихідною напругою 220В

забезпечують харчування МК і модулів вводу-виводу. Живлення силових агрегатів здійснюється від промислової 3-х фазної мережі живлення 1-ї категорії. Захист силових ланцюгів забезпечується автоматичними вимикачами.

МК і модулі введення-виведення пов'язані між собою по інтерфейсу RS-485. Керуючий комп'ютер САП знаходиться в приміщенні АСУТП і через перетворювач інтерфейсу RS-485 / RS-232 приймає інформацію від МК і відображає стан процесу на моніторі. Через інтерфейс USB і GSM модем сигнал про пожежу по каналу GSM передається до регіонального підрозділу МНС.

Як приклад наведено систему, яка забезпечує моніторинг стану і автоматичне керування двома насосами за схемою «основний-резервний», пристроєм компенсації витoku вогнегасної речовини, дренажним насосом і шістьма клапанами захисту шляхів евакуації. Розроблений приклад мнемосхеми зображено на рисунку 42.

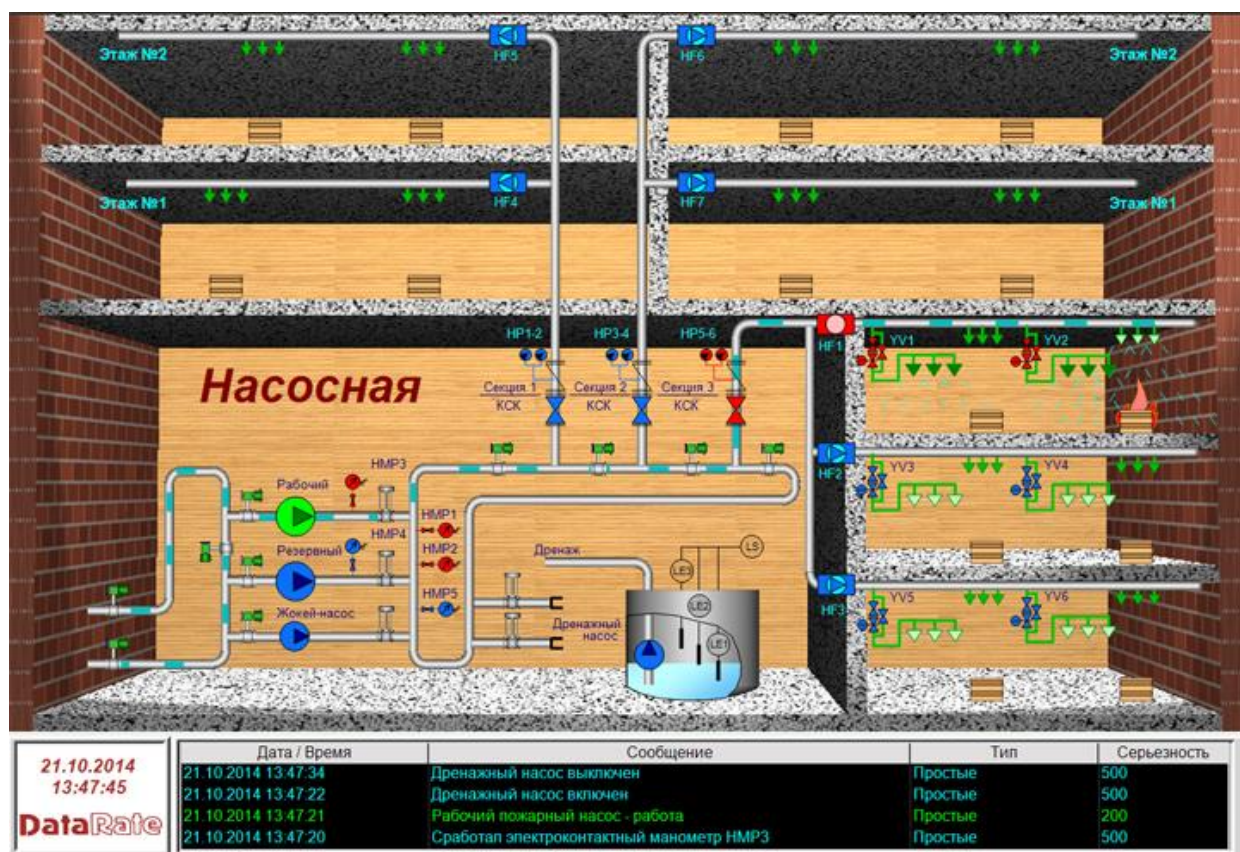


Рисунок 42 – Приклад мнемосхеми моніторингу стану і автоматичного керування САП.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання проекту проведено функціонально - технологічний аналіз системи пожежогасіння, робота якої забезпечується обраними засобами автоматизації, встановленими на об'єкті.

Розроблено функціональну схему автоматизації, яка встановлює зв'язки між використовуваними засобами виявлення, оповіщення та сигналізації про пожежу.

Скомпоновані засоби автоматизації, управління і регулювання, представлені схемою електричних з'єднань.

Завдання пожежогасіння вирішуються за допомогою відповідних виконавчих механізмів, що подають засоби пожежогасіння на об'єкт.

Виконано розрахунок регулятора тиску, який дозволяє отримати необхідну динаміку управління подачі води на об'єкт.

Крім класичних каналів зв'язку в системі передбачається зв'язок верхнім рівнем забезпечення пожежної безпеки через GSM канал.

Діагностика та перевірка стану обладнання здійснюється за допомогою ПК, встановленого в приміщенні АСУТП.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні будівельні норми України. Пожежна автоматика будинків і споруд ДБН В.2.5-13-98
2. Ф. І. Шаров. Пристрій і системи пожежної сигналізації. -М .: Стройиздат, 1985. - С299.
3. Топольський Н.Г. Основи автоматизованих систем пожежовибухобезпеки об'єктів. -М: МП11Б МВС Росії, 1997. -164 с.
4. Бутусов Н.В. Автоматичні контрольно-вимірювальні і регулюючі прилади. - М. Гостехиздат, 1983. - 245с.
5. Голуб'ятників В.А., Шувалов В.В. Автоматизація виробничих процесів у хімічній промисловості: Навч. для технікумів. - 2-е изд., Перераб. і доп.- М .: Хімія, 1985. - 352с.
6. Зараев В.І., Устюшенкова О.Ю., Хрустальов Б.С. Частотно-регульований електропривод - сучасний шлях до вдосконалення установок з компресорами, 2005р.
7. Медведева В.С. Охорона праці і протипожежний захист в хімічній промисловості - М: Хімія, 1989
8. Регламент технологічного процесу.
9. Робочі інструкції по правилам ведення робіт, техніки безпеки, протипожежної безпеки.
10. Черв'яков В.Д., Журавльов О.Ю., Методичні вказівки щодо оформлення курсових и дипломних проектів. Інструктивні матеріали. - Суми: вид-во СумДУ, 2007. - 64 с.
11. А.С.Клюев. Проектування систем автоматизації технологічних процесів. - М .: "Вища школа", 1990, 464с.
12. Норенков І.П. Системи промислової автоматизації. // Інформаційні технології. №11. 2001. С.7-14.