

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розробка системи управління поливом тепличного
комбінату»

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи КАМ-61
спеціальності 151 «Автоматизація

та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

Оленюх Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Трембач Р.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Козбур В.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Савків В.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Золотий Р.З.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Оленюху Роману Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи управління поливом тепличного комбінату»

Керівник роботи к.т.н., доцент Трембач Р.Б.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «30» вересня 2020 року № 4/7-705

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Технологічний процес управління поливом

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Провести аналіз предметної області; 2) Дослідження правил управління;
3) Розробити функціональну схему автоматизації; 4) вибрати та побудувати схеми установки давачів; 5) розробити алгоритм та систему керування; 6) розробити програмне забезпечення системи керування.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Обґрунтування проблеми автоматизації процесу поливу	8
1.2 Опис об'єкта управління	13
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	14
2.1 Управління насосними установками на базі нечіткої логіки	14
2.2 Особливості нечіткого адаптивного управління	17
2.3 Дослідження правил управління	18
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	22
3.1 Технічні характеристики об'єкта управління	22
3.2 Особливості побудови функціональної схеми автоматизації	25
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	29
4.1 Вибір давачів та побудова схеми установки давачів	29
4.2 Побудова алгоритму керування об'єктом	34
4.3 Вибір мікроконтролера для здійснення керування	39
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	48
5.1 Вибір програмних засобів реалізації САК	48
5.2 Побудова графічного інтерфейсу користувача-оператора	60
5.3 Програмна реалізація алгоритму керування	68
5.4 Конфігурування центрального процесора	72
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	78
6.1 Аналіз шкідливих факторів та потенційних небезпек в обчислювальному центрі	78
6.2 Забезпечення нормальних умов праці	82
6.3 Забезпечення безпеки експлуатації ЕОМ	86
6.4 Електромагнітний імпульс ядерного вибуху і захист від	88

нього радіоелектронних засобів	
6.5 Сучасний стан знань в області ЕМІ	90
6.6 Використання імітаторів ЕМІ для набору експериментальних даних	93
6.7 Можливі шляхи вирішення задачі захисту від ЕМІ	94
6.8 Практична оцінка стійкості промислового цеху до впливу ударної хвилі ядерного вибуху	97
ВИСНОВКИ	100
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	102
ДОДАТОК А. Представлення програмного коду системи автоматичного управління поливом	104

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ПЛК	– програмований логічний контролер
ППО	– прикладне програмне забезпечення
БУ	– блок управління
СУ	– система управління
САК	– система автоматизованого керування
БЖ	– блок живлення
ЕКМ	– електроконтактний манометр
ЕРСУ	– електронний регулятор – сигналізатор рівня
WinCC	– Windows Control Center [Центр управління Windows]
SCADA	– Supervisory Control And Data Acquisition [Диспетчерське управління і збір даних]
СТ	– сенсор тиску
ФСА	– функціональна схема автоматизації
ЦП	– центральний процесор

ВСТУП

Незважаючи на досить складну економічну ситуацію в Україні, в промисловості продовжується процес технічної модернізації технологічного обладнання і впровадження сучасних систем управління виробництвом. Це викликане насамперед тим, що без цього неможливо підвищити якість продукції і знизити витрати на її виробництво.

Сучасний стан розвитку систем автоматизації характеризується широким впровадженням мікропроцесорних засобів автоматизації: інтелектуальних датчиків, пристроїв управління, функціональних блоків, засобів відображення інформації, операторних панелей і ін.

Це пояснюється високою надійністю, відносною простотою програмування та експлуатації, розширенням функціональних можливостей систем управління. Вони стали основою впровадження нового покоління систем автоматизації – комп'ютерно-інтегрованих систем управління.

В тепличному комбінаті, як і на будь-якому виробничому підприємстві, автоматизації вимагають всі процеси, де необхідно забезпечити оперативність і точність отримання інформації, об'єктивність і оптимальність ухвалення рішень, своєчасність і негайність подачі управляючих команд, контролювати і враховувати безліч параметрів, де потрібно звести до мінімуму людський чинник і пов'язані з ним помилки, де треба понизити трудомісткість роботи і підвищити культуру виробництва. Майбутнє в цьому напрямі за інтегрованими автоматизованими системами, які об'єднують і само виробництво від посадки рослин до збору урожаю і супутні служби з плановими, бухгалтерськими, транспортними, складськими і іншими проблемами.

Автоматизації підлягають всі основні технологічні системи в теплицях, що впливають на мікроклімат: обігрів, форточна вентиляція, рециркуляційна вентиляція, система випарного охолодження і зволоження повітря,

краплинний полив і полив дощуванням, підживлення вуглекислим газом. Крім того, автоматизуються тепличні котельні, де необхідно погоджувати роботу групи котлів, мережевих насосів і іншого допоміжного устаткування з потребами теплиць і тепличних систем обігріву.

Саме технологічні процеси в теплицях визначають економіку тепличного господарства. Від мікроклімату в теплицях, разом з арготехнологією, залежить кількість і якість урожаю. Від управління технологічними системами в теплицях залежать витрачені теплові і електричні ресурси. Тільки при правильній і узгодженій роботі технологічних систем в теплицях можна підвищити інтенсивність виробництва і, тим самим, ефективність тепличного господарства. Свідомством цього є передові тепличні господарства, які одержують з одиниці площі у декілька разів більше урожаю, чим аутсайдері. Підвищувати інтенсивність тепличного виробництва треба, звичайно ж, застосовуючи нові сучасні технології, матеріали, досягнення селекціонерів. Але у будь-якому випадку, лише правильне управління технологічними системами забезпечить точність підтримки мікроклімату в теплицях і економію енергетичних ресурсів.

Метою кваліфікаційної роботи є систематизація, закріплення та набуття досвіду реалізації теоретичних знань та практичних навиків, набутих при навчанні в університеті для самостійного розв'язування конкретної технічної задачі.

В даній кваліфікаційній роботі проводиться розробка система управління поливом на базі програмованого логічного контролера S7 – 300C в програмних пакетах Simatic STEP – 7 і Simatic WinCC.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Обґрунтування проблеми автоматизації процесу поливу

Процес поливу в теплично-овочевому комбінаті складається з багатьох складових частин:

- процес забору води з мережі водоканалу;
- процес додавання і змішування води з необхідними мінеральними добривами і додатковими домішками;
- процес подачі поживної суміші у мережу крапельного зрошення з спеціальними підводами до кожної рослини.

Загальний вигляд комбінату представлено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Теплично-овочевий комбінат

Також тепличний комбінат оснащений системою створення штучного мікроклімату. Комплекс управління мікрокліматом забезпечують контроль і підтримку температурно – вологого режиму теплиці, а також управління виконавчими механізмами в декількох незалежних блокових теплицях, що мають загальне теплотехнічне устаткування.

Для збору даних про параметри мікроклімату теплиці встановлюються датчики, що дозволяють оперативно слідкувати за відхиленнями від заданого мікроклімату. Комплексом передбачено підключення необмеженого числа різних датчиків усередині теплиці (температура і вологість повітря в теплиці; концентрація CO₂; температура скління; температура ґрунту; температура повітря у верхній точці теплиці; температура повітря по периметру теплиці; температура теплоносія і тиску у всіх контурах обігріву).

Для обліку зовнішніх метеоумов використовується метеостанція. Вимірюються температура і вологість зовнішнього середовища, інтенсивність сонячної радіації, величина опадів, швидкість і напрям вітру. Всі дані, що отримуються з метеостанції, враховуються при розрахунку дій, що дозволяє при зміні стану зовнішнього середовища своєчасно компенсувати цю дію.

У табличній формі задаються програми добових циклів зміни мікроклімату, стратегія управління, що коректують параметри налаштування алгоритму роботи, калібрувальні коефіцієнти всіх вимірювальних датчиків і граничні значення вимірюваних величин, при перевищенні яких видаються відповідні діагностичні і аварійні повідомлення.

Процес змішування води з добривами і поживними домішками для рослин виконується у спеціальній установці, яка дозує кількість добрив і поживних речовин на одиницю об'єму.

Застосування мікродобрив є нерозривною складовою частиною заходів, щодо підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Наукою доведено, що для нормального розвитку рослинного організму недостатньо застосування тільки мінеральних або органічних добрив. Роль мікроелементів в

живленні рослин багатогранна. Зокрема Cu, Mo, Mn, Co, Zn, B та інші хімічні елементи підвищують активність багатьох ферментів і ферментних систем в рослинному організмі і покращують використання рослинами живильних речовин з ґрунту і добрив. Тому мікроелементи не можна замінити іншими речовинами, а їх недолік обов'язково має бути заповнений. Тільки тоді можна отримати якісну продукцію, що містить оптимальну кількість для даного сорту цукру, амінокислот і вітамінів.

Мікроелементи здатні прискорювати розвиток рослин і дозрівання насіння. Вони підвищують стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища (недолік вологи в ґрунті, підвищення або пониження температури). Крім того, вони захищають рослини від ряду бактерійних і грибкових хвороб, але на відміну від дії отрутохімікатів відбувається це за рахунок підвищення імунітету рослин.

У кожній секції шириною 6,4 метра підвішені дві лінії розбрикування (поліетиленова трубка 0,20мм, клас 4), на яких встановлені міні-спринклери типу «РОНДО».

Міні-спринклери з витратою води 47 л/год і клапаном, що запобігає підтіканню, підвішуються на висоті 2,5м, з відстанню між точками підвісу рівному 2 метри. Всього на 1 гектарі встановлено 1 100 міні-спринклерів. Простір гектара ділиться навпіл, кожна половина обслуговується окремим електромагнітним клапаном 2". Витрата води на клапан 24,8 м³/год

Мережа краплинного зрошення являє собою систему спеціальних трубок і крапельниць підведених до кожної росли (рис.1.2). Через цю систему подається вода з добривами і поживними речовинами.

Краплинне зрошення засноване на надходженні води в прикореневу зону рослин, причому, кількість і періодичність подачі води регулюються відповідно до потреб рослин.



Рисунок 1.2 – Крапельниця для зрошення рослин.

Використання краплинного зрошування ефективніше в порівнянні з будь-яким іншим методом зрошування по наступних причинах:

- вища врожайність, тобто, витрати води на одиницю продукції нижчі;
- менші, ніж при дощуванні або затопленні, втрати вологи за рахунок випаровування;
- волога розповсюджується більш рівномірно, ніж при інших методах зрошування;
- зрошування можна проводити всі 24 години, незалежно від зовнішніх умов;
- кількість бур'янів менша, ніж при інших методах зрошування;
- краплинне зрошування вимагає набагато менших трудових і енергетичних витрат, а також менше часу на підготовчі роботи, забезпечує економію електроенергії і магістральних трубопроводів;
- краплинне зрошування дозволяє зволожувати великі площі одночасно, не роблячи впливу на тиск в загальній системі водопостачання і використовувати ділянки на схилах або ділянки з складною топографією.

Краплинний полив спроектований для здійснення поливу овочів при використанні як субстрат мінеральної вати. Для цього використані компенсовані крапельниці з клапаном що виключає підтікання типу «SUPERTIF» продуктивністю 4 л/год. У секції шириною 6,4 метра, прокладаються 4 лінії по 72 крапельниці. У першій секції прокладається 2 додаткових лінії по 36 крапельниць. Всього на гектар встановлюється 12744 крапельниці. Теплиця ділиться на 4-ри частині, кожна з яких обслуговується окремим електромагнітним клапаном.

Для підтримки необхідної температури поливальної води усередині теплиці уздовж коридору прокладені магістральні трубопроводи (труба ПВХ, 0,63мм, клас 10), по периметру гектара прокладені лінії поливу (труба ПВХ, 0,50мм, клас 10). Всього на 1 гектарі встановлено 4 клапани, керованих контролером. Витрата води на клапан 12,8 м³/год. Робочий тиск на вході в систему поливу рівний 30м.

Дані технічні характеристики і структура системи поливу дозволяє створювати чергу на полив і кооперувати окремі секції поливу.

В теплично – овочевому комбінаті використовується вода від мережі водоканалу, як основне джерело води для поливу рослин. Як запасне джерело води використовуються 4 свердловини, пробурені на різній глибині в різних частинах комбінату. Іноді виникають ситуації, при яких вода в мережі водоканалу перестає подаватися, внаслідок цього рослини не отримують необхідного зрошення. В наведеній ситуації комбінат переходить у режим отримання води з свердловин, розташованих на території комбінату.

Даний режим функціонування комбінату дозволить автономно отримувати воду з свердловин і своєчасно подавати воду для зрошення рослин.

Розроблена система управляє системою наповнення ємностей з водою, а потім включенням насосу подачі води в основну систему теплиці. Система дозволяє з приміщення оператора керувати включенням і виключенням насосів в свердловинах і контролювати рівень води у ємностях для поливу.

Отже дана система дозволить підвищити продуктивність праці робітників, оперативно і ефективно відреагувати на перерви у подачі води з мережі водоканалу, а отже зберегти режим поливу рослин, що в свою чергу призводить до підвищення врожайності теплично – овочевого комбінату.

1.2 Опис об'єкта управління

Комбінат складається з семи теплиць, які розташовані за вертикальним плануванням. В теплицях вирощується огірок і томат.

Грунтові води на відкритих ділянках і розчищених від лісорослинності знаходяться на глибині 3,5 – 5 метрів. У свердловинах вода зустрічається на глибині 0,5 – 1 метр. Під час весняної повені вода може встановлюватися на поверхні, для збереження території і теплотрас від затоплення, з північної сторони комбінату встановлений дренаж зі збиранням води в водосток.

На території комбінату спроектована дощова каналізація у вигляді внутрішніх водостоків і закритої дощової мережі. У зв'язку з тим, що теплиці спроектовані грантові, їх необхідно періодично промивати. Під кожною теплицею встановлений дренаж зі збором дренажних вод у дощову каналізацію.

Тепличний комбінат, складається з об'єктів основного і допоміжного призначення, об'єднаних єдиним технологічним процесом. Основний об'єкт - комплекс різних теплиць (блокових, ангарних і плівкових), допоміжні - система опалювання, цех реалізації продукції, сховище для посадочного матеріалу (коренеплодів, цибулин), склади мінеральних добрив, пестицидів (отрутохімікатів), інвентаря і інших матеріалів, автогараж, майстерні, адміністративні, культурно-побутові приміщення.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Управління насосними установками на базі нечіткої логіки

Функції приналежності вхідних і вихідних сигналів, правила ухвалення рішень формуються на основі знань експерта (досвідченого фахівця) про хід технологічного процесу.

Значення тиску P визначається датчиком тиску, сигнал з якого після дванадцятирозрядного аналого-цифрового перетворення поступає в мікропроцесорну систему управління в виді цілого числа (від 0 до 4000).

Припустимо, що значення необхідного тиску знаходиться на середині діапазону вимірювання датчика.

Заданий тиск P_s прийmemo рівним 2000. Тоді відхилення поточного тиску (помилка регулювання) d_p , від заданого значення знаходиться в діапазоні від мінус 2000 до плюс 2000. Для переходу до нечітких змінних по відхиленню тиску прийmemo стандартну форму функцій приналежності трьох термів: зменшити (М), норма (Н) і збільшити (В).

Щоб якісніше управляти процесом, обчислюється також швидкість зміни тиску v_p , яка може приймати значення від мінус 2000 до плюс 2000. Для переходу до нечітких змінним швидкості зміни тиску прийmemo стандартну форму функцій належності трьох термів: зменшити (М), норма (Н) і збільшити (В).

Для регулювання за допомогою перетворювача частоти швидкості електроприводу насоса використовуємо сигнал завдання швидкості u_ω , який поступає з виходу цифроаналогового перетворювача мікропроцесорної системи управління. Формуванням управляючого сигналу забезпечується зміна частоти обертання i , яке визначається цілим числом в діапазоні від 0 до 4000. В лінгвістичних змінних нечіткої логіки управління зміною частоти обертання може бути представлено п'ятьма

термами: сильно зменшити (СМ), зменшити (М), норма (Н), збільшити (В) і сильно збільшити (СВ).

Якщо тиск менше і його значення не змінюється, то частоту обертання насоса збільшуємо. Через нечіткі змінні це правило можна записати таким чином:

якщо

$$d_p = M \text{ і } v_p = H ,$$

то

$$\omega = B .$$

Якщо тиск менше і його значення зменшується, то частоту обертання насоса сильно збільшуємо. Через нечіткі змінні це правило можна записати так:

якщо

$$d_p = M \text{ і } v_p = M ,$$

то

$$\omega = СВ .$$

Як метод дефазифікації приймемо метод центру ваги. Розглянемо, як визначається управління в деякій точці, руху системи.

Допустимий має місце відхилення тиску, рівне мінус 800, воно продовжує знижуватися з швидкістю мінус 400. В цьому випадку терми М і Н відхилення тиску мають ступінь приналежності 0,4 і 0,6 відповідно, а терми М і Н швидкості зміни тиску рівні 0,2 і 0,8. Інші терми мають ступінь приналежності, рівний 0. Для прийнятої форми запису правил ступінь приналежності антецедента кожного правила визначається по мінімуму всіх умов, тобто для висновку мають значення тільки правила, що містять умови з ненульовими ступенями приналежності:

1. Якщо $d_p = M$ і $v_p = M$, то $\omega = СВ$;

2. $d_p = M$ і $v_p = H$, то $\omega = B$;
3. $d_p = H$ і $v_p = M$, то $\omega = B$;
4. $d_p = H$ і $v_p = H$, то $\omega = H$.

Кожне з цих правил дає ступінь приналежності висновку по мінімуму:

1. $m_{CB}(\omega) = \min\{m_M(d_p); m_M(v_p)\} = \min\{0.4; 0.2\} = 0.2$;
2. $m_B(\omega) = \min\{m_M(d_p); m_H(v_p)\} = \min\{0.4; 0.8\} = 0.4$;
3. $m_B(\omega) = \min\{m_H(d_p); m_M(v_p)\} = \min\{0.6; 0.2\} = 0.2$;
4. $m_H(\omega) = \min\{m_H(d_p); m_H(v_p)\} = \min\{0.6; 0.8\} = 0.8$.

На другому кроці формування нечіткого висновку визначимо ступінь приналежності термів вихідної змінної по максимуму. Наприклад, вирази п. 2 і 3 дають різні значення ступеня приналежності для терма В, але береться максимальне:

$$m_B(\omega) = \max\{m_B(\omega)_2; m_B(\omega)_3\} = \max\{0.4; 0.2\} = 0.4.$$

Таким чином, при даному стані вхідних сигналів ступеня приналежності термів вихідної змінної мають значення:

$$\{m_{CM}, m_M, m_H, m_B, m_{CB}\} = \{0; 0.6; 0.4; 0.2\} \quad (2.1)$$

Для переходу від нечітких висновків до управляючої дії використовуємо формулу дефазіфікації по методу центру тяжкості:

$$\omega = \frac{\omega_{CM} m_{CM} + \omega_M m_M + \omega_H m_H + \omega_B m_B + \omega_{CB} m_{CB}}{m_{CM} + m_M + m_H + m_B + m_{CB}} \quad (2.2)$$

Підставивши у формулу (2.2) числові дані, отримаємо

$$\omega = \frac{200 \cdot 0 + 1100 \cdot 0 + 2000 \cdot 0.6 + 2900 \cdot 0.4 + 3800 \cdot 0.2}{0 + 0 + 0.6 + 0.4 + 0.2} = 2600 \quad (2.3)$$

Таким чином набуто значення сигналу управління приводом насоса.

2.2 Особливості нечіткого адаптивного управління

Нечітке управління полягає в реалізації за допомогою комп'ютера управління, аналогічного тому, якої виконує кваліфікований робітник, шляхом представлення у вигляді моделі методів його роботи з використанням правил управління. Правила управління пов'язують оцінку стану об'єкта управління з послідовністю операцій за допомогою висловів «якщо ... то », здійснюють нечіткий розподіл простору вхідних змінних і в кожній локальній області вказують послідовність операцій. При збільшенні числа вхідних змінних неминує зростає і число правил управління, що ускладнює їх побудову. Структурування правил управління здійснюється на основі характеристик обладнання.

Нечітке адаптивне управління – це метод управління, який дозволяє пристосуватися до змін параметрів обладнання шляхом зміни алгоритму управління. Значний ефект можна отримати в тому випадку, коли характеристики обладнання, наприклад коефіцієнт підсилення процесу і час простою, змінюються в залежності від робочого стану або коли необхідно узгодити в залежності від ситуації кілька цілей управління. Для параметра a , представляючого стан обладнання, розглянемо два стани (a_1 і a_2) і позначимо параметри правил управління в цих станах через c_1 , c_2 . Потім оцінимо параметр a^* , який представляє поточний стан устаткування, і визначимо ступінь близькості ω його значення до станів a_1 і a_2 . Нехай ω дорівнює 0 у випадку стану a_1 і 1 у разі стану a_2 , а між двома станами ω приймає значення від 0 до 1. Параметр c^* правило керування в стані a^*

визначається як зважене середнє з вагами $1/\omega$ і $1/(1-\omega)$ параметрів c_1 і c_2 правило управління в станах a_1 і a_2 відповідно:

$$c^* = c_1(1 - \omega) + c_2 \cdot \omega \quad (2.4)$$

Як показано на рисунку 2.1, параметр c^* правило управління змінюється безперервно від c_1 до c_2 і пропорційно зміною параметра устаткування a від a_1 до a_2 . Таким чином, нечітке адаптивне управління – це метод управління, в якому здійснюється адаптація параметра правил керування на основі формули відповідно до стану обладнання. У загальному випадку в якості параметра правила управління використовується параметр функції приналежності. Отже, використовується одне і теж правило управління, але для однієї і тієї ж нечіткої змінної визначаються дві функції приналежності відповідно до станами a_1 , a_2 .

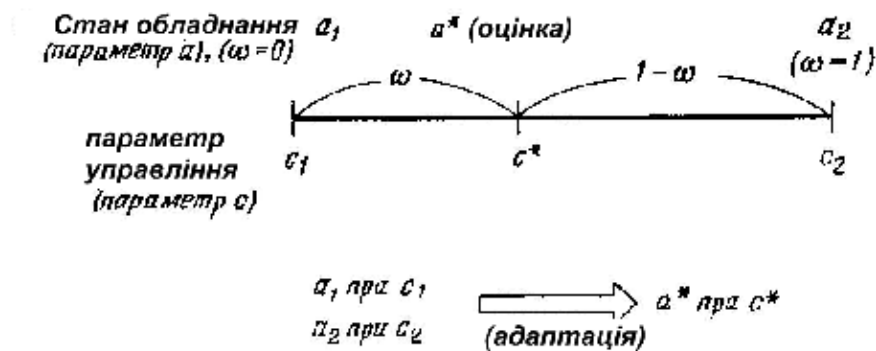


Рисунок 2.1 – Нечітка адаптивна операція

Вище було розглянуто випадок з одним параметром обладнання. Пояснимо це на конкретному прикладі. Характеристики обладнання часто змінюються в залежності від робочого стану. Наприклад, часто при навантаженнях 50 і 100% коефіцієнт посилення процесу і час простою значно розрізняються. У цьому випадку стан навантаження приймається за

параметр обладнання. Крім того, якщо з різних причин стан обладнання змінюється, доцільно за допомогою нечіткого виводу, що використовує ці причини в якості вхідних значень, оцінити параметр, характерний для стану обладнання. Застосовуючи цей параметр в пропорції 1:1 з ω , по функції приналежності правила управління для навантажень 50 і 100% можна визначити з використанням формули функцію приналежності для довільного стану навантаження. Що при цьому буде адаптуватися: функція приналежності передумови або функція приналежності виходу залежить від характеристик обладнання. Якщо, наприклад, в залежності від навантаження змінюється стала часу і час запізнювання, то адаптується функція приналежності передумови, а в разі зміни коефіцієнта посилення процесу – функція приналежності ув'язнення. Аналогічним методом за навантаженням 50 і 100% можна здійснити узгоджене управління на кількох цілях управління. В цьому випадку близькість до деякого стану виражається параметром ω і адаптується відповідна цільова функція приналежності.

2.3 Дослідження правил управління

Враховуючи допустимі діапазони зміни вхідних та вихідних змінних побудуємо функції приналежності нечітких логічних змінних.

Продуктивність насосів може змінюватися в діапазоні від 0 до 30 м³/с (рисунок 2.2).

Інтенсивність подачі води може змінюватися в діапазоні від 0 до 100 мм/год (рисунок 2.3).

Рівень води в резервуарі може змінюватися в діапазоні від 0 до 30 м (рисунок 2.4).

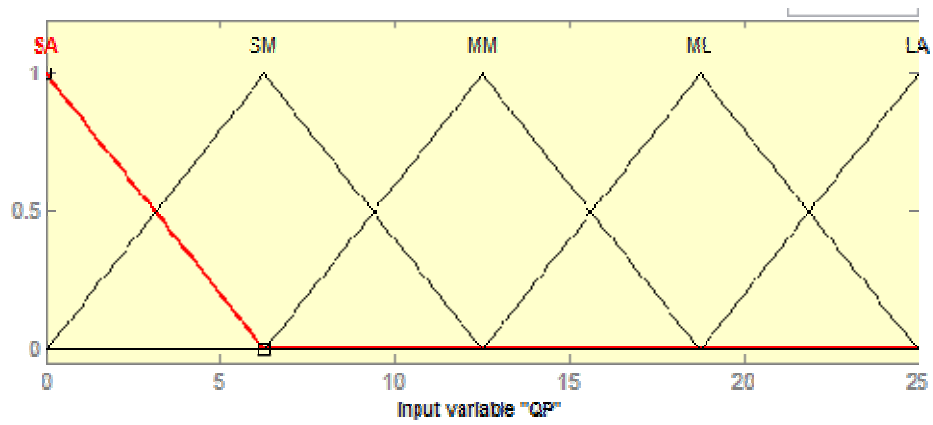


Рисунок 2.2 – Нечітка логічна змінна «Пропускна здатність насосів»

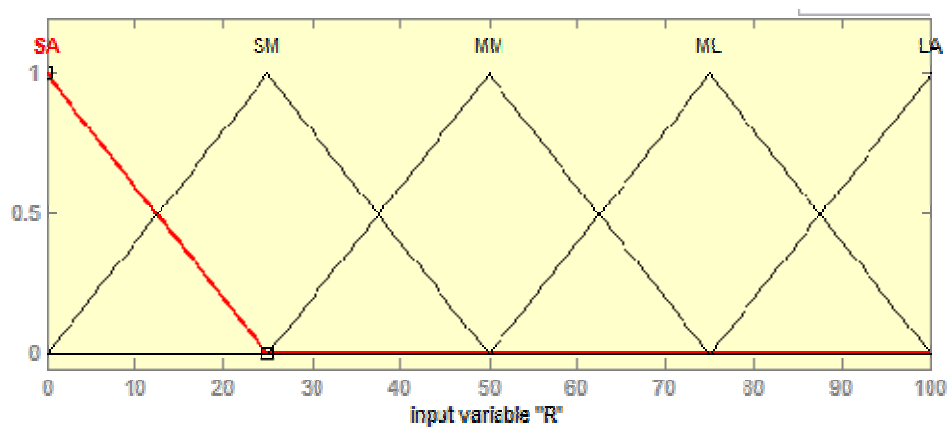


Рисунок 2.3 – Нечітка логічна змінна «Інтенсивність подачі води»

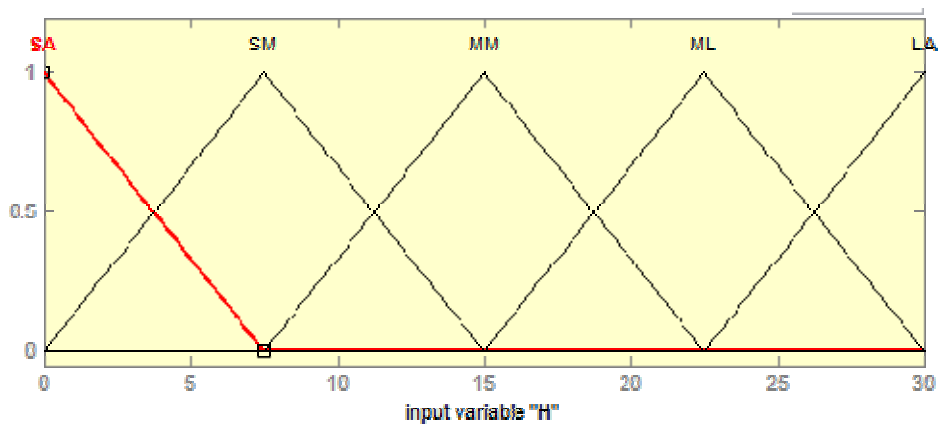


Рисунок 2.4 – Нечітка логічна змінна «Рівень води»

Рівень води може змінюватися із швидкістю в діапазоні від 0 до 0,1 м/с (рисунок 2.5).

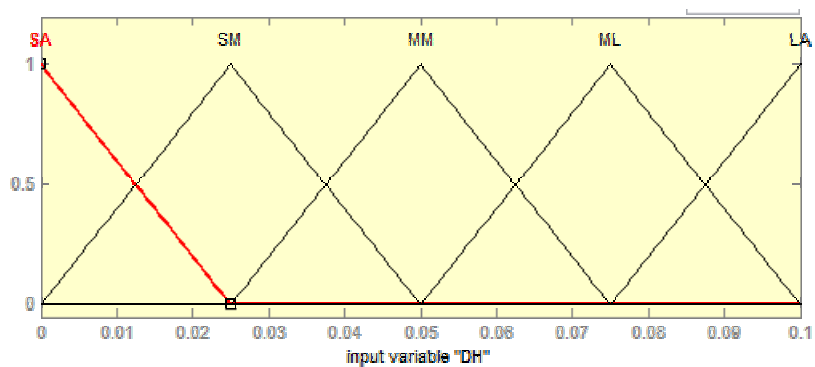


Рисунок 2.5 – Нечітка логічна змінна «Швидкість зміни рівня води в резервуарі»

Зміна продуктивності насосів може відбуватися ± 10 м³/с відносно номінального значення (рисунок 2.6).

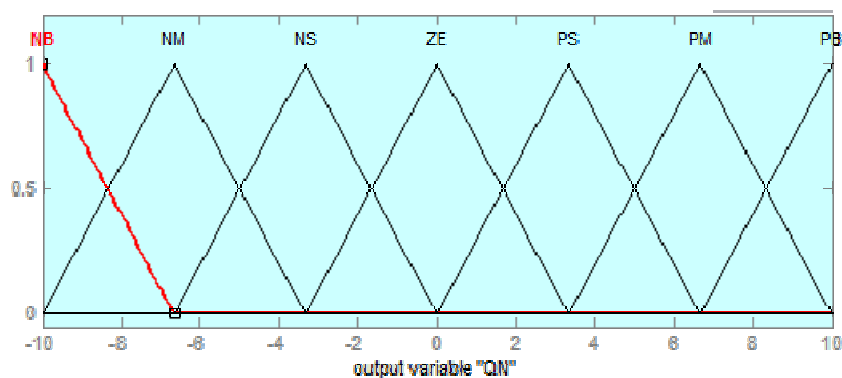


Рисунок 2.6 – Нечітка логічна змінна «Зміна продуктивності насосів»

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технічні характеристики об'єкта управління

У комбінаті передбачено автоматичне регулювання мікроклімату, поливу і підживлення рослин добривами. Велика площа і широкий проліт ланок теплиць дозволяють максимально механізувати основні виробничі процеси. Результати роботи тепличного комбінату свідчать про високу економічну ефективність: врожайність огірків 33 кг з 1 м², томатів 12-20 кг, витрати праці на 1 ц продукції складають 5-9 людино-годин, продуктивність праці в 2-3 рази вище, а собівартість продукції нижче в порівнянні з цими показниками в дрібних тепличних господарствах.

У тепличному комбінаті застосовують найбільш прогресивні форми організації праці - створюють постійні спеціалізовані виробничі бригади і ланки; за кожною бригадою закріплюється 12-25 тисяч м² тепличної площі. Широко застосовуються біологічні і інші методи захисту культивованих рослин від шкідників і хвороб.

На території теплично-овочевого комбінату пробурено свердловини на різних глибинах, в залежності від наявності ґрунтових вод в даній місцевості. Усі свердловини з'єднані між собою і під'єднані до центральної системи подачі води для поливу рослин (рис.3.1). У разі необхідності, комбінат має можливість швидкого переходу в режим автономного споживання води за допомогою підключення до системи поливу ємностей з водою, отриманою з свердловин.



Рисунок 3.1 – Центральний пункт підготовки та розподілу води теплично-овочевого комбінату

Система запасної подачі води складається з 4 свердловин і 3 ємностей для зберігання води, які з'єднані між собою. Кожна свердловина обладнана насосом для закачування води у ємності. В свою чергу в ємності встановлений електронний регулятор – сигналізатор рівня води, який дозволяє слідкувати за процесом заповнення ємностей. В системі також встановлені електроконтактні манометри, які сигналізують перевищення або недостатку тиску в свердловині.

На основі даних від електронного регулятора – сигналізатора рівня система автоматизованого керування визначає необхідність включення або виключення свердловин для підтримування необхідного рівня води в ємностях для поливу.

На підприємстві також функціонує головна іригаційна система, яка керує змішування води з добривами і поживними речовинами, а також подає воду по крапельницям до кожної рослини згідно плану зрошення.

Головна іригаційна система (рис.3.2) включає мікропроцесорний контролер ELGAL - 2000, встановлений на поливальній установці типу «ОМЕЦ», 1 ємність, об'ємом 2000 літрів і 2 ємкості, об'ємом 1500 літрів кожна для поживних розчинів і одну ємкість на 500 для кислоти. Три ємності для

маткових розчинів обслуговуються одним вузлом перемішування, який складається з насоса (продуктивність $2\text{м}^3/\text{час}$), фільтру 2" сітчастий) і системи замочно – розподільного устаткування.

Для приготування поживних розчинів використовуються 3 ємності, (2 по 1500 літрів кожна, 1 на 2000 літрів) на яких встановлені електричні мішалки. Після відстоювання поживні розчини перекачуються в робочі ємності за допомогою насоса $2\text{м}^3/\text{год}$. Це дозволяє використовувати добрива з обмеженим коефіцієнтом розчинення.



Рисунок 3.2 – Головна іригаційна система тепличного комбінату

Контролер ELGAL - 2000 виконаний на основі мікропроцесора INTEL 80C188 з тактовою частотою 11 МГц, що дозволяє виконувати різні поливальні програми з достатньою точністю і оперативністю.

Основні технічні характеристики контролера ELGAL – 2000:

- габаритні розміри 300x270x200мм
- вага 3,5 кг
- живлення мережа змінного струму, 220в, 50гц
- споживана потужність 85 Вт
- кількість плат введення-виводу 4

- рідкокристалічний дисплей - два рядки по 24 символи.
- клавіатура - 10 цифрових і 13 функціональних клавіш
- можливість розширення - підключення до двох блоків розширення
- мінімальний склад - модуль джерела живлення і плата CPU

Контролер ELDAR 2000 дозволяє підключити до 100 різних кранів, виконати 100 різних поливальних програм, має 10 програм добрив, дозволяє підключити 20 розпилувачів, 10 насосів добрив, аналізувати склад і кількість дренажу і автоматизувати процес іригації і зволоження і охолодження повітря, а також здійснювати поливи по накопиченій сонячній радіації [9].

Центральна станція управління виконана на базі IBM - сумісного комп'ютера (PC-486) з програмним забезпеченням російською мовою, що працює в середовищі WINDOWS, що забезпечує зручні графічні багатовіконні засоби відображення інформації.

Програмне забезпечення створює «дружнє середовище» і орієнтовано на користувача без спеціальної освіти в області обчислювальної техніки.

Вузол контролю дренажної води складається з керованих соленоїдів, лічильника, датчиків електропровідності, кислотності і контролерної плати. Вузол контролю дренажної води допомагає агроному управляти поливами, і здійснює зворотний зв'язок система поливу - рослина.

3.2 Особливості побудови функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема являється основним технічним документом, що визначає функціонально-блочну структуру окремих вузлів автоматичного контролю, управління і регулювання технологічного процесу, оснащення об'єкта керування приладами і засобами автоматизації.

При розробці функціональних схем автоматизації і виборі технічних засобів повинні враховуватися вид і характер технологічного процесу, умови пожежо- і вибухонебезпечності, агресивність і токсичність навколишнього середовища, параметри і фізико-хімічні властивості вимірювального середовища, необхідна точність і швидкодія засобів автоматизації.

Функціональна схема виконується у вигляді креслення, на якому схематично умовними зображеннями показують: технологічне обладнання, комунікації, органи керування і засоби автоматизації із вказівкою зв'язки між технологічним обладнанням і засобами автоматизації, а також зв'язків між окремими функціональними блоками і елементами автоматики.

Функціональну схему виконують на одному листі, на якому зображують засоби автоматизації і апаратуру всіх систем контролю, регулювання і сигналізації, яка відноситься до заданої установки.

Допоміжні пристрої: редуктори, фільтри для повітря, джерела живлення, реле, автомати, вимикачі, з'єднувальні коробки та інші пристрої і монтажні елементи на ФСА не зображують.

Функціональні схеми автоматизації виконують спрощеними і розгорнутими. Спрощена схема ФСА не відображає організацію пунктів контролю і керування об'єктом.

При розгорнутому способі на схемах показують: відбірні пристрої, давачі, перетворювачі, вторинні прилади, виконавчі механізми, регулюючі і запірні органи, апаратуру управління і сигналізації.

Прямокутники щитів і пультів розташовують в нижній або верхній частині креслення. Прилади або засоби автоматизації, які розташовані поза щитами і які не зв'язані безпосередньо з технологічним обладнанням і трубопроводами розташовують в прямокутнику "Прилади місцеві".

Прилади і засоби автоматизації на ФСА показують відповідно із діючим ГОСТ 21.404-85.

Первинні вимірювальні перетворювачі, відбірні і приймальні пристрої, які вмонтовуються в технологічні апарати і трубопроводи на ФСА не зображуються.

Всім приладам і засобам автоматизації, зображення на ФСА, присвоюють позиційне позначення. Позиційне позначення виконують арабськими цифрами – номер функціональної групи. Символьні позначення присвоюють кожному елементу функціональної групи в порядку абетки в залежності від послідовності проходження сигналу – від пристрою отримання інформації до пристроїв впливу на керований процес.

Технологічне обладнання і комунікації на ФСА зображують, як правило, спрощено. На технологічних трубопроводах показують регулюючу і запірну апаратуру, яка безпосередньо бере участь в контролі і керуванні процесом.

Розроблена ФСА процесу поливу рослин на теплично-овочевому комбінаті зображена на рисунку 3.3.

Дана схема передбачає контроль і регулювання основних технологічних параметрів: тиску води в свердловинах і рівня води в ємностях для поливу.

Розглянемо позначення на ФСА приладів і технічних засобів автоматизації.

Основні параметри контролю і регулювання на установці:

- тиск води в свердловинах;
- рівень води в ємностях для поливу;
- включення і виключення свердловин через магнітні пускачі.

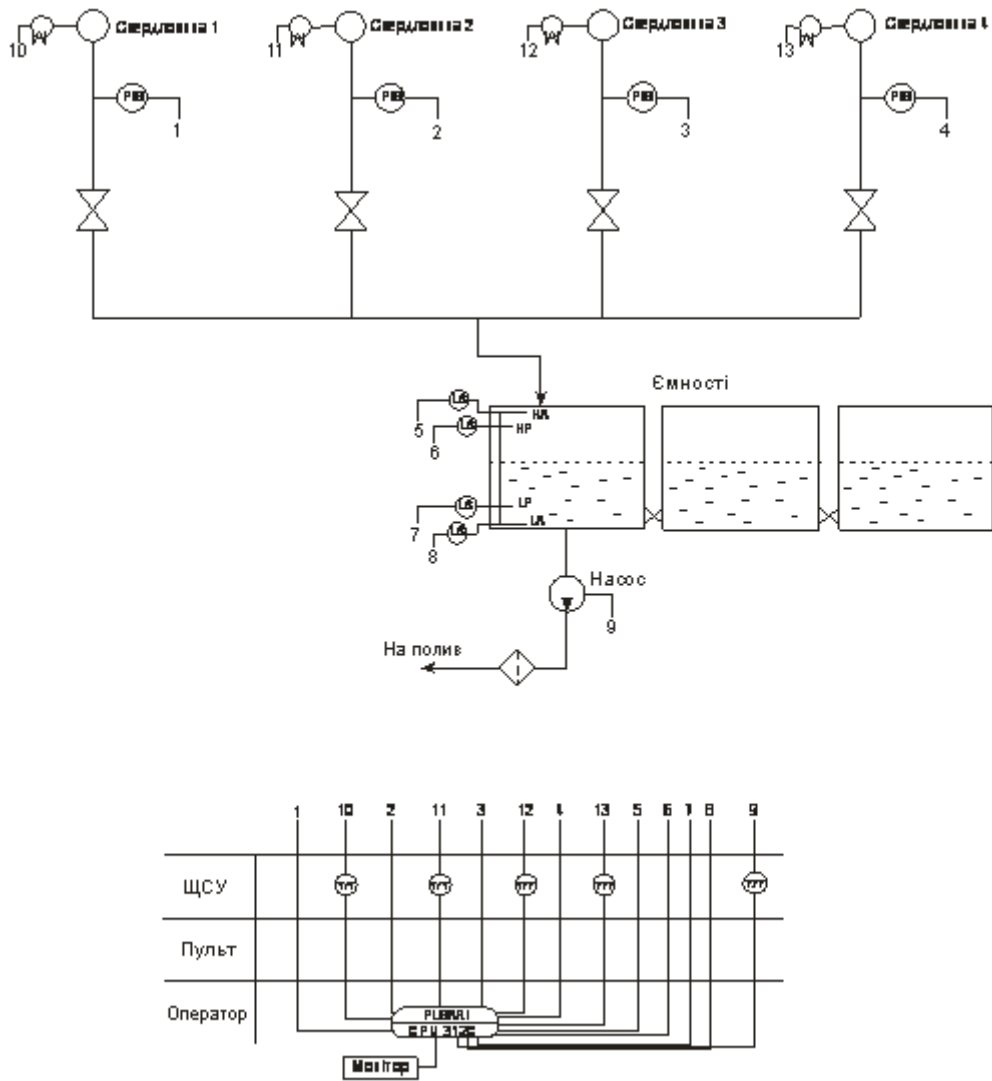


Рисунок 3.3 – Функціональна схема автоматизації

На функціональній схемі автоматизації також зображені реле перетворення сигналів для узгодження рівнів логічного «нуля» і «одиниці» між вихідними сигналами з електроконтактних манометрів і електронного регулятора – сигналізатора рівня до вхідного кола мікроконтролера.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір давачів та побудова схеми установки давачів.

Для оптимального керування і слідкування за станом системи поливу на теплично-овочевому комбінаті необхідно встановити необхідні давачі та виконавчі механізми. В даному випадку на підприємстві встановлені електроконтактні манометри типу ЕКМ – 1У для слідкування за тиском води в свердловині і електронний регулятор – сигналізатор рівня, призначений сигналізувати рівень води в ємностях для поливу.

Вибрані давачі задовольняють необхідні показники надійності та експлуатації для використання їх в тепличному комбінаті. А отже дані давачі являються основою системи контролю поливом на підприємстві. Для керування насосами в свердловинах використовуються магнітні пускачі, які керуються мікроконтролером в ручному або автоматичному режимі.

Манометр показуючий електроконтактний ЕКМ – 1У (рис. 4.1) призначений для вимірювання надмірного тиску рідин, газу і пари і управління зовнішніми електричними ланцюгами шляхом включення і виключення контактів в схемах сигналізації, автоматики і блокування технологічних процесів.

Прилад виготовляється із замикаючими і розмикаючими контактами сигнального пристрою, що мають установку на спрацьовування при верхньому і нижньому заданих значеннях тиску (рис.4.2).

Місце установки приладу повинне забезпечувати зручність обслуговування і хорошу видимість шкали. Прилад встановлюються у вертикальному положенні. Гранично допустимий кут нахилу приладів від

вертикального положення 10° в будь-яку сторону. Прилади під час роботи не повинні піддаватися вібрації і трясінню [3].



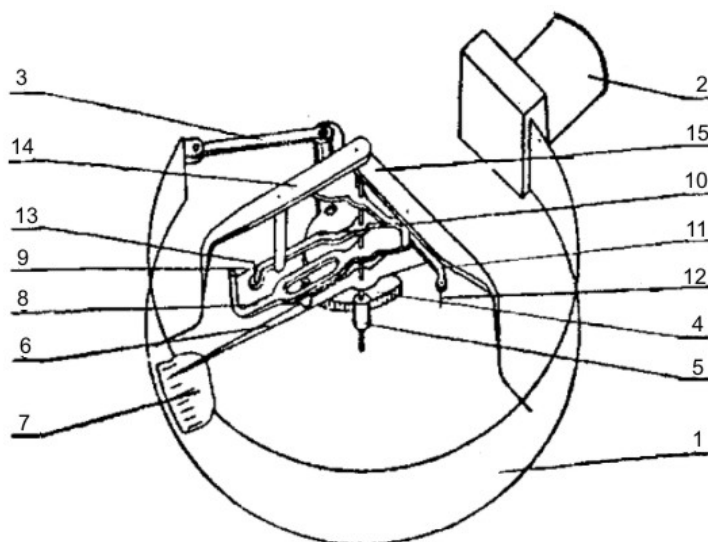
Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд електроконтактного манометру ЭКМ-1У

Як ущільнення в місці з'єднання приладів з магістраллю, що підводить тиск, необхідно застосовувати прокладки - шайби з шкіри, свинцю, м'якої міді або фібри. Не допускається застосування для ущільнення паклі і сурику.

Прилад призначений для роботи в звичайних умовах експлуатації і не призначений для роботи в умовах дії підвищеної концентрації пилу, бризок води, вибухонебезпечного і агресивного середовищ. Вібрація або трясіння мають бути відсутніми або не досягати величин, що викликають розмах коливань стрілки більше $1/10$ довжини ділення.

Робоча межа вимірювання надмірного тиску не має бути більше 75% верхньої межі вимірювання при постійному тиску 66% верхньої межі при змінному тиску. Під постійним тиском розуміється тиск, що не змінюється або що змінюється з швидкістю не більше 1% в секунду від суми абсолютних значень меж вимірювань, при цьому зміна тиску за хвилину не перевищує 5% від суми меж вимірювань. Під змінним тиском розуміється тиск, плавно і що багато разів зростає і убиває по будь-якому періодичному або не періодичному

закону з швидкістю не більше 10% в секунду від суми абсолютних значень меж вимірювань.



1 – манометрична пружина; 2 – тримач; 3 – тяга; 4 – сектор; 5 – трубка; 6 – стрілка; 7 – шкала; 8, 10, 11 – поводки; 8, 12, 13 – контакти; 14, 15 – сигнальні стрілки.

Рисунок 3.2 – Принципова схема ЕКМ-1У

Категорично забороняється навантажувати прилади тиском, що перевищує його верхню межу вимірювання, а також різко включати або вимикати тиск. Робоча межа вакууметричного тиску може дорівнювати верхній межі вимірювання. При роботі приладу не допускати іскріння контактів. Іскріння свідчить про забруднення контактів, їх підгоряння або неправильний режим роботи. Забруднені або обгорілі контакти мають бути негайно піддані чищенню.

Технічні характеристики електромеханічного манометра ЕКМ-1У:

- Діапазон показів приладу, МПа (kgf/cm^2): 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100;
- Клас точності: 1,5

- Різьблення приєднувального штуцера: М 20Х1,5
- Допустима погрішність спрацьовування сигналізуючого пристрою у відсотках від суми меж вимірювань: $\pm 2,5$
- Робоча напруга, В: 220 +20 постійного або змінного струму з частотою 50 Гц
- Роз'єднуюча потужність контактів сигналізуючого пристрою при омічному навантаженні, ВА: 10
- Маса, кг: 2,2

Прилад стійкий до дії температури навколишнього повітря від -30° до $+50^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості до 95% при температурі 35°C . Ступінь захисту приладів від дії твердих частинок, пилу і води - IP40 по ГОСТ 14254-96.

Електронний регулятор-сигналізатор рівня ЕРСУ 4-1(рис.4.3) призначений для сигналізації і підтримки в заданих межах рівня струмопровідних рідких середовищ, що відповідають характеристикам приладу. Мають чотири незалежні двопозиційні канали регулювання (нижній аварійний, нижній, верхній і верхній аварійний).



Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд ЕРСУ 4-1

Прилад не призначений для роботи в умовах: вибухонебезпечних приміщень; контролю середовищ, що дають твердий осад на електроді давача; впливу вібрації та ударів.

Технічні характеристики:

- Кількість каналів регулювання - 4
- Напруга живлення, В - $220 \pm 10\%$
- Споживана потужність, Вт, не більше - 10
- Струм комутації виходів, А при 220 В (при 36 В) - 2 (4)
- Опір вимірюваної рідини, КОм, не більше - 10
- Вага, кг 0,5
- Габаритні розміри, мм - 96x96x75

ЕРСУ оснований на вимірюванні електричного опору між електродом давача і стінкою резервуару. Занурення електрода давача в контрольоване середовище призводить до зменшення опору, а осушення давача – до збільшення опору.

Електрична схема (рис. 4.4) блока складається з транзисторних релейних каскадів і трьох випрямляючих елементів, що живляться від понижуючого трансформатора. На передній панелі розташовані: індикатор увімкнення мережі, світова індикація спрацювання каналів.

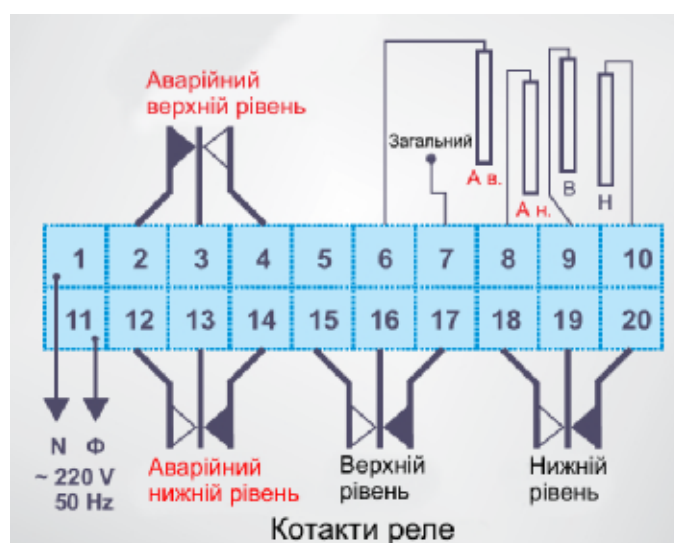


Рисунок 4.4 – Схема підключення пристрою ЕРСУ 4-1

Схема установки датчиків містить схему розташування теплиць теплично – овочевого комбінату і позначені місця розташування свердловин і ємностей для поливу, а також розташування електроконтактних манометрів. Датчики тиску розташовані в безпосередній близькості до операторної, що дозволяє слідкувати за правильністю показів датчиків.

Побудована схема установки датчиків (рис.4.5) є оптимальною для комбінату і дозволяє оперативно перевірити стан обладнання і при необхідності відремонтувати його в найкоротший термін.

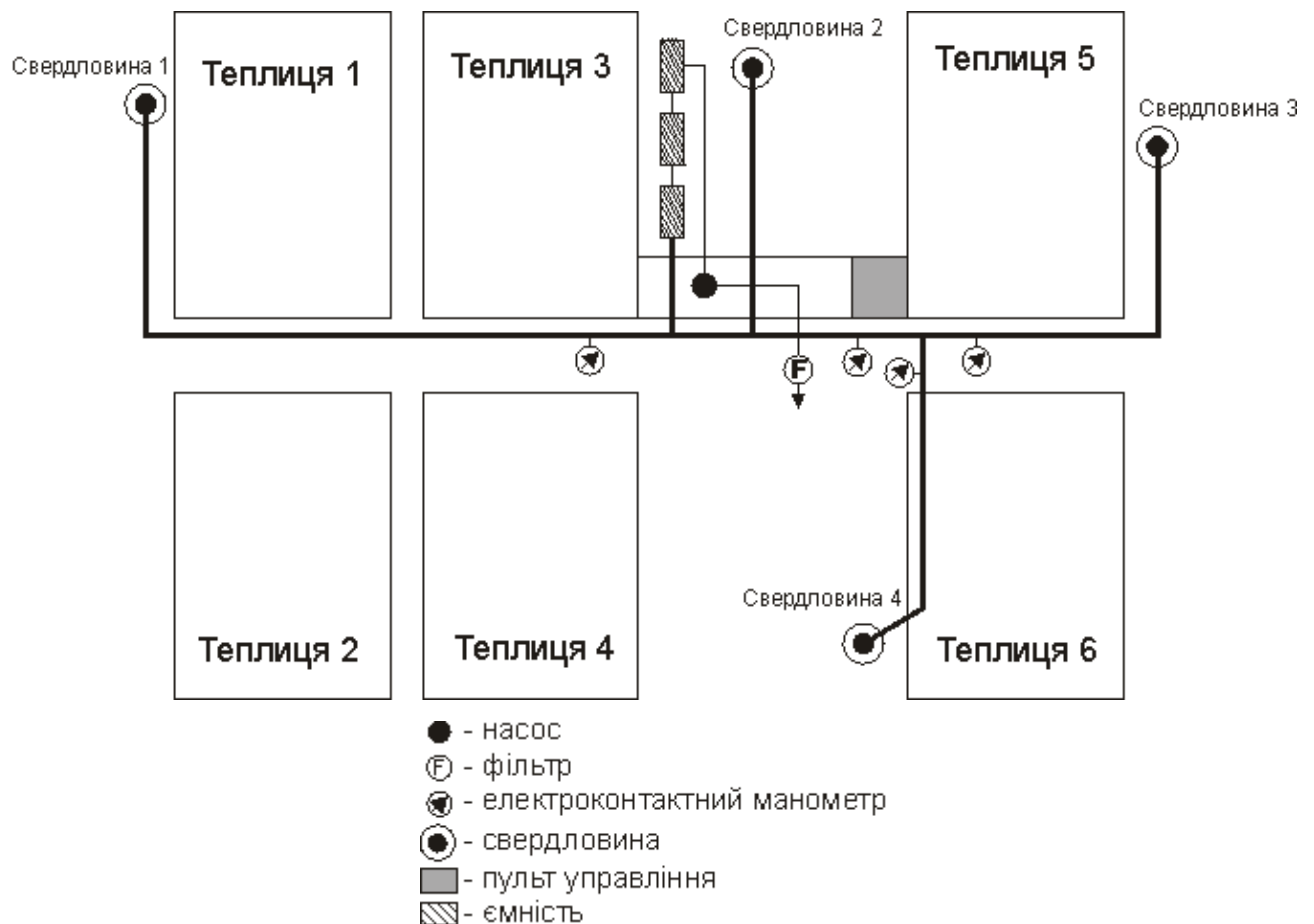


Рисунок 4.5 – Схема підключення прибору ЕРСУ 4-1

4.2 Побудова алгоритму керування об'єктом

Дана система спроектована з метою забезпечення можливості дистанційного управління наповнення ємностей для поливу, за допомогою дублювання елементів керування (кнопок індикаторів) існуючого локального

пульта управління. Шляхом підключення паралельно до контактів кнопок на пульті управління контактів електромагнітних реле, які керуються за допомогою центрального процесора CPU 312C.

Система отримує інформацію про наповненість ємностей з водою для поливу та тиском води в свердловинах від центрального процесора, до якого підключені контакти електроконтактних манометрів і електронного регулятора – сигналізатора рівня через відповідні узгоджуючі реле, на основі якої виконується керування насосами в свердловинах.

Розроблена система автоматизованого керування передбачає два способи керування поливом: ручний і автоматичний. В ручному режимі оператор самостійно включає і виключає насоси і контролює рівень наповнення води в ємностях за допомогою віртуальних вимикачів і віртуального представлення рівня води в ємностях. Автоматичний режим передбачає автоматичне включення кожної свердловини з часовим періодом, який встановлюється безпосередньо оператором перед запуском даного режиму роботи. В обидвох режимах передбачене автоматичне виключення насосів в свердловинах при досягненні верхнього робочого рівня води в ємності або падінні тиску води в певній свердловині. Перехід від ручного керування до автоматичного здійснюється за допомогою кнопок управління режимом роботи системи з відповідною індикацією про активний режим роботи.

Алгоритм роботи системи складається з трьох підпрограм, які відповідають за різні режими роботи. Кожна з підпрограм виконує свої функції і за допомогою спільних даних обмінюються інформацією між собою.

Блок-схема алгоритму управління роботою системи в автоматичному режимі представлена на рисунку 4.6.

Блок-схема алгоритму управління роботою системи в ручному режимі представлена на рисунку 4.7.

Для постійного контролю аварійних ситуацій і слідкування за основними параметрами системи розроблений спеціальний алгоритм, який

автоматично вимикає свердловину при падінні тиску або при досягненні верхнього робочого рівня води в ємності для поливу.

Блок схема алгоритму постійного контролю аварійних ситуацій представлена на рисунку 4.8.

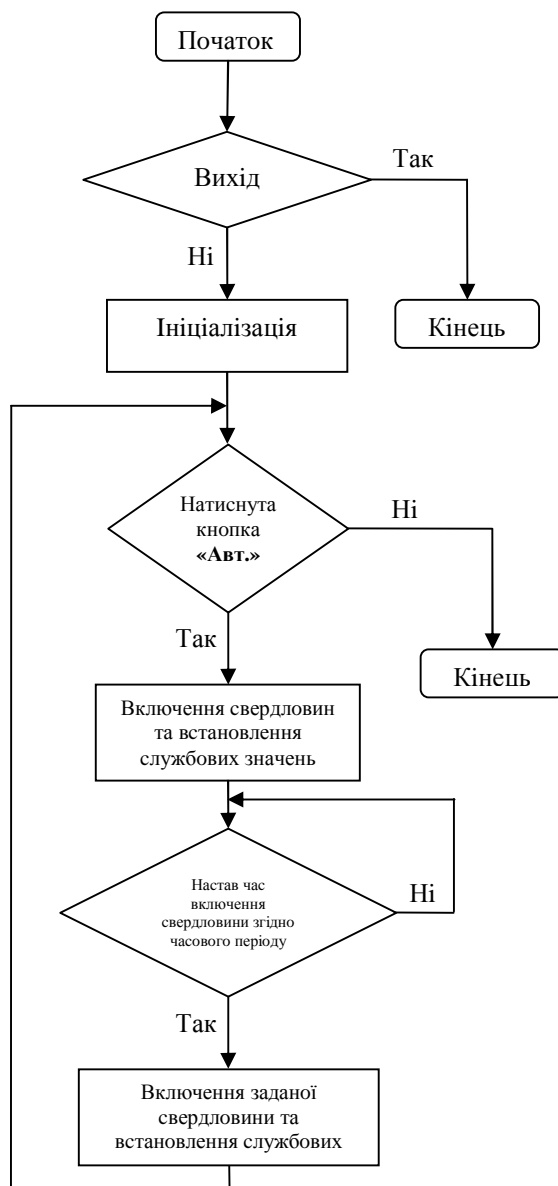


Рисунок 4.6 – Алгоритм роботи автоматичного режиму управління роботою системи.



Рисунок 4.7 - Алгоритм роботи ручного режиму управління роботою системи.

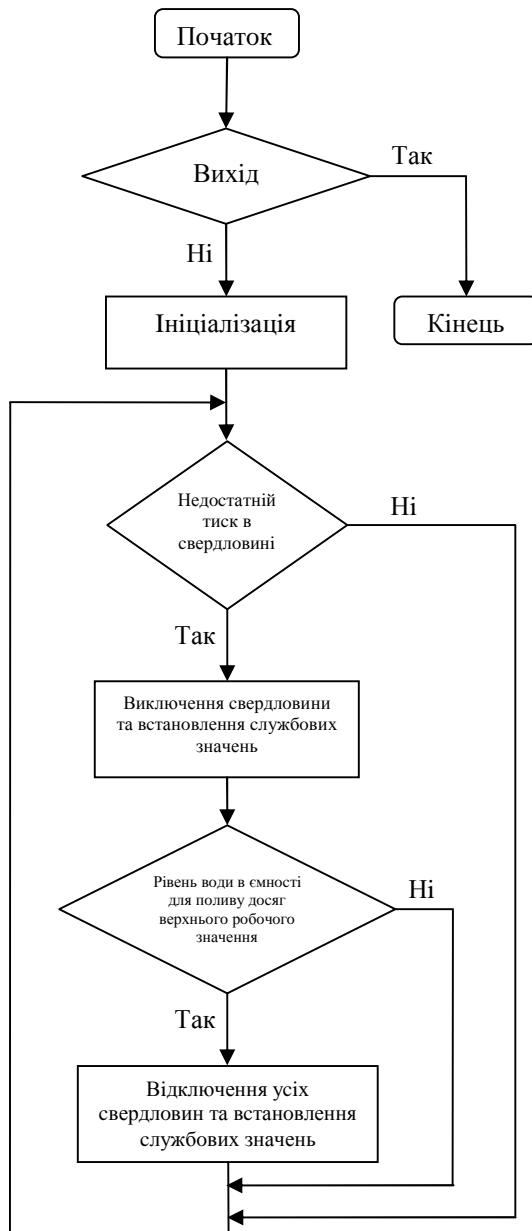


Рисунок 4.8 - Алгоритм постійного контролю аварійних ситуацій в системі.

В результаті розроблено алгоритм автоматичного і ручного режиму управління роботою системи, а також алгоритм постійного контролю аварійних ситуацій і слідкування за основними параметрами системи. Даний алгоритм запускається разом з запуском системи і працює до завершення роботи системи, завдяки чому дозволяє оперативно відслідкувати і уникнути

аварійних ситуацій та забезпечити нормальне функціонування системи впродовж усього часу експлуатації.

4.3 Вибір мікроконтролера для здійснення керування

Для зв'язки нижньої частини системи, а саме сенсорів і виконавчих механізмів з розробленою графічною системою необхідно вибрати оптимальний мікроконтролер. На ринку України широко представлені мікроконтролери Українського, Російського і Німецького виробництва.

Програмований логічний контролер (ПЛК) - мікропроцесорний пристрій, призначений для управління технологічними процесами в промисловості і іншими складними технологічними. Принцип роботи ПЛК полягає в зборі сигналів від датчиків і їх обробці за прикладною програмою користувача з видачею сигналів, що управляють, на виконавчі пристрої [6].

ПЛК, як правило, не мають розвинених засобів інтерфейсу, типу клавіатури і дисплея, встановлюються в шафах, їх програмування, діагностика і обслуговування проводиться програматорами, спеціальними пристроями або пристроями на базі РС або ноутбука, із спеціальним програмним забезпеченням, а можливо і із спеціальними інтерфейсними платами. У системах управління технологічними процесами ПЛК взаємодіють з системами людино-машинного інтерфейсу: операторськими панелями або робочими місцями операторів на базі РС. Датчики і виконавчі пристрої підключаються до ПЛК або централізований: у стійку ПЛК встановлюються модулі введення-виводу, підключені до датчиків і виконавчих пристроїв окремими проводами, або по методу розподіленої периферії, коли віддалені від ПЛК датчики і виконавчі пристрої пов'язані з ПЛК загальною мережею, наприклад, мережею Profibus з протоколом DP.

Перед вибором мікроконтролера необхідно визначити які функції буде виконувати пристрій, які технічні характеристики і параметри повинен він задовольняти. В розроблювальній системі існує 4 електроконтактних манометра з цифровим виходом і електронний регулятор-сигналізатор рівня який має 4 цифрових виходів. Також система містить в собі 5 насосів, які керуються через магнітні пускачі напругою 24В. Отже необхідно контролер, який має 8 цифрових входів і 5 цифрових виходів і підтримував напругу цифрових виходів у 24В.

Розглянемо окремо декілька мікроконтролерів різних виробників, які задовольняють поставленим вимогам: контролер *tinyCON*, виробник ХОЛИТ Дэйта Системс і мікроконтролер *Simatic CPU 312C*, виробник Siemens.

Контролер *tyniCON* (рис.4.9) представляє собою закінчений пристрій, що базуються на використанні плати промислового мікрокомп'ютера PC-сумісного, і відносяться до класу *softPLC*. Процесорне ядро контролера зараз побудоване на основі ІМС *DM&P6117D (i386SX-40)*, а в нових моделях також застосовані процесори *DM&P 6127* (класу *Pentium 166MMX*).

Контролер містить комунікаційні порти 2 x *RS-232/485*, *Ethernet 10Base-T*, 16 ліній дискретного вводу/виводу з опторозв'язкою, а нові моделі також містять АЦП.

Конструкція передбачає монтаж контролера на *DIN*-рельс.

PC-контроллер *tinyCON* призначений для використання в бортових обчислювальних системах, системах промислової автоматики, в пристроях зв'язку і телекомунікацій, медичній апаратурі і інших засобах, де потрібно забезпечити високу надійність за тяжких умов експлуатації. Внутрішнє виконання контролера залежить від його моделі і, як правило, містить конструкцію з 2-х плат: плата процесорного модуля і плата вводу/виводу з системою електроживлення.

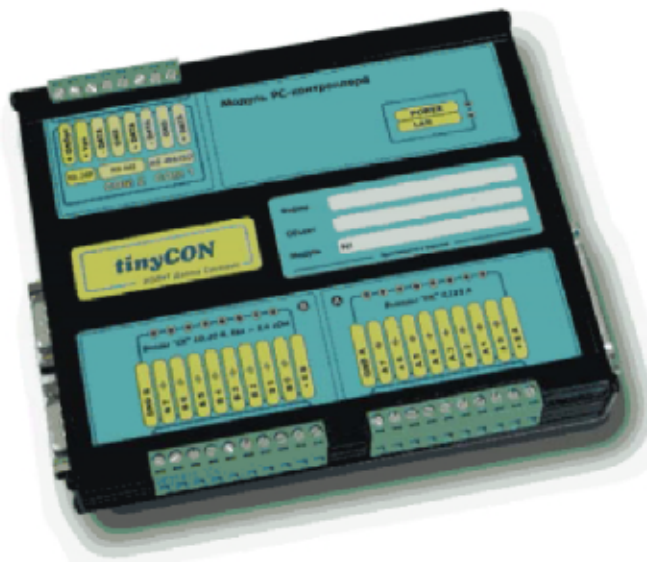


Рисунок 4.9 – Зовнішній вигляд контролера tinyCON.

Архітектура процесорного модуля є повним аналогом архітектури персональних комп'ютерів IBM PC/AT. Це дає можливість використання існуючих операційних систем для платформи IBM PC/AT (DOS, Windows, Linux, QNX .). Написання, відладка і компіляція програмного забезпечення для PC-контролера tinyCON може проводитися на будь-якому персональному PC/AT сумісному комп'ютері, за допомогою будь-якої доступної мови програмування (Assembler, C, Pascal BASIC .). Для побудови програмного комплексу під управлінням таких операційних систем як MS Windows 9x/2000/CE можливе застосування продуктивнішої системи на базі процесора класу Pentium і об'ємнішого накопичувача. Для зв'язку із зовнішнім устаткуванням, PC-контролер tinyCON має два канали послідовної зв'язки, які можуть бути встановлені за типом RS-485 або RS-232. Окремі моделі містять інтерфейс для підключення до мережі типу Ethernet (100/10 Mbps).

Як при автономній роботі, так і в розподільних системах, контролер tinyCON може застосовуватися в існуючих промислових мережах або служити основою для створення нової мережі. У якості зовнішніх пристроїв можуть бути підключені модулі збору даних сімейств I-7000, Adam-4000 tetraCON і інші. Це дає можливість збільшити загальне число каналів цифрового і

аналогового введення/виводу системи, а також додати ті функціональні можливості, які відсутні в стандартних моделях цих контролерів [10].

Живлення контролера здійснюється від джерела нестабілізованої постійної напруги 10.36В. Внутрішній перетворювач DC/AC має гальванічну розв'язку, що дозволяє жити ланцюги активних датчиків, «сухих контактів», обмоток реле від того ж джерела.

SIMATIC S7-312C (рис.4.10) - це модульний програмований контролер, призначений для побудови систем автоматизації низького і середнього ступеня складності. Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур локального і розподіленого введення-виводу, широкі комунікаційні можливості, безліч функцій, підтримуваних на рівні операційної системи, зручність експлуатації і обслуговування забезпечують можливість отримання рентабельних рішень для побудови систем автоматичного управління в різних областях промислового виробництва.



Рисунок 4.10 – Зовнішній вигляд мікроконтролера CPU 312C.

Ефективному застосуванню контролерів сприяє можливість використання декількох типів центральних процесорів різної продуктивності, наявність широкої гамми модулів введення-виводу дискретних і аналогових сигналів, функціональних модулів і комунікаційних процесорів.

Сфери застосування SIMATIC S7-312C охоплюють: автоматизацію машин спеціального призначення; автоматизацію текстильних і пакувальних машин; автоматизацію машинобудівного устаткування; автоматизацію устаткування для виробництва технічних засобів управління і електротехнічної апаратури; побудова систем автоматичного регулювання і позиціонування; автоматизовані вимірювальні установки та інші [6].

Центральні процесори S7-312C оснащені набором вбудованих входів і виходів, а також набором вбудованих функцій, що дозволяє застосовувати ці процесори як готові блоки управління.

Центральний процесор S7-3012C характеризуються наступними показниками:

- Мікропроцесор з часом виконання логічної операції з бітами 200 нс.
- Робоча пам'ять (RAM) для виконання програми об'ємом від 16 Кбайт
- Завантажена пам'ять у вигляді мікро карти пам'яті NVFLASH-EEPROM ємністю до 4 Мбайт
- Збереження резервної копії даних, що не обслуговує: при перебоях в живленні в мікро карту пам'яті записуються стани прапорів, таймерів, лічильників і вміст блоків даних.
- Вбудований інтерфейс MPI: програмування/ діагностика / обслуговування / побудова простих мережевих структур, швидкість передачі даних 187.5 кбіт/с. Об'єднання до 16 центральних процесорів SIMATIC S7/C7, підтримки механізму передачі глобальних даних.
- Додатковий вбудований інтерфейс керуючого / веденого пристрою PROFIBUS DP (у CPU 31xC-2 DP) із швидкістю передачі даних до 12 Мбіт/с.
- Вбудований перемикач режимів роботи (Run/ Stop/Mres).
- Парольний захист: забезпечує захист програми від несанкціонованого доступу.

- Діагностичний буфер: у буфері зберігається 100 останніх повідомлень про відмови і переривання. Вміст буфера використовується для аналізу причин, що викликали зупинку центрального процесора.
- Годинник реального часу: всі діагностичні повідомлення можуть забезпечуватися відмітками дати і часу.
- Вбудовані комунікаційні функції:
 - PG/OP функції зв'язку
 - стандартні функції S7 зв'язку через MPI
 - розширені функції S7 зв'язку (клієнт і сервер) через MPI, Industrial Ethernet, PROFINET, PROFIBUS.
- Одночасна підтримка від 6 активних комунікаційних з'єднань в промислових мережах.
- Робота без буферної батареї.
- Набір вбудованих дискретних входів =24В. Всі входи можуть використовуватися для прийому сигналів апаратних переривань, а також для виконання функцій швидкісного рахунку, вимірювання частоти або періоду проходження імпульсів.
- Набір вбудованих дискретних виходів =24В/0.5А. Частина виходів може працювати в імпульсному режимі.
- Гнучке розширення: підключення до 8 модулів S7-300 (4-рядна конфігурація) системи локального введення-виводу в решті центральних процесорів S7-300С.
- Можливість побудови ПД-регуляторів.

Схема підключення зовнішніх ланцюгів представлена на рисунку 4.11.

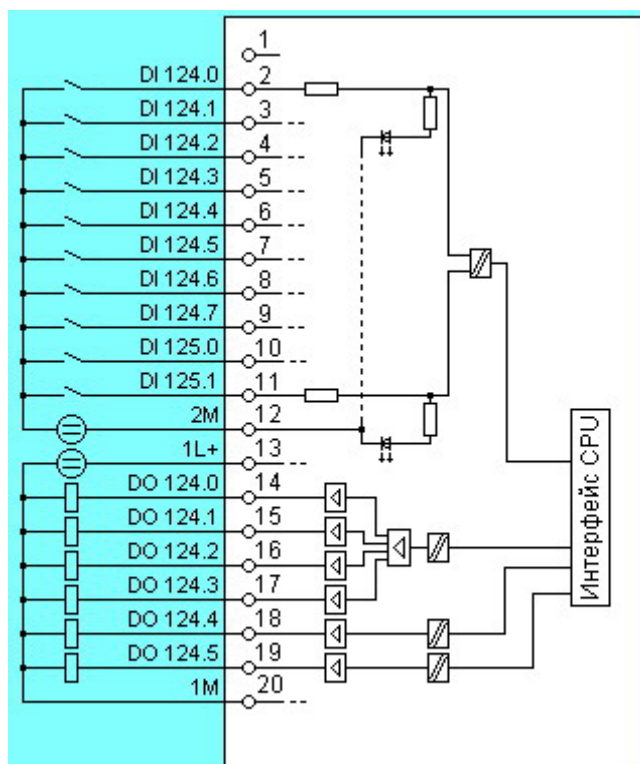


Рисунок 4.11 – Схема підключення зовнішніх ланцюгів.

Загальні технічні характеристики

Напруга живлення:

- номінальне значення =24 В
- допустимий діапазон змін 20.4..28.8 В

Споживаний струм при холостому ході, типове значення 60 мА

Номінальний споживаний струм 500 мА

Пусковий струм, типове значення 11.0 А

Рекомендована споживана потужність, типове значення: 6 Вт,

включаючи вбудовані входи і виходи

Габарити 80x125x130 мм

Маса 0.409 кг

Робоча пам'ять:

- вбудована, RAM 16 Кбайт
- розширення Немає

Завантажувана пам'ять:

–вбудована Немає

–мікро карта пам'яті, FLASH-EEPROM До 4 Мбайт

Мінімальний час виконання:

– логічних операцій 0.2 мкс

– операцій із словами 0.4 мкс

– арифметичних операцій з фіксованою / плаваючою точкою 5.0/6.0 мкс

Кількість вхідних каналів: 10

Вхідна напруга:

– номінальне значення =24В

– логічної одиниці 15.30В \

– логічного нуля -3.+5В

Довжина кабелю для стандартних дискретних входів/ виходів технологічних функцій, не більш:

– звичайного 600м/ немає

– екранованого 1000м/ 100м

Кількість вихідних каналів: 6

Вихідна напруга:

– номінальне значення L+ =24В

– допустимий діапазон змін 20.4...28.8В

– логічної одиниці L+ - 0.8В

Вихідний струм логічної одиниці:

– номінальне значення 0.5А

– допустимий діапазон змін 5мА . 0.6А

Вихідний струм логічного нуля, не більш 0.5мА

Порівнявши властивості мікроконтролерів і їхні характеристики надійності, для даного проекту вибрали мікроконтролер фірми Siemens, Simatic CPU 312С. Даний мікроконтролер задовольняє вимоги по кількості входів та

виходів для нашої системи, а також по властивостям вхідних і вихідних каскадів [7].

Даний контролер підключається до персонального комп'ютера через інтерфейс MPI, який дозволяє отримувати дані цифрових входів і встановлювати значення цифрових виходів за допомогою програмного забезпечення, реалізованого на персональному комп'ютері.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Вибір програмних засобів реалізації САК

Приставаючи до розробки спеціалізованого прикладного програмного забезпечення (ППО) для створення системи контролю і управління, кінцевий користувач зазвичай вибирає один з наступних шляхів:

Програмування з використанням "традиційних" засобів (традиційні мови програмування, стандартні засоби відладки і ін.) Використання існуючих готових - COTS (Commercial Of The Shelf) - інструментальних проблемно-орієнтованих засобів. Процес розробки ППО важливо спростити, скоротити тимчасові і прямі фінансові витрати на розробку ППО, мінімізувати витрати праці висококласних програмістів, по можливості привертаючи до розробки фахівців-технологів в області процесів, що автоматизуються. При такій постановці завдання другий шлях може виявитися привабливішим. Для складних розподілених систем процес розробки власного ППО з використанням "традиційних" засобів може стати неприпустимо тривалим, а витрати на його розробку невиправдано високими. Варіант з безпосереднім програмуванням відносно привабливий лише для простих систем або невеликих фрагментів великої системи, для яких немає стандартних рішень (не написаний, наприклад, відповідний драйвер) або вони не влаштовують по тих або інших причинах в принципі. Другий крок - "визначитися" з інструментальними засобами розробки ППО. Програмні продукти класу SCADA широко представлені на світовому ринку. Це декілька десятків SCADA - систем, багато хто з яких знайшли своє застосування і в Україні. Найбільш популярні з них приведені нижче:

- InTouch (Wonderware) - США;
- Citect (CI Technology) - Австралія;

- FIX (Intellution) - США;
- Genesis (Iconics Co) - США;
- Factory Link (United States Data Co) - США;
- RealFlex (BJ Software Systems) - США;
- Sitex (Jade Software) - Великобританія;
- TraceMode (Adastra) - Росія;
- Simplicity (GE Fanuc) - США;
- САРГОН (НВТ - Автоматика) - Росія.

Вибір SCADA-системи є достатньо важким завданням, аналогічним пошуку оптимального рішення в умовах багатокритеріальності.

Нижче приводиться зразковий перелік критеріїв оцінки SCADA - систем, які насамперед повинні цікавити користувача. Цей перелік не є авторським і давно вже обговорюється в спеціальній періодичній пресі. У ній можна виділити три великі групи показників:

- технічні характеристики;
- вартісні характеристики;
- експлуатаційні характеристики.

Програмно-апаратні платформи для SCADA-систем.

Аналіз переліку таких платформ необхідний, оскільки від нього залежить відповідь на питання, чи можлива реалізація тієї або іншої SCADA-системи на наявних обчислювальних засобах, а також оцінка вартості експлуатації системи (будучи розробленою в одному операційному середовищі, прикладна програма може бути виконана в будь-якій іншій, яку підтримує вибраний SCADA-пакет). У різних SCADA-системах це питання вирішене по різному.

Переважає більшість SCADA-систем реалізована на MS Windows платформах. Саме такі системи пропонують найповніші і легко нарощувані MMI - засоби. Деякі фірми, що до цих пір підтримували SCADA-системи на базі операційних систем реального часу (ОСРВ), почали міняти орієнтацію,

вибираючи системи на платформі Windows NT. Все більш очевидним стає застосування OCPB, в основному, у вбудовуваних системах, де вони дійсно хороші. Таким чином, основним полем, де сьогодні розгортаються головні події глобального ринку SCADA-систем, стала MS Windows NT/2000 на фоні згортання активності, що все прискорюється, в області MS DOS, MS Windows 3.xx/95.

Наявні засоби мережевої підтримки.

Однією з основних рис сучасного світу систем автоматизації є їх високий ступінь інтеграції. У будь-якій з них можуть бути задіяні об'єкти управління, виконавчі механізми, апаратура, яка реєструє і оброблює інформацію, робочі місця операторів, сервери баз даних і так далі. Очевидно, що для ефективного функціонування в цьому різноманітному середовищі SCADA-система повинна забезпечувати високий рівень мережевого сервісу. Бажано, щоб вона підтримувала роботу в стандартних мережевих середовищах (ARCNET, ETHERNET і так далі) з використанням стандартних протоколів (NETBIOS, TCP/IP і ін.), а також забезпечувала підтримку найбільш популярних мережевих стандартів з класу промислових інтерфейсів (PROFIBUS, CANBUS, LON, MODBUS і так далі) Цим вимогам в тому або іншому ступені задовольняють практично всі дані SCADA-системи, з тою тільки відмінністю, що набір підтримуваних мережевих інтерфейсів, звичайно ж, різний.

Вбудовані командні мови.

Більшість SCADA-систем мають вбудовані мови високого рівня, VBasic-подібні мови, що дозволяють генерувати адекватну реакцію на події, пов'язані із зміною значення змінних, з виконанням деякої логічної умови, з натисненням комбінації клавіш, а також з виконанням деякого фрагмента із заданою частотою щодо всього застосування або окремого вікна.

Підтримувані бази даних.

Одним з основних завдань систем диспетчерського контролю і управління є обробка інформації: збір, оперативний аналіз, зберігання,

архівування, пересилка і так далі Таким чином, в рамках створюваної системи повинна функціонувати база даних [10].

Практично всі SCADA-системи, зокрема, Genesis, InTouch, Citect, використовують ANSI SQL синтаксис, який є незалежним від типу бази даних. Таким чином, додатки віртуально ізольовані, що дозволяє міняти базу даних без серйозної зміни самого прикладного завдання, створювати незалежні програми для аналізу інформації, використовувати вже напрацьоване програмне забезпечення, орієнтоване на обробку даних.

Графічні можливості.

Для фахівця-розробника системи автоматизації, також як і для фахівця - "технолога", чиє робоче місце створюється, дуже важливий графічний призначений для користувача інтерфейс. Функціонально графічні інтерфейси SCADA-систем вельми схожі. У кожній з них існує графічний об'єктно-орієнтований редактор з певним набором анімаційних функцій. Використовувана векторна графіка дає можливість здійснювати широкий набір операцій над вибраним об'єктом, а також швидко оновлювати зображення на екрані, використовуючи засоби анімації.

Вкрай важливе також питання про підтримку в даних системах стандартних функцій GUI (Graphic Users Interface). Оскільки більшість даних SCADA-систем працюють під управлінням Windows, це і визначає тип використовуваного GUI.

Система є відкритою, якщо для неї визначені і описані використовувані формати даних і процедурний інтерфейс, що дозволяє підключити до неї "зовнішні", незалежно розроблені компоненти.

Розробка власних програмних модулів.

Перед фірмами-розробниками систем автоматизації часто встає питання про створення власних (не передбачених в рамках систем SCADA) програмних модулів і включення їх в створювану систему автоматизації. Тому питання про відкритість системи є важливою характеристикою SCADA-систем. Фактично відкритість системи означає доступність специфікацій системних (у сенсі

SCADA) викликів, що реалізують той або інший системний сервіс. Це може бути і доступ до графічних функцій, функціям роботи з базами даних і так далі

Драйвери введення-виводу.

Сучасні SCADA-системи не обмежують вибору апаратури нижнього рівня, оскільки надають великий набір драйверів або серверів введення-виводу і мають добре розвинені засоби створення власних програмних модулів або драйверів нових пристроїв нижнього рівня. Самі драйвери розробляються з використанням стандартних мов програмування. Питання, проте, в тому, чи достатньо тільки специфікацій доступу до ядра системи, що поставляються фірмою-розробником в штатному комплекті (система Trace Mode), або для створення драйверів необхідні спеціальні пакети (системи Factorylink, InTouch), або ж, взагалі, розробку драйвера потрібно замовляти у фірми-розробника.

Розробки третіх фірм.

Багато компаній займаються розробкою драйверів, ActiveX-об'єктів і іншого програмного забезпечення для SCADA-систем. Цей факт дуже важливо оцінювати при виборі SCADA-пакета, оскільки це розширює сферу застосування системи непрофесійними програмістами (немає необхідності розробляти програми з використанням мов C або Basic).

Показники цієї групи критеріїв найбільш суб'єктивні. Це той самий випадок, коли краще один раз побачити, чим сім разів почути. До цієї групи можна віднести:

- зручність інтерфейсу середовища розробки - "Windows - подібний інтерфейс", повнота інструментарію і функцій системи;
- якість документації - її повнота, рівень русифікації;
- підтримка з боку розробників - кількість інсталяцій, дилерська мережа, навчання, умови оновлення версій і так далі

Якщо припустити, що користувач справився і з цим завданням - зупинив свій вибір на конкретній SCADA - системі, то далі починається розробка системи контролю і управління, яка включає наступні етапи:

- Розробка архітектури системи автоматизації в цілому. На цьому етапі визначається функціональне призначення кожного вузла системи автоматизації.

- Вирішення питань, пов'язаних з можливою підтримкою розподіленої архітектури, необхідністю введення вузлів з "гарячим резервуванням" і тому подібне

- Створення прикладної системи управління для кожного вузла. На цьому етапі фахівець в області процесів, що автоматизуються, наповнює вузли архітектури алгоритмами, сукупність яких дозволяє вирішувати завдання автоматизації.

- Приведення у відповідність параметрів прикладної системи з інформацією, якою обмінюються пристрої нижнього рівня (наприклад, програмовані логічні контролери - ПЛК) із зовнішнім світом (датчики технологічних параметрів, виконавчі пристрої і ін.)

- Відладка створеної прикладної програми в режимі емуляції.

Для розробки системи автоматизованого керування процесом поливу на Долинському теплично – овочевому комбінаті, вибрано програмний продукт фірми Siemens – Simatic WinCC 5.0. Даний програмний засіб дозволяє в повній мірі реалізувати необхідні задачі по керуванню об'єктом управління і по відображенню дійсного процесу.

SIMATIC WINCC є модульною масштабованою системою візуалізації процесу (SCADA-системою) для розробок різного рівня, починаючи від простих однокористувацьких застосувань в машинобудуванні і до складних багатокористувацьких або навіть розподілених систем з декількома (резервованими) серверами і клієнтами в мережі Web в промислових і будівельних системах.

В основному SIMATIC WINCC (рис. 5.1) пропонує наступні можливі конфігурації системи:

- однокористувацька система;

- многопользовательская система (рішення клієнт-сервер);
- багатокористувацька система;
- системи з використанням Web клієнтів;
- розробки з використанням технологій “тонкий клієнт”;
- системи з використанням архівного сервера;
- системи з резервованими серверами;
- розробки з використанням як Web клієнтів, так і “тонких клієнтів”.

Однокористувацькі системи використовуються в невеликих застосуваннях, але можуть також використовуватися для контролю і управління незалежними компонентами системи. Однокористувацька система працює автономно. Це означає, що система має свій зв'язок з процесом, кадри і архіви. Існує цілий ряд можливостей для організації обміну даними з рівнем автоматизації. Крім того, значення процесу можуть передаватися в концентратор даних через локальну мережу підприємства.



Рисунок 5.1. - Однокористувацька система WINCC

Графічна система WINCC в режимі виконання формує екранні зображення і обробляє ті, що всі вводяться з екрану дані. Кадри для візуалізації

процесу і управління установкою створюються за допомогою Графічного дизайнера WINCC.

Незалежно від складності завдань контролю і управління, використовуючи стандарти WINCC, можна створювати індивідуальні призначені для користувача інтерфейси для будь-якого застосування, спроектовані відповідно до вимог замовника, забезпечуючи таким чином безпеку контролю і управління процесом і оптимізацію всього процесу виробництва.

WINCC дозволяє відображати кадри розміром до 4096 x 4096 пікселів, використовуючи інтелектуальну функцію масштабування. Масштабування в режимі виконання підтримується використанням трьох різних методів:

Панорамний перегляд:

При відкритті кадру, для якого визначений коефіцієнт масштабування, на нім відображається смуга прокрутки, яку можна використовувати для вибору ділянки, що відображається. Після натиснення коліщатка миші з'являється компас навігації (англ. navigation compass). Рухайте покажчик миші для прокрутки кадру у відповідному напрямі. Відстань від покажчика миші до компаса навігації визначає швидкість прокрутки. Ще раз натисніть коліщатко миші для завершення функції панорамного перегляду.

Расширене масштабування:

Зображення кадру процесу може бути збільшене або зменшене в режимі виконання за допомогою коліщатка миші. Для цього натисніть клавішу <CTRL> при прокручуванні коліщатка миші. Коефіцієнт масштабування зростає при його прокручуванні в напрямі від долоні.

Пошарове відключення:

Шари і об'єкти, що містяться на них, можна відображати і приховувати. Обмеження на відображення і утаєння об'єктів визначаються за допомогою Графічного дизайнера.

Можна встановити контроль дій оператора по введенню даних, переданих процесу, а також захист архівів і самої системи WINCC шляхом

блокування її у разі несанкціонованого доступу. Можна, наприклад, заблокувати можливість зміни вказаних значень, вибір кадрів або виклик програмного забезпечення проектування з середовища управління процесом. При цьому можна динамічно встановлювати рівні доступу залежно від значень змінних.

Відстежування дій оператора допомагає в критичних ситуаціях, які можуть виникнути в процесі. WINCC може записувати значення змінних, що вводяться, разом з датою, часом, ім'ям користувача і порівняльними характеристиками між старим і новим значеннями. У загальному випадку можна використовувати всі можливості введення даних, які підтримує ОС Windows, наприклад, сенсорний екран.

Для створення призначеного для користувача інтерфейсу, найбільш відповідного для даного процесу, система SIMATIC WINCC забезпечує всі необхідні для цього засоби. Для створення інтерфейсу WINCC надає:

- стандартні об'єкти;
- кнопки, поля-прапорці, групи кнопок вибору і ползункові регулятори;
- графічні об'єкти (у векторному форматі і у форматі графіки з по елементним формуванням зображення);
- вікна додатків і кадрів;
- OLE об'єкти, елементи управління ActiveX (наприклад, вікна відображення повідомлень, трендів і таблиць);
- поля введення і виводу, текстові списки;
- двомірні і тривимірні гістограми, одиночні і групові індикатори стану

Остаточним видом графічного блоку динамічно управляє проектувальник. При цьому основні характеристики, що стосуються геометрії, кольору або узору заливки можна безпосередньо визначати і контролювати за допомогою значень змінних або з програм.

На додаток до функцій контролю і оперативного управління, технологіям обробки аварійних повідомлень, реєстрації, архівації і диспетчерського управління базова система WINCC надає різні можливості діагностики.

Чим складніше система автоматизації, тим більша кількість компонентів повинна взаємодіяти. Для забезпечення високого рівня працездатності, необхідно мати можливість швидко і безпечно локалізувати всі помилки, які можуть виникнути в процесі функціонування системи. Для запобігання несправностям, які можуть привести до тривалих простоїв, виробники і розробники технологій автоматизації повинні забезпечувати прозорість системи навіть в складних вирішеннях автоматизації. Тому можливості для діагностування у разі виникнення помилок і несправностей набувають особливої важливості. Ефективність засобів діагностики визначає, наскільки швидко можна виявити і усунути несправність. Ефективні засоби діагностики дозволяють значно підвищити працездатність і надійність установки, і, таким чином, збільшити продуктивність і скоротити витрати на забезпечення життєвого циклу.

Технологія комплексної автоматизації пропонує вбудовані засоби діагностики як найважливішу особливість системи. У поєднанні з іншими компонентами SIMATIC, SIMATIC WINCC також підтримує діагностику системи і процесу в режимі виконання:

- викликів блоків STEP 7 з кадрів WINCC;
- перехід у систему діагностики апаратури STEP 7 безпосередньо з WINCC;
- діагностування з'єднань зв'язку за допомогою WINCC Channel Diagnosis;
- діагностика системи з використанням технології Web technology за допомогою інструментального засобу WINCC Scope;
- системна діагностика за допомогою каналу System Info;

– надійна діагностика процесу за допомогою WinCC/ProAgent

WINCC є відкритою системою візуалізації, яка надає можливість встановлювати зв'язок з найрізноманітнішими контролерами (рис.5.2). Визначення каналів зв'язку, а також партнерів по зв'язку проводиться в центрі управління проектом.

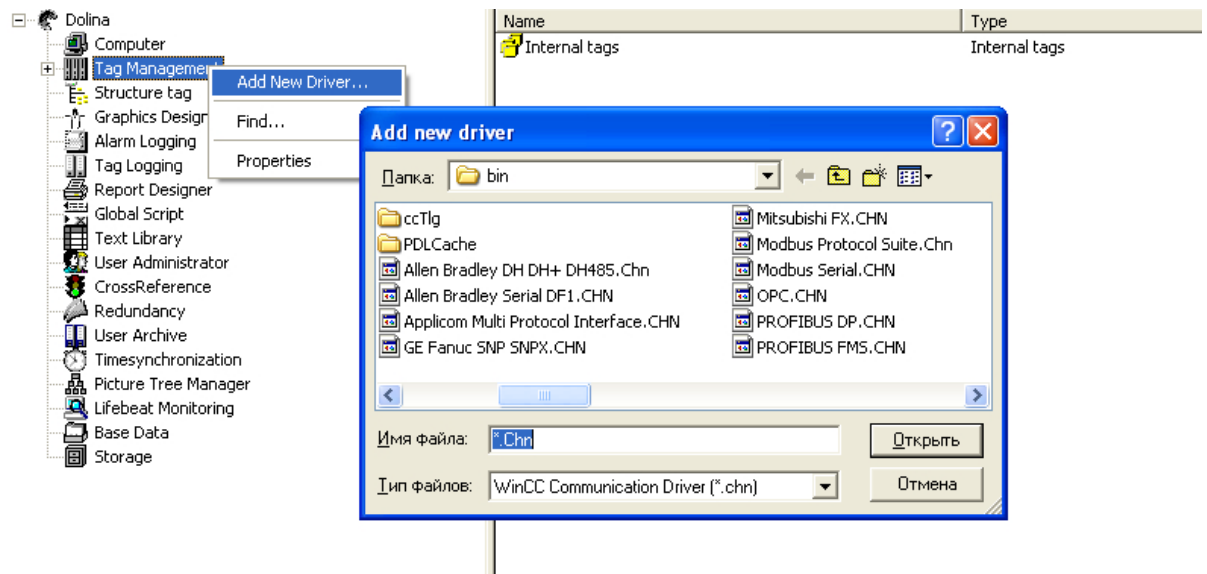


Рисунок 5.2 – Додавання каналу зв'язку (драйвера) до проекту

У об'єм постачання WINCC входять найбільш важливі канали зв'язку з контролерами SIMATIC S5/S7/505 (наприклад, S7 Protocol Suite), а також канали інших виробників такі, як Profibus-DP/FMS і OPC (OLE for Process Control). Крім того, як опції або доповнення, є в розпорядженні безліч каналів зв'язку для організації обміну даними зі всіма відомими контролерами інших виробників. Оскільки виробники ПЛК надають відповідні сервера OPC для свого апаратного забезпечення, обмежень на те, що підключається до WINCC устаткування практично не існує.

WinCC впорядковано зберігає всі дані, що виникають на шляху до вирішення задачі візуалізації, в проекті. Провідник WinCC – це центральний комутаційний пункт WinCC для управління проектом, який надає доступ до всіх компонентам WinCC.

Через провідник WinCC виконуються такі завдання, як визначення конфігурації проекту (однокористувальницька /багатокористувальницька система) і створення набору змінних, запускаються окремі редактори системи і опцій. Провідник WinCC забезпечує, таким чином, комфортний огляд проекту і його ефективну розробку [11]. На рисунку 5.3 представлено загальний вигляд центрального вікна WinCC.

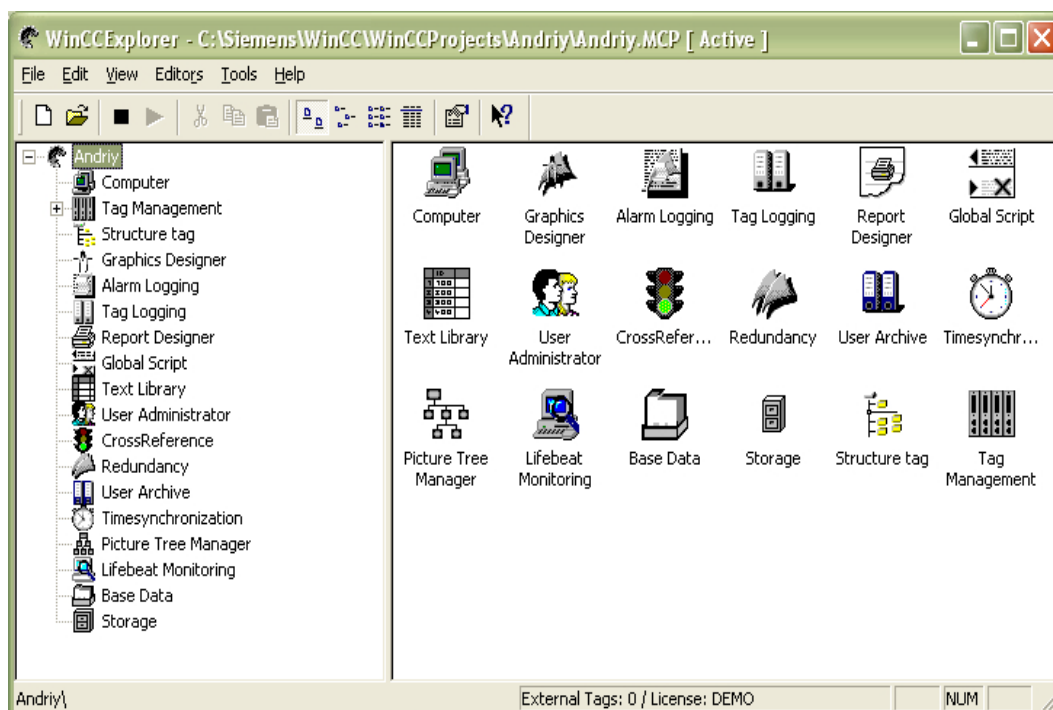


Рисунок 5.3 – Загальний вигляд центрального вікна WinCC

За допомогою редакторів WINCC виконуються різні завдання по проектуванню системи візуалізації. Запуск редакторів проводиться з провідника WinCC. Вже в базовому варіанті постачання WinCC знаходяться всі редактори, необхідні для нормальної роботи.

Оскільки опції WinCC також мають в своєму розпорядженні інструмент для проектування то відповідний редактор теж включений в робочу поверхню провідника WinCC.

Графічний дизайнер WinCC (WinCC Graphics Designer) – це векторно-орієнтована програма рисування. Є також функції для точного позиціонування,

вирівнювання, обертання і дзеркального віддзеркалення, зберігання властивостей графічних об'єктів, побудови блоків і імпорту, або вбудовування текстів і графіки, відредагованих зовнішнім редактором (формати BMP, WMF, EMF, або через OLE).

За допомогою численних графічних об'єктів, що містяться в палітрі об'єктів і стилів, можна також створювати зображення процесу. Параметризація властивостей і прив'язка об'єкту до внутрішньої або процесорної змінної прості, наскільки це можливо: як тільки відповідний об'єкт поміщається в зображення, з'являються наочні конфігураційні діалоги [11]. Разом з цим, графічний дизайнер WinCC надає можливість маніпулювати і динамізувати практично всі властивості об'єкту – в тому числі можливо включення в сценарій, щоб добитися повної гнучкості.

Склад вікна графічного дизайнера: палітри кольору, об'єктів, стилю, вирівнювання, масштабування, шрифтів; панелі меню (Файл, Правка, Вид, Вставка, Розподілити, Інструменти, Вікно), тегів, слоїв і стандартна панель інструментів; рядок стану; властивості об'єкту.

Складні зображення багатьох об'єктів, що накладаються один на одного, можна для більшої наочності відображати на окремих рівнях. Зручна також можливість в згрупованих об'єктах змінювати властивості окремих об'єктів.

Зовнішнім виглядом всіх елементів графіки можна управляти динамічно. До таких властивостей як форма, колір, зразок, можна безпосередньо звертатися, а також змінювати значення їх змінних.

5.2 Побудова графічного інтерфейсу користувача-оператора.

5.2.1 Створення нового проекту в WinCC

Для розв'язання задачі поставленої в дипломному проекті, створення графічного представлення процесу поливу з підключенням його до контролера необхідно виконати наступні дії:

- створити новий проект в WinCC
- в Graphics Designer нарисувати візуальний вигляд процесу
- створити теги для кожного елемента візуального зображення системи
- підключити теги до візуальних елементів системи
- скопіювати результат роботи

Для створення нового проекту WinCC виконав наступні дії:

а) Запустив WinCC, для цього вибирав меню Пуск → Simatic → WinCC → Windows Control Center.

б) В діалоговому вікні, яке при цьому з'явилося, обрав „створити Single-User”, ввів назву та розташування свого проекту.

в) Після цього з'явилося вікно із створеним проектом рисунок 5.4.

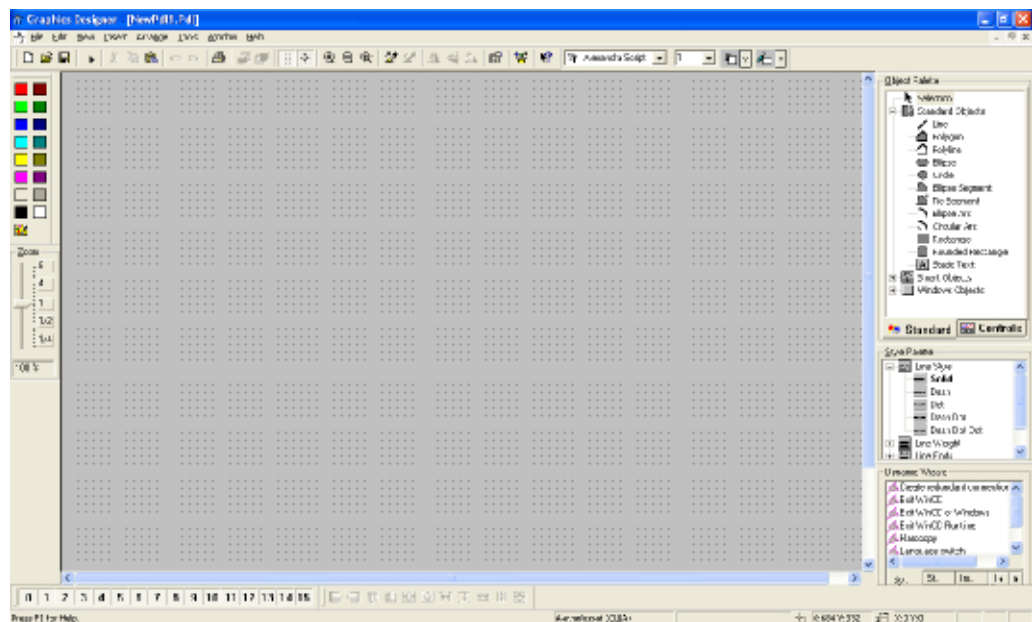


Рисунок 5.4 – Зовнішній вигляд графічного дизайнера

Дана система повинна містити такі блоки кнопок, як режим роботи, включення і виключення насосів, а також екран індикації, та індикатори режиму роботи.

Для того, щоб створити візуальне зображення системи, виконав наступні дії:

а) Запустив Graphics Designer, для цього знайшов його в „головному дереві” проекту, та в контекстному меню обирав „Open”. Запустився Graphics Designer, вікно якого має вигляд (див. рисунок 5.2).

б) Для створення тумблера включення/виключення мережі живлення запустив бібліотеку WinCC (кнопка знаходиться на панелі інструментів). Переходячи по бібліотеках знайшов потрібний мені компонент під назвою On_Off_6 і переніс його в робочий простір.

в) Кнопки, які використовуються в системі створив наступним чином. В блоці Object Palette обрав закладку Standart, в закладці відкрив папку Windows Objects, знайшов кнопку Button і перетягнув її в робочий простір. Після чого в робочому просторі сконфігурував кнопку, для цього в контекстному меню обрав „Configuration Dialog”, з’явилося вікно Button Configuration. В цьому вікні задав назву кнопки та колір тексту.

г) Для створення індикаторів режиму роботи в блоці Object Palette обрав закладку Standart, в закладці відкрив папку Standart Objects, знайшов елемент Circle і перетягнув його в робочий простір. Таким методом було створено 2 індикатори режиму роботи системи.

д) Екран індикації складається з чотирьох семи сегментних індикаторів. Кожний сегмент індикатора створюється індивідуально, в такій послідовності. В блоці Object Palette обрав закладку Standart, в закладці відкрив папку Standart Objects, знайшов елемент Rectangle і перетягнув його в робочий простір. Таким методом було створено 28 сегментів і об’єднав їх в чотири індикатори.

В результаті виконаної роботи отримав реальне візуальне зображення процесу керування об’єктом

5.2.2 Створення тегів

Теги створюються в WinCC, їхні значення розподіляються по всій системі менеджером даних. Ці теги можуть являти собою внутрішні обчислення, граничні значення, результати підключення або прості системні

події, такі як час, дія мишею натискання комбінації клавіш, або навіть значення вимірів.

Виділяють наступні типи тегів: зовнішні, внутрішні теги і теги кадрів повідомлень.

Зовнішні теги використовуються для збору змінних процесу. Внутрішні теги служать для зберігання значень і станів в середині системи.

Двійкові і аналогові теги є компонентами редактора реєстрації тегів, які містять архівні властивості значень процесу (зовнішніх тегів) і внутрішніх тегів.

Теги кадрів повідомлень, одна або кілька точок виміру процесу можуть бути згруповані в тег кадру повідомлення. Цей тип передачі найчастіше застосовується при протоколюванні дуже швидких процесів, або коли збір даних виконується в блоках ПЛК. В загальному випадку використовуються двійкові, або аналогові значення [11].

Теги можуть знаходитися в пам'яті ПЛК або інших пристроїв. WINCC використовує теги для внесення динаміки на екран. Теги зберігаються в ієрархії Tag Management (Управління Тегами).

Щоб внести динаміку на екран було створено теги для кожного елемента системи. Для створення тегів виконав наступні дії:

а) В дереві проекту знайшов Tag Management → Internal tags, та за допомогою контекстного меню створив новий тег, з'явилось вікно параметрів тегу, рисунок 5.3.

б) У вікні, Tag properties (рис. 5.5) ввів назву тегу та налаштував параметри, обрав Datatype (Тип даних) Binary Tag (Бінарний тег), встановив перемикач на Project-wide update. Аналогічним чином створив теги для кожного елемента пульта керування, з відповідними назвами та параметрами

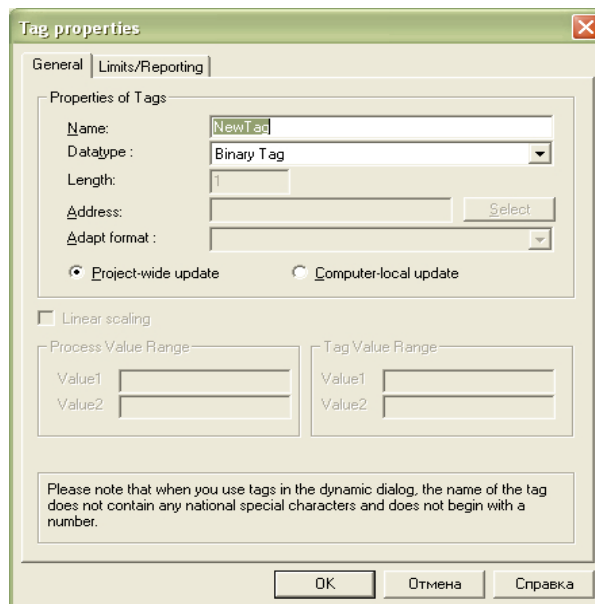


Рисунок 5.5 – Вікно Tag properties


5.2.3 Підключення тегів до елементів проекту

Для внесення динаміки в проект, створені теги потрібно підключити до елементів відображення системи. Підключення динамічних властивостей до елементів відбувається в такому порядку.

Для кнопок режиму роботи і поставлення свердловин на ремонт:

а) Відкрив спливаюче меню кнопки пульта створеної в графічному редакторі, вибрав пункт меню Properties (Властивості). В вікні Object Properties, яке відкрилось вибрав вкладку Properties. Вибрав категорію властивостей, що містить атрибут, який потрібно змінити (Colors → Background).

б) Відкрив контекстне меню на білій лампочці в рядку Background, вибрав Dynamic Dialog, відкрилось вікно Dynamic Value Ranges, рисунок 5.6.

в) Підключив тег, натиснувши кнопку  відкрилось вікно Select Tag, вибрав назву потрібного тегу (наприклад „START”) і натиснув кнопку ОК. Вибрав Bool (Логічний) тип даних, в блоці Data Type. Задав зміни кольору кнопки при натисканні, натиснута Yes/TRUE → Зелений, не натиснута No/FALSE → Синій. Після цього натиснув Apply, вікно Dynamic Value Ranges закрилось, а біла лампочка перетворилась на червону „блискавку”.

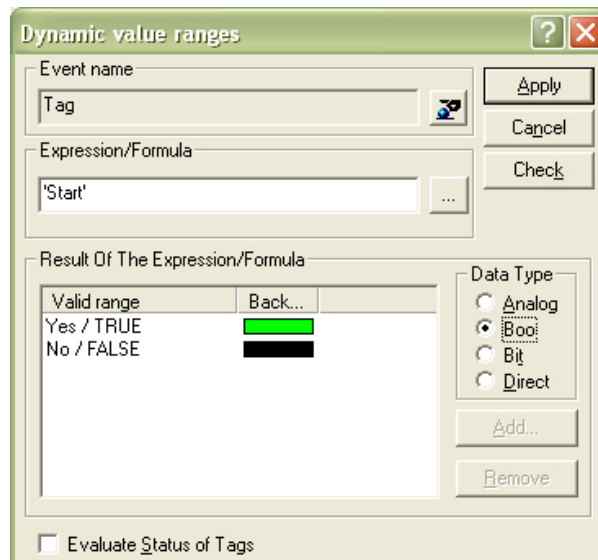


Рисунок 5.6 – Вікно Dynamic Value Ranges

Таким самим методом були підключені динамічні властивості до інших об'єктів системи.

Порядок прямого підключення тегу у випадку натискання кнопки наступний:

а) Відкрив спливаюче меню кнопки створеної в графічному редакторі, вибрав пункт меню Properties (Властивості). В вікні Object Properties, яке відкрилось вибрати вкладку Event (Подія). На вкладці Event вибрав групу і відповідну подію (Mouse → Press Left).

б) Відкрив контекстне меню на „блискавці” в рядку Press Left і вибрав пункт Direct Connection (Пряме З'єднання). В діалогові вікні Direct Connection (рисунок 5.7) в блоці Source вибрав Constant і ввів значення константи 1. В блоці Target вибрав Variable і прописав назву потрібного тегу (наприклад „START”). Натиснув кнопку ОК, тег підключено.

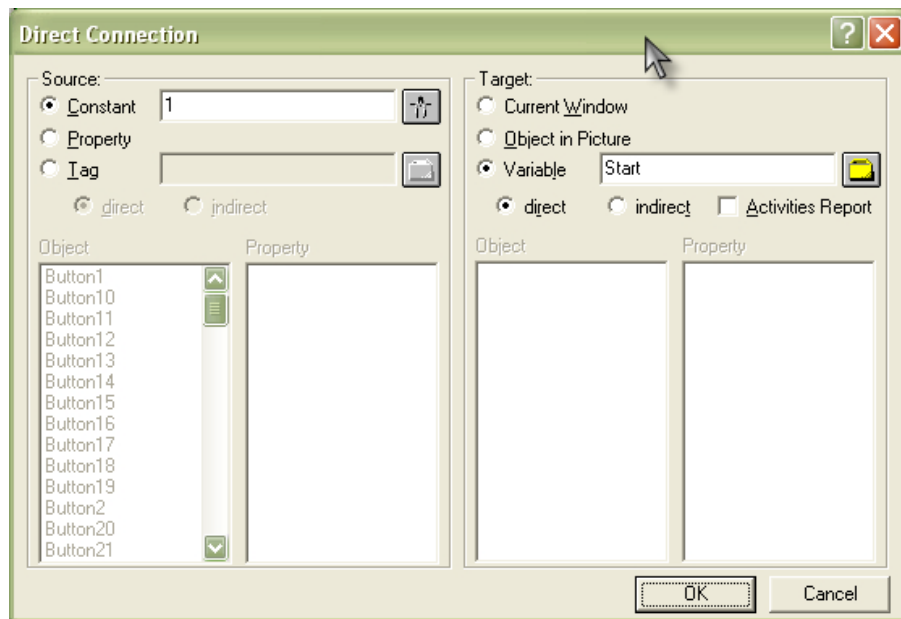


Рисунок 5.7 – Вікно Direct Connection

Порядок прямого підключення тегу у випадку відпускання кнопки наступний:

а) На вкладці Event вибрав групу і відповідну подію (Mouse → Release Left).

б) Відкрив контекстне меню на „блискавці” в рядку Release Left і вибрав пункт Direct Connection. В діалогові вікні Direct Connection (рисунок 5.7) в блоці Source вибрав Constant і ввів значення константи 0. В блоці Target вибрав Variable і прописав назву потрібного тегу (наприклад „START”). Натиснув кнопку ОК, тег підключено.

В результаті цих дій буде оприділений цільовий елемент. „Блискавка” в вікні властивостей об’єкта стане синього кольору.

Аналогічним чином підключив теги до інших кнопок системи.

Для тумблера мережі живлення:

а) Відкрив спливаюче меню тумблера створеного в графічному редакторі, вибрав пункт меню Properties (Властивості). В вікні Object Properties, яке відкрилось вибрав вкладку Properties. Вибрав категорію властивостей, що містить атрибут, який потрібно змінити (Tag Assignment → Toggle Bit).


б) Відкрив контекстне меню на білій лампочці в рядку Toggle Bit, вибрав пункт Tag , відкрилось вікно List of Tags, в даному вікні обрав назву потрібного тегу (Tumbler) і натисну кнопку ОК. Тег підключений лампочка змінила свій колір на зелений.

в) Перейшов на вкладці Event вибрав групу і відповідну подію (Mouse → Mouse Action). 2 Відкрив контекстне меню на „блискавці” в рядку Mouse Action і вибрав пункт Direct Connection (Пряме З’єднання). В діалогові вікні Direct Connection в блоці Source вибрав Properties. В блоці Target вибрав Variable і прописав назву потрібного тегу („Tumbler”). Натиснув кнопку ОК, тег підключено, „блискавка” змінила свій колір на зелений.

Для елементів індикації і індикаторів режиму роботи :

а) Відкрив спливаюче меню елемента створеного в графічному редакторі, вибрав пункт меню Properties (Властивості). В вікні Object Properties, яке відкрилось вибрав вкладку Properties. Вибрав категорію властивостей, що містить атрибут, який потрібно змінити (Colors → Background).

б) Відкрив контекстне меню на білій лампочці в рядку Background, вибрав Dynamic Dialog, відкрилось вікно Dynamic Value Ranges, рисунок 5.8.

в) Підключив тег, натиснувши кнопку  відкрилось вікно Select Tag, вибрав назву потрібного тегу (наприклад „Segment_1”) і натиснув кнопку ОК. Вибрав Bool (Логічний) тип даних, в блоці Data Type. Задав зміни кольору сегмента Yes/TRUE → Зелений, No/FALSE → Чорний. Після цього натиснув Apply, вікно Dynamic Value Ranges закрилось, а біла лампочка перетворилась на червону „блискавку”.

Розроблений інтерфейс користувача-оператора складається з схеми розміщення свердловин і давачів, яка схематично прив’язана до загальної схеми тепличного комбінату. Простий інтерфейс користувача дозволяє керувати включенням і виключенням насосів свердловин, а також контролювати тиск води в свердловині і рівень води в ємностях для поливу.

Після проведеної роботи відкомпілював проект, натиснувши відповідну кнопку на панелі. В результаті компіляції появилось вікно Runtime з результатами, в якому можна перевірити правильність роботи.

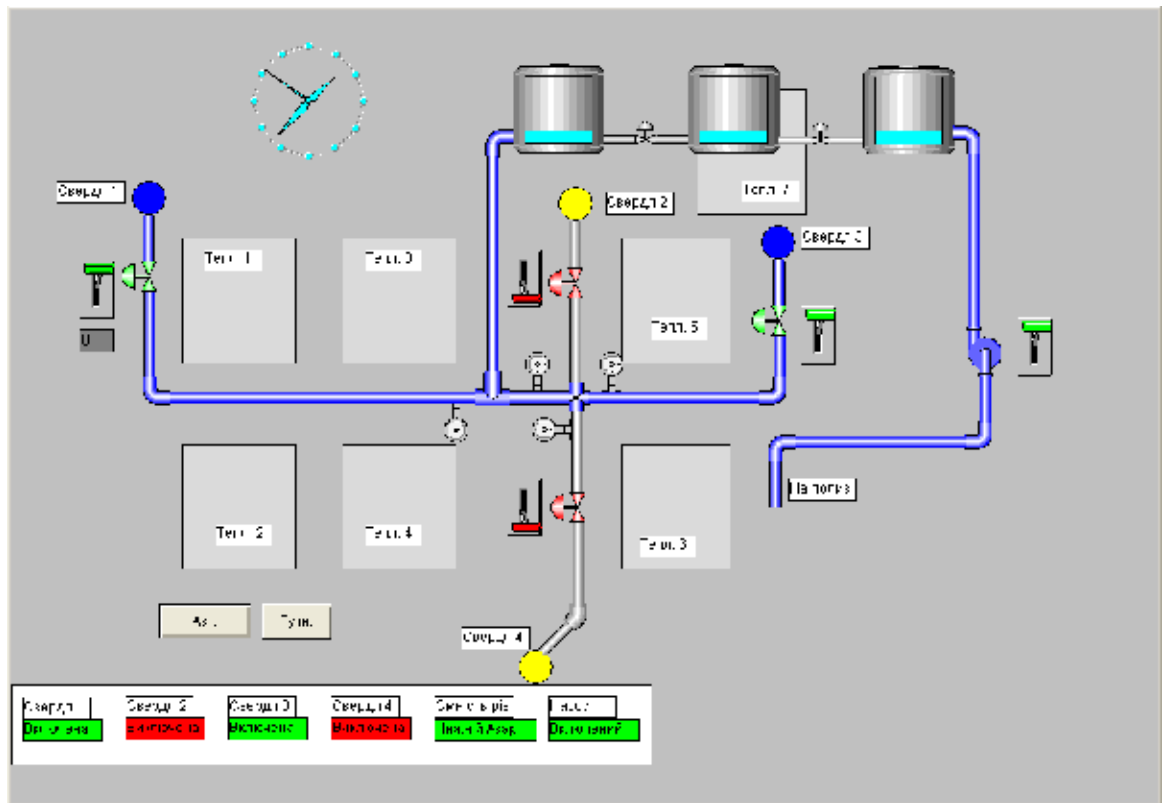


Рисунок 5.8 – Інтерфейс користувача – оператора автоматизованої системи управління поливом.

В результаті виконання перерахованих вище пунктів розроблено візуальне програмне забезпечення для користувача. З допомогою даного віртуального пульта управління можна на відстані управляти усією системою наповнення ємкостей і подачею води для поливу.

5.3 Програмна реалізація алгоритму керування

Розроблена система автоматизованого керування процесом поливу містить в собі декілька програмних алгоритмів, згідно яких система періодично

контролює і регулює основні параметри системи, а також слідкує за аварійними станами системи.

Система може працювати в двох режимах: автоматичному і ручному. В Автоматичному режимі розроблений алгоритм керування автоматично включає свердловини за заданим часовим періодом. В ручному режимі система керується оператором, за допомогою графічного інтерфейсу. Оператор має можливість включати і виключати свердловини, а також слідкувати за тиском води в свердловині і рівнем води в ємностях для поливу.

Паралельно в системі функціонує алгоритм, який впродовж усієї роботи системи контролює значення рівня води в ємностях і тиску води в свердловинах. При падінні тиску води або заповненні ємностей водою, даний алгоритм автоматично відключить необхідні свердловини. Даний алгоритм дозволяє запобігти аварійних ситуацій і оптимально керувати системою.

Для реалізації розроблених алгоритмів функціонування створено дві програми, які циклічно виконуються. Для створення даних програм я відкрив редактор Global Scripts (рис.5.9) в провіднику проекту і створив дві локальні підпрограми, які будуть виконуватися циклічно під час роботи усієї системи.

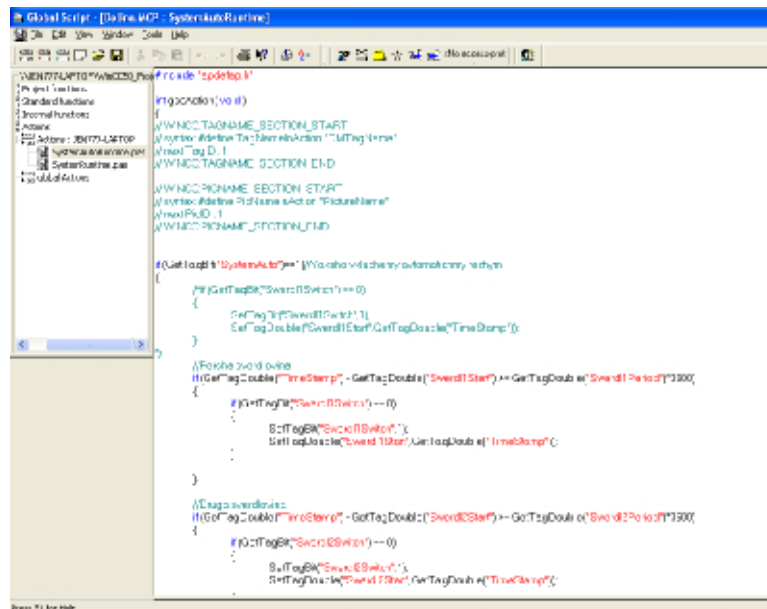


Рисунок 5.9 – Вікно редактора Global Scripts

Для реалізації запуску свердловин з часовим періодом було створено внутрішню комірку пам'яті, яка містила час запуску свердловини. В процесі роботи автоматичного режиму, програма перевіряє час запуску свердловини і поточний час. При досягненні заданого часу включення свердловини, система перевіряє стан рівня води в ємності для поливу і при необхідності включає подачу води з певної свердловини.

Фоновий процес, який функціонує під час автоматичного і ручного режиму, призначений для запобігання аварійних ситуацій. Даний режим контролює тиск в свердловині і рівень води в ємності. При падінні тиску нижче визначеної межі або при досягненні рівня води до верхнього робочого, система виключає необхідні свердловини [9].

Для постійної роботи перелічених функцій управління необхідно встановити циклічні таймери на кожну функцію. Функцію управління автоматичним режимом роботи необхідно запускати один раз в 10-15 секунд. Даний є оптимальним для підтримання необхідної швидкодії роботи системи і навантаження на центральний процесор комп'ютера оператора. Функцію постійного контролю основних параметрів необхідно запускати з періодом 3-7 секунд, для забезпечення високої швидкодії реагування системи на зміну вхідних значень системи.

Алгоритм автоматичного режиму роботи системи базується на перевірці часового періоду до наступного включення свердловини. Основний код програми:

```
if (GetTagDouble("TimeStamp") -
GetTagDouble("Swerdl1Start") >=
GetTagDouble("Swerdl1Period")*3600)
{
    if (GetTagBit("Swerdl1Switch") == 0)
    {
        SetTagBit("Swerdl1Switch",1);
```

```

        SetTagDouble("Swerdl1Start",GetTagDouble("TimeStamp")
);
        }
    }

```

Алгоритм фонового режиму, який постійно виконується під час роботи програми базується на постійній перевірці тиску води в свердловині і рівня води в ємностях для поливу. Основну частину алгоритму складає код:

```

        if (GetTagDouble("TimeStamp") -
GetTagDouble("Swerdl1Start")>zatrymka &&
GetTagBit("Swerdl1Switch") == 1)
    {
        if(GetTagBit("Swerdl1Pres") == 0)
        {
            SetTagBit("Swerdl1Switch",0);
        }
    }
    if (GetTagBit("HighR") == 1 || GetTagBit("HighA") ==
1)
    {
        SetTagBit("Swerdl1Switch",0);
        SetTagBit("Swerdl2Switch",0);
        SetTagBit("Swerdl3Switch",0);
        SetTagBit("Swerdl4Switch",0);
    }

```

Наведені уривки програмної реалізації алгоритму роботи системи складають основу програми. Деякі уривки реалізовані для кожної свердловини

окремо, для забезпечення повного контролю над системою, а також для запобігання аварійних ситуацій.

5.4 Конфігурування центрального процесора

Для конфігурування, налагодження та відладки центрального процесора Simatic CPU 312C необхідно створити і налаштувати програмне забезпечення мікроконтролера. Дану задачу можна виконати за допомогою програмного пакету Simatic STEP-7.

STEP-7 програмне забезпечення системи для розробки автоматичного управління процесом, яке використовується в даній роботі.

Вона складається з інструментальної системи і виконавчих модулів. За допомогою інструментальної системи здійснюється розробка управління. Виконавчі модулі служать для запуску в реальному часі проектів, розроблених в даній системі STEP-7 [6].

У основі роботи лежить концепція проекту, під яким розуміється комплексне рішення задачі автоматизації, включаючи декілька взаємозв'язаних контролерів, мережі, що сполучають їх, і системи людино-машинного інтерфейсу. Роботу з проектом в цілому забезпечує головна утиліта STEP 7 - SIMATIC Manager. STEP 7 дозволяє проводити конфігурацію програмованих логічних контролерів і мереж. В процесі конфігурації визначається склад устаткування в цілому, розбиття на модулі, способи підключення, використовувані мережі, вибираються налаштування для використовуваних модулів. Система перевіряє правильність використання і підключення окремих компонент. Завершується конфігурація завантаженням вибраної конфігурації в устаткування, що по суті є налаштуванням устаткування. Утиліти конфігурації дозволяють здійснювати діагностику устаткування, виявляти апаратні помилки

або неправильний монтаж устаткування. Програмування контролерів проводиться редактором програм, що забезпечує написання програм на трьох мовах:

- LAD - мова релейно-контактної логіки;
- FBD - мова функціональних блокових діаграм;
- STL - мова списку інструкцій.

На додаток до трьох основних мов можуть бути додані чотири додаткові мови, що поставляються окремо:

- SCL - структурована мова управління, по синтаксису близький до Pascal;
- GRAPH 7 - мова управління послідовними технологічними процесами;
- HiGraph 7 - мова управління на основі графа станів системи;
- CFC - постійні функціональні схеми.

Можливість спостереження за поточним станом програми, доступне при використанні будь-якої мови програмування, забезпечує не тільки відладку програмного забезпечення, але і пошук несправностей в устаткуванні, що підключається, навіть якщо воно не має засобів діагностики. У проект STEP 7 можуть бути, включені системи людино-машинного інтерфейсу, наприклад операторські панелі, що конфігуруються за допомогою вироблюваного Siemens програмного забезпечення ProTool або WINCC Flexible, або персонального комп'ютера з програмним забезпеченням WINCC. Інтеграція проектів для ЧМІ в проект STEP 7 полегшує автоматичне скріплення проектів для контролера і операторського інтерфейсу, прискорює проектування і дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з роздільним використанням програм.

В програмному забезпеченні фірми Siemens STEP7, створюємо проект вставляючи станцію S7-300.

По замовчуванню запускається майстер STEP 7 (STEP 7 Wizard), який вказує допомогу при створенні проекту STEP 7. Структура проекту використовується для зберігання і розміщення всіх даних і програм на рисунку 5.10

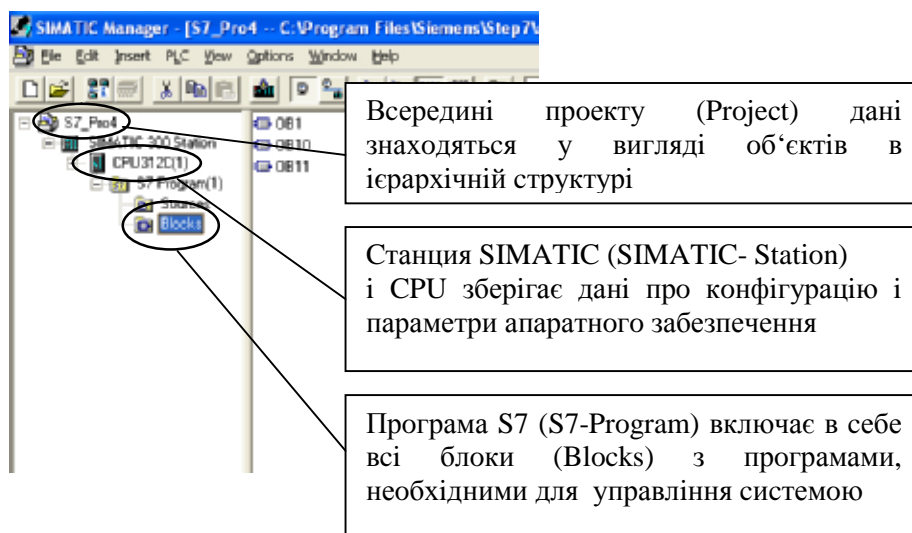


Рисунок 5.10 – Структура проекту в Step-7

В проекті "Getting Started" вибираємо CPU 312C. Він створений таким чином, що ми фактично можемо вибирати CPU, який ми можемо створити в будь-який час (рис.5.11). Установка по замовчуванню для адреса MPI рівна 2.

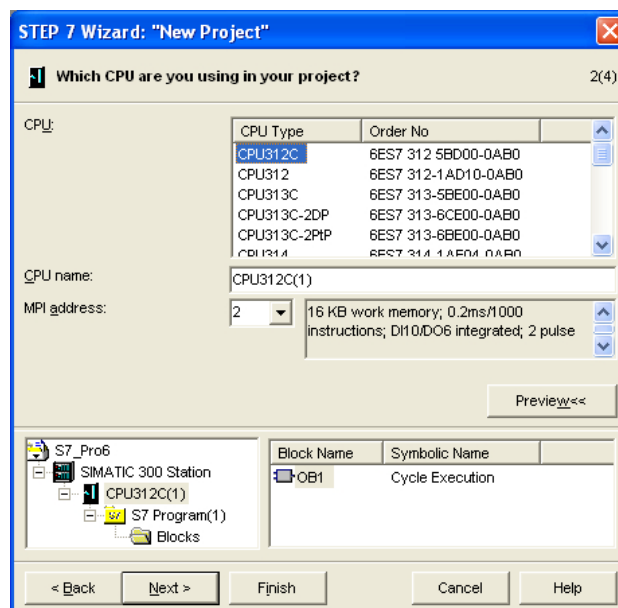


Рисунок 5.11 – Діалогове вікно

Next (Далі), щоб підтвердити настройки і перейти до наступного діалогового вікна.

CPU володіє визначеними властивостями, відносно конфігурації їх пам'яті або адресних областей. Для того ми вибираємо CPU, перед тим як почати програмування. Адрес MPI (багатопоточний інтерфейс) потрібен для того, щоб CPU обмінювався інформацією з пристроями програмування або РС. Після чого вибираємо організаційний блок OB1, в якому вибираємо мову програмування: контактний план (LAD), список операторів (STL) або функціональний план (FBD).

OB1 представляє самий високий рівень програмування і організовує другі блоки в програмі S7.

Натиснувши на кнопку Make [Створити], SIMATIC Manager відкриє вікно для проекту "Getting Started", який ми створили. Мастер STEP 7 активується кожен раз, коли запускається ця програма. Ми також можемо деактивувати дану установку по замовчуванню в першому діалоговому вікні для мастера (Wizard). Однак якщо створити проект без мастера STEP 7, то необхідно створювати кожний каталог всередині проекту самостійно.

Проект, який ми створили, відображається з вибраною S7 станцією і CPU (рис.5.12).

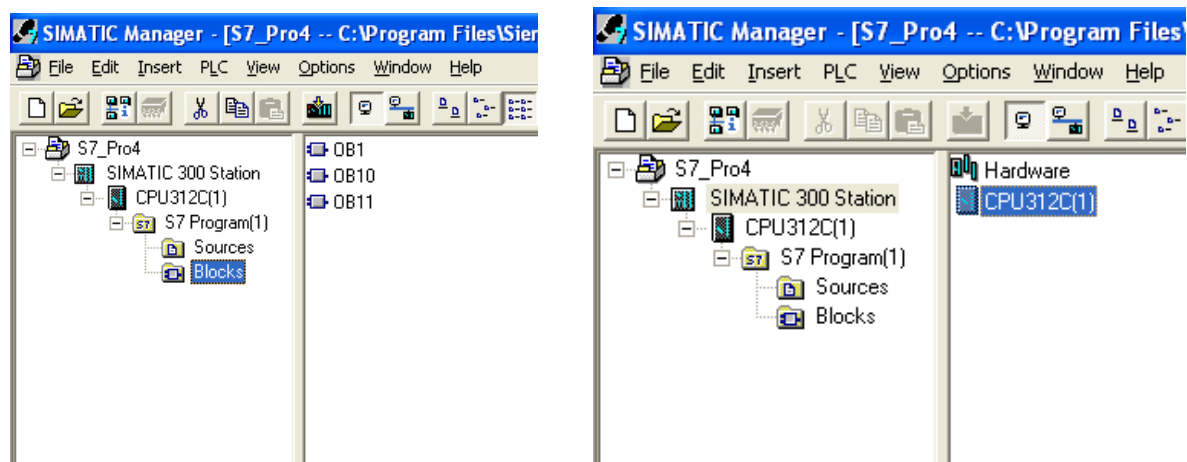


Рисунок 5.12 – Проект з вибраною S7 станцією і CPU.

В папці Program зберігаються всі необхідні компоненти програми. Компонент Source Files використовуються для зберігання програм у вигляді вихідних файлів.

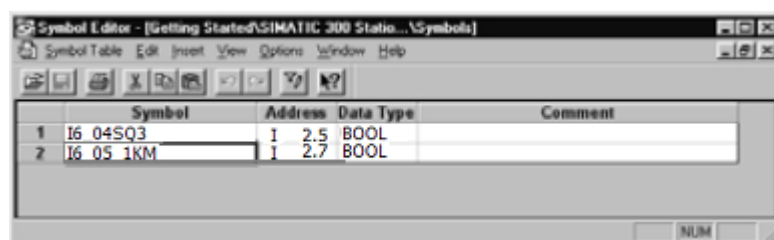
Папка Blocks [Блоки] містить OB1, які ми створили, а надалі і всі інші блоки. Звідси ми запускаємо програмування в контактному плані, списки операторів або функціональному плані.

В SIMATIC 300 Station використовуємо компоненти Hardware [Апаратура] де зберігаються всі дані проекту, які відносяться до апаратури. З допомогою SIMATIC Manager можна безпосередньо відкривати існуючі об'єкти, наприклад такі як функціональний блок S7 Graph [7].

Програмування з використанням символів, в таблиці символів позначаються символні імена і типи даних всім абсолютним адресам, до яких ми пізніше звертаємося в нашій програмі; для входу I 0.1 – символне ім'я Key 1 [Ключ 1]. Ці імена застосовуються в усіх частинах програми і визначені як глобальні змінні. Використовуючи символне програмування, ми полегшуємо вивченню створеної нами програми S7.

У вікні проекта "Getting Started", в об'єкті S7 Program, відкриваєм папку Symbols [Символи].

В даний момент наша таблиця символів складається тільки із декількох імен організаційного блока OB1(рис. 5.13).



	Symbol	Address	Data Type	Comment
1	I6 04SQ3	I 2.5	BOOL	
2	I6 05 1KM	I 2.7	BOOL	

Рисунок 5.13 – Імена організаційного блока OB1

В стовпчику Comment [Коментарій] рядка 1 та 2, вводимо коментарій до символів. Таким чином ми можемо позначити символні імена всім абсолютним адресам входів і виходів, які потрібні нашій програмі.

Так як в проекті "Getting Started" знаходиться велика кількість символів, то ми копіюємо таблицю символів в свій проект "Getting Started". Тут ми бачимо таблицю символів для програми S7 на прикладі "Getting Started" для списку елементів системи. В загальному кажучи, для програми S7 створюється тільки одна таблиця символів, незалежно від того, який язык програмування ми вибрали. В таблиці символів дозволені всі друкуючі символи (наприклад, спеціальні символи, пробіли).

За допомогою програмного забезпечення Simatic Step 7 ми налаштували мікроконтролер для роботи з вхідними сигналами і керування вихідними задаючими впливами. Після налаштування мікроконтролера ми підключаємо його до операторської станції, на якій встановлений розроблений інтерфейс користувача.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз шкідливих факторів та потенційних небезпек в обчислювальному центрі

Дане програмне забезпечення розробляється для керування наповнення ємностей водою для поливу і подачею води безпосередньо для поливу у теплично – овочевому комбінаті. Програмне забезпечення буде постійно використовуватися операторами поливу, а отже необхідно створити нормальні умови праці для робочого персоналу.

Використання комп'ютерної техніки передбачає шкідливий вплив електромагнітного випромінювання від електронно-променевих трубок моніторів комп'ютерів. Ступінь дії цього виду випромінювання на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності дії відповідного фактора, тривалості опромінення, режиму опромінення, розмірів опроміненої поверхні тіла та індивідуальних особливостей організму. Біологічна дія електромагнітного випромінювання низької частоти викликає функціональні порушення центральної нервової та серцево-судинної систем людини, а також деякі зміни в складі крові, особливо виражені при високій напруженості електромагнітного поля. Більш високі частоти електромагнітного випромінювання можуть призвести до підвищення температури тіла внаслідок переходу електромагнітної енергії у теплову. Довготривала хронічна дія електромагнітного випромінювання невеликої інтенсивності приводить до різних нервових та серцево-судинних розладів (головного болю, втомленості, порушення сну і т.п.). Можливі порушення з боку ендокринної системи та зміни складу крові. Робота оператора ЕОМ, який обслуговує комп'ютерну техніку, теж пов'язана з фізичними недоліками організму. Люди, які працюють

на ЕОМ, займаються сидячою роботою у вимушеній позі з високою рухливістю кистей рук. Також ця робота потребує напруження зору, а значить призводить біль в очах, а через напруження зору і до головних болів. Наслідком сидячої роботи є біль в області спини.

Потенційно небезпечні виробничі фактори, їхні фактичні і нормативні значення, зведені в таблицю 6.1.

Світлотехнічна специфіка робочих місць для користувачів ПЕОМ включає декілька унікальних особливостей:

— світлотехнічна різноманітність об'єктів зорової роботи користувачів ЕОМ, що працюють із візуальними дисплейними терміналами, пов'язана з наявністю трьох об'єктів (екран, клавіатура, документація), розташованих у різних зонах спостереження, що вимагає багаторазового переведення лінії зору від одного до іншого;

— робота з пульсуючими світловими об'єктами, які постійно знаходяться у центрі поля зору, що не відповідає нормативним вимогам щодо обмеження пульсації та засліпленості.

На робочому місці несприятливо розміщена яскравість у полі зору, оскільки освітлені поверхні периферії поля зору (стеля, стіни, меблі та ін.) можуть виявитися світлішими ніж центр поля зору - темний, обмежено освітлений та іноді слабо заповнений знаками екран [22].

Такий розподіл яскравості у полі зору сприяє порушенню основних зорових функцій.

Засліплююча дія світильників, які освітлюють приміщення на робочому місці з візуального дисплейного терміналу більша, ніж інших, бо лінія зору користувача при роботі з екраном майже горизонтальна, що призводить до кута зменшення дії різних засліплюючих джерел.

Негативна дія електропроменевої трубки моніторів на зір проявляється у вигляді різі, печії, болю в очах, а також у вигляді розпливчастості меж або нечіткості зображення об'єкту, викликаних тимчасовим порушенням світлочутливого світло апарату ока.

Рентгенівське випромінювання шкідливо впливає на кісткові тканини і кровотворні функції кісткового мозку. Інфрачервоне випромінювання шкідливо впливає на зір, втомлюючи очі, при тривалій дії порушує нормальне сприйняття оком кольору.

Таблиця 6.1 – Аналіз потенційно небезпечних небезпек виробничих факторів

Види випромінювань	Діапазон	Фактичні (середні) дані замірів	Нормовані значення
ЕОМ:			
- рентгенівське	понад 1.2	0-2-8 мкр/г	75.0 мкр/г
- ультрафіолетове	KeV	0.1 мкр/г	0.01 Вт/м
випромінювання	220-280 нм	0.1-0.02 мкр/г	0.01 Вт/м
- видимий діапазон	280-320 нм	0.1-4.0 мкр/г	10 Вт/м
	320-400 нм	3.5-6.0 мкр/г	
- ІЧ-випромінювання	400-700 нм	0.05-4.0 мкр/г	100 Вт/м
- електростатичне	700 нм-1 мм	15 Кв/м	20-60 кВ/м
поле	0 Гц		
- електричний струм	50 Гц	U=220В, I=2А	U=220В I=0.1А

Наступним за ступенем впливу на людський організм є фактор освітлення. Недостатнє або надто сильне освітлення впливає на органи зору, призводить до втоми очей, їх напруження що, в свою чергу, викликає загальну втому працюючих. Можна стверджувати, що цей фактор є основним при аналізі зорової роботи, до якої відноситься робота за комп'ютером. Велику роль також відіграє розміщення робочих місць по відношенню до джерел природного освітлення - вікон. Приміщення з ЕОМ слід розміщувати з вікнами на північ або захід, а самі відео-термінали так, щоби не створювати бліків на моніторах,

які впливають на ступінь розрізнення текстово-графічної інформації. Отже, наведені вище фактори є основними при роботі в ОЦ, і саме їх впливом можна пояснити причини виникнення скарг користувачів ЕОМ (таблиця 6.2) і професійних захворювань.

Третім фактором є виробничий шум. В умовах навчального закладу при відсутності роботи машин і механізмів, що є джерелами шуму, зазвичай рівень шуму і вібрацій є в нормі.

Таблиця 6.2 - Характеристика скарг користувачів ЕОМ, що працюють з електропроменевою трубкою, порівняно з контрольною групою

Симптоми втоми	Проценти від кількості досліджуваних			
	користувачі відеотерміналів			мікромонтажниці
	інженери- програмісти	оператори	учні	
1	2	3	4	5
Загальна втома	29.4	22.2	38	97
Млявість	17.6	18.5	7.7	43
Сонливість	11.8	7.4	11.5	0
Головний біль	17.6	18.5	15.4	54
Важкість у голові	11.8	11.1	3.8	51
Втома м'язів рук	5.8	14.8	15.4	36
Різь в очах	58.8	37	7.7	67
Розпливчастість меж	35.3	55.5	19.2	4
Сумарно-очні симптоми	94.1	92.6	26.9	71

6.2 Забезпечення нормальних умов праці

Враховуючи специфіку зорової роботи з візуальними дисплейними терміналами, першочерговим завданням є забезпечення необхідних умов візуальної роботи користувачів ЕОМ за рахунок найкращого розподілу яскравостей у полі зору працюючого та максимально можливого зменшення засліпленості від прямого і відбитого блищання та відмежування від постійної пульсації зображення на відео терміналі та інших перешкод, які посилюють загальну та зорову втоми. Для цього необхідно правильно вибрати приміщення.

Виробничі приміщення для роботи з візуальними дисплейними терміналами повинні відповідати СніП 2.09.02-85 “Производственные здания”, СніП 2.01.02-85 “Противопожарные нормы” та ряду інших нормативних документів.

Для розміщення робочих місць з візуальними дисплейними терміналами найбільш придатні приміщення з однобічним розміщенням світлових отворів, які обов'язково мають бути обладнані сонцезахисними пристроями: шторами, жалюзями і т. д. Площа засклення не повинна перевищувати 25% від площі стіни з вікнами. Для мінімізації засвічування від сонячних променів екранів ЕОМ вікна мають бути орієнтовані на північ [23].

Необхідно забезпечити відповідне оформлення інтер'єра, так як давати відблиски на екранах і сліпити працюючих можуть не тільки вікна, але й інші поверхні великої яскравості, у тому числі: стеля, стіни, поверхні столів, шаф і навіть одяг персоналу. Тому все повинно мати невисокі коефіцієнти віддзеркалення. Світлий і особливо блискучий одяг працюючих вкрай небажані. Коефіцієнти віддзеркалення робочого стола, корпусу та клавіатури необхідно передбачити 0.2 – 0.5, стелі – 0.6 – 0.7, стін – 0.2 – 0.5, підлоги – 0.1 – 0.2, шаф та стелажів – 0.25 – 0.35. Всі оздоблювальні матеріали приміщення повинні бути матовими.

Добре загальне освітлення приміщень з відеотерміналами може бути забезпечене тільки за жорсткої регламентації розташування робочих місць з ЕОМ. Робочі місця з візуальними дисплейними терміналами доцільно розміщувати в глибині приміщення. При використанні в загальному освітленні світильників прямого світла робочі місця мають бути обов'язково організовані в ряди, паралельні до стіни з вікнами. Розташування візуальними дисплейними терміналами, при якому працюючий повернений обличчям або спиною до вікон, неприпустиме за будь-якого способу реалізації загального освітлення, як прямим, так і відбитим світлом. Необхідно враховувати, що робочі місця з візуальними дисплейними терміналами вимагають значної площі на одне робоче місце (4.6 - 7 м²), так як при середній площі устаткування 0.8 - 1.2 м² навколо нього має залишитися вільний простір не менше 1 м з кожного боку.

На постійних робочих місцях і в кабінах операторів повинні бути забезпечені мікрокліматичні параметри, рівні освітленості, шуму і стану повітряного середовища, визначені чинними санітарними правилами і нормами.

Відповідно до СН4088-86 "Мікроклімат виробничих приміщень" параметри мікроклімату повинні відповідати вимогам, наведеним в таблиці 6.3.

Таблиця 8.3 – Нормативні характеристики метеорологічних умов у виробничих приміщеннях

Виробниче приміщення	Категорія важкості фізичних робіт	Період року	Температура, °С	Вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Приміщення для експлуатації ЕОМ	1а – легка	Теплий	23-25	40-60	0.1
		Холодний	22-24	40-60	0.1

Повітря, що надходить у приміщення, повинно бути очищене від забруднень. З цією метою у приміщеннях встановлюють системи вентиляції. Кондиціонування повітря повинно забезпечувати автоматичну підтримку параметрів мікроклімату у необхідних межах для всіх сезонів року, очищення повітря від пилюки, шкідливих речовин, створення невеликого надлишкового тиску у чистих помешканнях для виключення надходження неочищеного повітря. Характеристики вентиляційної системи наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Характеристики системи вентиляції

Виробниче приміщення	Вид вентиляції	Вентиляційне обладнання	Кратність повітряного обміну, 1/год
Приміщення для експлуатації ЕОМ	Припливно-витяжна	Кондиціонер LG-25SM	2.5

Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку у приміщеннях, де працюють програмісти та оператори ЕОМ, не повинні перевищувати 50дБА; у лабораторіях, де складаються алгоритми та ведеться робота з документацією – 60дБА; у машинному залі – 65дБА, а на робочих місцях у приміщеннях, де розташовані шумні агрегати обчислювальних машин, рекомендується забезпечити рівень шуму не більше 75 дБА.

Необхідне проведення комплексу заходів щодо боротьби із статичною електрикою. Найбільш допустимим і простим способом є підтримання відносної вологості повітря на рівні 55 – 65%, що можна забезпечити з допомогою побутових зволожувачів “ІОН”. Підлоги в дисплейних класах мають бути застелені антистатичним лінолеумом. Програмістам і операторам можна рекомендувати носити одяг, особливо першого шару, з натуральних матеріалів.

Система освітлення має бути загальною та загальною локалізованою.

Вибір типу світильника за світлорозподілом та способом розміщення світильників у приміщенні залежить від висоти приміщення, розташування робочих місць у приміщенні та від кількості робочих місць.

Робочі місця слід розташовувати рядами, паралельними до стіни з вікнами, таким чином, щоб площа екрана ЕОМ була перпендикулярною площині вікон. Найбільш оптимальними є світильники навкісного світла. Це дзеркальні світильники з параболо-циліндричними відбивачами. З відповідних вітчизняних світильників можна рекомендувати для освітлення люмінесцентні дволампові дзеркальні світильники з решіткою типу ЛПО-12-Кососвет, ЛСП-ЛСП-Кососвет .

Світильники мають бути розташовані над проходами між рядами робочих місць суцільною лінією або з проміжками залежно від кількості світильників у лінії, необхідної для забезпечення на робочому місці нормованої освітленості [21]. Рівні освітленості наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Характеристика освітлення

Назва	Розряд зорової роботи	Освітленість, ЛК				Тип світильника
		Загальне	Комбіноване	Аварійне	Евакуаційне	
Операторна	I, г	400	500	-	-	ЛПС-12К

6.3 Забезпечення безпеки експлуатації ЕОМ

Відео-термінали, ЕОМ, спеціальні периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ повинні

відповідати вимогам чинних в Україні стандартів, нормативних актів з охорони праці та цих Правил. Відео-термінали, ЕОМ, спеціальні периферійні пристрої ЕОМ закордонного виробництва додатково повинні відповідати вимогам національних стандартів держав-виробників і мати відповідну позначку на корпусі, в паспорті або іншій експлуатаційній документації.

Після введення в дію цих Правил забороняється використання для виробничих потреб нових відео-терміналів, ЕОМ, спеціальних периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ, які підлягають обов'язковій сертифікації в Україні або в стандартах на які є вимоги щодо забезпечення безпеки праці, життя і здоров'я людей, без наявності виданого в установленому порядку або визнаного в Україні згідно з державною системою сертифікації Укр.СЕПРО сертифіката, що засвідчує їхню відповідність обов'язковим вимогам.

Прийняття в експлуатацію зазначеного обладнання повинне здійснюватись тільки за умови наявності в комплекті з ним паспорта, інструкції або іншої експлуатаційної документації, перекладеної українською (або також і російською) мовою.

При наявності відхилень від вимог нормативної документації можливість використання обладнання повинна бути узгоджена з Державним наглядом по охороні праці, Держстандартом та організацією-замовником до укладення контракту на постачання. Копії погоджень і сертифікати повинні бути долучені до паспорта або іншої експлуатаційної документації обладнання.

Відео-термінали, ЕОМ, спеціальні периферійні пристрої ЕОМ, вітчизняні та імпорتنі, що перебувають в експлуатації на час введення в дію цих правил і не мають вказаного в пунктах сертифіката, протягом двох років після дати введення в дію цих Правил повинні пройти оцінку (експертизу) їх безпечності та нешкідливості для здоров'я людини, відповідності вимогам чинних в Україні стандартів [20].

За способом захисту людини від ураження електричним струмом відео-термінали, ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для

обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ повинні відповідати 1 класу захисту згідно з ГОСТ 12.2.007.0 "СС5Т. Є неприпустимим використання клем функціонального заземлення для підключення захисного заземлення.

Вимоги до відео-терміналів наведені в таблиці 6.6

Таблиця 6.6 - Вимоги до відеотерміналів

Відео термінали	Значення параметра
Яскравість знака (яскравість фону), кд/м ¹	
Зовнішня освітленість екрана, лк	від 100 до 250
Контраст (для монохромних зображень)	від 3: 1 до 1.5: 1
Нерівномірність яскравості в робочій зоні екрана	не більше 1.7 ; 1
Відхилення форми робочої зони екрана від прямокутності	
па горизонталі та вертикалі	не більше 2%
по діагоналі	не більше 4% відношення
Різниця довжин рядків або стовпчиків	
Розмір мінімального елемента зображення (пікселі) для	не більше 2% середнього 0,3
Допустима тимчасова нестабільність зображення (мигання)	не повинна бути зафіксована
Відбивна властивість, дзеркальне та змішане відображення	не більше 1

Вимоги до клавіатури:

— виконання клавіатури у вигляді окремого пристрою з можливістю вільного переміщення;

— наявність опорного пристрою, який дає змогу змінювати кут нахилу клавіатури в межах від 5' до 15" і виготовлений з матеріалу з великим

коефіцієнтом тертя, що перешкоджає його переміщенню;

— висота на рівні переднього ряду не більше 15 мм;

— виділення кольором та місцем розташування окремих груп клавіш;

— наявність заглиблень посередині клавіш;

— однаковий хід всіх клавіш з мінімальним опором натисканню 0,25Н та максимальним — не більше 1,5Н;

Вимоги щодо допустимих значень неіонізуючого електромагнітного випромінювання. Напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см навкруги візуального дисплейного терміналу за електричною складовою не повинна перевищувати у діапазоні частот 2 кГц - 5 кГц — 25 В/м, у діапазоні частот 5 кГц - 400 кГц — 2,5 В/м. Щільність магнітного потоку не повинна перевищувати у діапазоні частот 2 кГц - 5 кГц — 250 нТл, у діапазоні частот 5 кГц - 400 кГц — 25 нТл. Поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500 В. Потужність дози рентгенівського випромінювання на відстані 5см від екрана та інших поверхонь візуального дисплейного терміналу не повинна перевищувати 100 мкР/год.

6.4 Електромагнітний імпульс ядерного вибуху і захист від нього радіоелектронних засобів

На початку 90-х років у США стала зароджуватися концепція, відповідно до якої збройні сили країни повинні мати не тільки ядерні і звичайні озброєння, але і спеціальні засоби, що забезпечують ефективну участь у локальних конфліктах без нанесення супротивнику зайвих втрат у живій силі і матеріальних цінностях.

До цієї спеціальної зброї американські військові фахівці в першу чергу відносять:

- засоби створення електромагнітного імпульсу (ЕМІ);

- генератори інфразвуку;
- хімічні склади і біологічні рецептури, здатні змінювати структуру базових матеріалів основних елементів бойової техніки;
- речовини, що виводять з ладу змащення і гумові вироби, викликають загустення пального;
- лазери.

В даний час основні роботи з розвитку технологій зброї не смертельної дії (ЗНСД) проводяться в керуванні перспективних досліджень міністерства оборони, Ліверморській і Лос-Аламоській лабораторіях міністерства енергетики, центрі розробок озброєння міністерства армії і т.д.

Найбільш близькі до прийняття на озброєння різні типи лазерів для осліплення особового складу, хімічні засоби для його знерухомилення, генератори ЕМІ, що негативно впливають на роботу електронної техніки.

Генератори ЕМІ (супер ЕМІ), як показують теоретичні роботи і проведені за рубежом експерименти, можна ефективно використовувати для виводу з ладу електронної й електротехнічної апаратури, для стирання інформації в банках даних і псування ЕОМ.

За допомогою ЗНСД на основі генераторів ЕМІ можливий вивід з ладу ЕОМ, ключових радіо й електротехнічних засобів, систем електронного запалювання й інших автомобільних агрегатів, чи підірвавши інактивація мінних полів. Вплив цієї зброї досить вибірково і політично цілком прийнятний, однак потрібна точна доставка його в райони поразення.

Незважаючи на визнання військово-політичним керівництвом США і НАТО неможливості перемоги в ядерній війні, різні аспекти вражаючої дії ядерної зброї продовжують широко обговорюватися. Так, в одному з розглянутих іноземними фахівцями сценаріїв початкового періоду ядерної війни особливе місце приділяється потенційної можливості висновку з ладу радіоелектронної техніки в результаті впливу на неї ЕМІ.

Вважається, що підірвавши на висоті близько 400 км тільки одних боєприпасів потужністю більш 10 Мт приведе до такого порушення функціонування радіоелектронних засобів у великому районі, при якому час їхнього відновлення перевищить припустимі терміни для вживання відповідних заходів.

По розрахунках американських експертів, оптимальною точкою підризу ядерних боєприпасів для поразки ЕМІ радіоелектронних засобів майже на всій території США була би точка в космосі з епіцентром у районі географічного центра країни, що знаходиться в штаті Небраска.

Теоретичні дослідження і результати фізичних експериментів показують, що ЕМІ ядерного вибуху може привести не тільки до виходу з ладу напівпровідникових електронних пристроїв, але і до руйнування металевих провідників кабелів наземних споруд. Крім того, можлива поразка апаратури, що знаходяться на низьких орбітах.

Для генерації ЕМІ ядерні боєприпаси можуть підриватися в космічному просторі, що не приводить до виникнення ударної хвилі і випаданню радіоактивних опадів. Тому в закордонній пресі виголошуються наступні думки про "неядерний характер" такого бойового застосування ядерної зброї і про те, що удар з використанням ЕМІ не обов'язково приведе до загальної ядерної війни.

Небезпека цих заяв очевидна, тому що одночасно деякі закордонні фахівці не виключають можливість масової поразки за допомогою ЕМІ і живої сили. У всякому разі цілком очевидно, що наводимі під впливом ЕМІ в металевих елементах техніки струми і напруги будуть смертельно небезпечні для особового складу.

6.5 Сучасний стан знань в області ЕМІ

Для того, щоб зрозуміти всю складність проблем загрози ЕМІ і заходів для захисту від її, необхідно коротко розглянути історію вивчення цього

фізичного явища і сучасний стан знань у цій області.

Те, що ядерний вибух буде обов'язково супроводжуватися електромагнітним випромінюванням, було ясно фізикам-теоретикам ще до першого іспиту ядерного пристрою в 1945 році. Під час проводившихся в кінці 50-х - початку 60-х років ядерних вибухів в атмосфері і космічному просторі наявність ЕМІ було зафіксовано експериментально. Однак кількісні характеристики імпульсу вимірялися в недостатньому ступені, по-перше, тому що була відсутня контрольна-вимірювальна апаратура, здатна реєструвати надзвичайно могутнє електромагнітне випромінювання, що існує надзвичайно короткий час (мільйонні частки секунду), по-друге, тому що в ті роки в радіоелектронній апаратурі використовувалися винятково електровакуумні прилади, що мало піддані впливу ЕМІ, що знижувало інтерес до його вивчення.

Створення напівпровідникових приладів, а потім і інтегральних схем, особливо пристроїв цифрової техніки на їхній основі, і широке впровадження засобів у радіоелектронну військову апаратуру змусили військових фахівців з іншою оцінити загрозу ЕМІ. З 1970 року питання захисту зброї і військової техніки від ЕМІ стали розглядатися міністерством оборони США як мають вищу пріоритетність.

Механізм генерації ЕМІ полягає в наступному. При ядерному вибуху виникають гама- і рентгенівське випромінювання й утвориться потік нейтронів. Гамма-випромінювання, взаємодіючи з молекулами атмосферних газів, вибиває з них так звані комптоновські електрони.

Якщо зрив здійснюється на висоті 20-40 км, то ці електрони захоплюються магнітним полем Землі і, обертаючись відносно силових ліній цього поля, створюють генеруючі струми ЕМІ. При цьому поле ЕМІ когерентно сумується в напрямку до земної поверхні, тобто магнітне поле Землі виконує роль, подібну фазованій антені решітки.

В результаті цього різко збільшується напруженість поля, а отже, і амплітуда ЕМІ в районах південніше і північніше епіцентру вибуху.

Тривалість даного процесу з моменту вибуху від 1-3 до 100 нс.

На наступній стадії, що триває приблизно від 1 мкс до 1 с, ЕМІ створюється комптоновськими електронами, вибитими з молекул багаторазово відбитим гамма-випромінюванням і за рахунок непружного зіткнення цих електронів з потоком нейтронів, що випускаються при вибуху. Інтенсивність ЕМІ при цьому виявляється приблизно на три порядки нижче, ніж на першій стадії.

На кінцевій стадії, що займає період часу після вибуху від 1 с до декількох хвилин, ЕМІ генерується магнітогідродинамічним ефектом, породжуваним збурюваннями магнітного поля Землі струмопровідною вогненною кулею вибуху. Інтенсивність ЕМІ на цій стадії дуже мала і складає кілька десятків вольтів на кілометр.

Найбільшу небезпеку для радіоелектронних засобів представляє перша стадія генерування ЕМІ, на якій відповідно до закону електромагнітної індукції через надзвичайно швидке наростання амплітуди імпульсу (максимум досягається на 3-5 нс після вибуху) наведена напруга може досягати десятків кіловольт на метр на рівні земної поверхні, плавно знижуючись в міру видалення від епіцентру вибуху.

Амплітуда напруги, що наводиться ЕМІ в провідниках, пропорційна довжині провідника, що знаходиться в його полі, і залежить від його орієнтації щодо вектора напруженості електричного поля. Так, напруженість полючи ЕМІ у високовольтних лініях електропередачі може досягати 50 кВ/м, що приведе до появи в них струмів силою до 12 тис. ампер.

ЕМІ генеруються і при інших видах ядерних вибухів - повітряному і наземному. Теоретично встановлено, що в цих випадках його інтенсивність залежить від ступеня асиметричності просторових параметрів вибуху. Тому повітряний вибух з погляду генерації ЕМІ найменш ефективний. ЕМІ наземного вибуху буде мати високу інтенсивність, однак вона швидко зменшується в міру видалення від

епіцентру.

6.6 Використання імітаторів ЕМІ для набору експериментальних даних

Оскільки збір експериментальних даних при проведенні підземних ядерних випробовувань технічно дуже складний і дорогий, то вирішення набору даних досягається методами і засобами фізичного моделювання.

Серед капіталістичних країн передові позиції в розробці і практичному використанні імітаторів ЕМІ ядерного вибуху займають США. Подібні імітатори являють собою електрогенератори з спеціальними випромінювачами, що створюють електромагнітне поле з параметрами близькими до тих, що характерні для реального ЕМІ. У зону дії випромінювача поміщається випробовуваний об'єкт і прилади, що реєструють інтенсивність поля, його частотний спектр і тривалість впливу.

Один з таких імітаторів, розгорнутий на авіабазі ВВС США Кіртленд, призначений для моделювання умов впливу ЕМІ на літак і його апаратуру. Він може використовуватися для випробовувань таких великих літальних апаратів, як бомбардувальник У-52 чи цивільний авіалайнер Боїнг-747.

В даний час створена і діє велика кількість імітаторів ЕМІ для випробовувань авіаційної, космічної, корабельної і наземної техніки. Однак вони не повною мірою відтворюють реальні умови впливу ЕМІ ядерного вибуху внаслідок обмежень, що накладаються характеристиками випромінювачів, генераторів і джерел електроживлення на частотний спектр випромінювання, його потужність і швидкість наростання імпульсу.

Разом з тим, і при цих обмеженнях вдається одержати досить повні і надійні дані про появу несправностей у напівпровідникових приладах, збою в їхньому функціонуванні і т.п., а також про ефективність дії різних захисних пристроїв. Крім того, такі випробовування дозволили дати

кількісну оцінку небезпеки різних шляхів впливу ЕМІ на радіоелектронну техніку.

Теорія електромагнітного поля показує, що такими шляхами для наземної техніки є насамперед різні антенні пристрої і кабельні введення системи електроживлення, а для авіаційної і космічної техніки - антени, а також струми, що наводяться в обшивці, і випромінювання, що проникають через скло кабін і лючки з неструмопровідних матеріалів.

Струми, що наводяться ЕМІ в наземних і заглиблених кабелях електроживлення довжиною в сотні і тисячі кілометрів, можуть досягати тисяч амперів, а напруга в розімкнутих колах таких кабелів - мільйон вольт. В антенних відведеннях, довжина яких не перевищує десятків метрів, наводимі ЕМІ струми можуть мати силу в кілька сотень амперів. ЕМІ, що проникає безпосередньо через елементи споруджень з діелектричних матеріалів (неекрановані стіни, вікна, двері і т.п.), може наводити у внутрішній електропроводці струми силою в десятки амперів.

Оскільки слабострумові кола і радіоелектронні прилади нормально функціонують при напругах у декілька вольт і струмах силою до декількох десятків міліампер, то для їх абсолютно надійного захисту від ЕМІ потрібно забезпечити зниження величини струмів і напруг у кабелях до шести порядків.

6.7 Можливі шляхи вирішення задачі захисту від ЕМІ

Ідеальним захистом від ЕМІ було б повне закриття приміщення металевим екраном, в якому розміщена радіоелектронна апаратура. Разом з тим ясно, що практично забезпечити такий захист в ряді випадків неможливо, тому що для роботи апаратури часто потрібно забезпечити її електричний зв'язок із зовнішніми пристроями.

Тому використовуються менш надійні засоби захисту, такі як струмопровідні сітки чи плівкові покриття для вікон, стільникові металеві

конструкції для воздухозабірників і вентиляційних отворів та контактні пружинні прокладки, розташовувані по периметру дверей і люків.

Більш складною технічною проблемою вважається захист від проникнення ЕМІ в апаратуру через різні кабельні вводи. Радикальним вирішенням даної проблеми міг би стати перехід від електричних мереж зв'язку до практично не підданих впливу ЕМІ волоконно-оптичних.

Однак заміна напівпровідникових приладів у всьому спектрі виконуваних ними функцій електронно-оптичними пристроями можливо тільки у віддаленому майбутньому. Тому в даний час як засоби захисту кабельних вводів найбільше широко використовуються фільтри, в тому числі волоконні, а також іскрові розрядники, металоокисні варистори і високошвидкісні зенеровські діоди.

Усі ці засоби мають як переваги, так і недоліки. Так, ємнісно-індуктивні фільтри досить ефективні для захисту від ЕМІ малої інтенсивності, а волоконні фільтри захищають у відносно вузькому діапазоні надвисоких частот. Іскрові розрядники володіють значною інерційністю й, в основному, придатні для захисту від перевантажень, що виникають під впливом напруг і струмів, що наводяться в обшиваці літака, кожусі апаратури й екрануванні кабеля.

Металлоокисні варистори являють собою напівпровідникові прилади, що різко підвищують свою провідність при високій нарузі. Однак, при застосуванні цих приладів, як засобу захисту від ЕМІ, варто враховувати їхню недостатньо високу швидкодію і погіршення характеристик при кількарізовому впливі навантажень.

Ці недоліки відсутні у високошвидкісних зенеровських діодах, дія яких базується на різкій лавиноподібній зміні опору від відносно високого значення практично до нуля при перевищенні прикладеної до них напруги визначеної граничної величини. Крім того, на відміну від варисторів, характеристики зенеровських діодів після багаторізових впливів високих напруг і переключень режимів не погіршуються.

Найбільш раціональним підходом до проектування засобів захисту від ЕМІ кабельних введів є створення таких роз'ємів, в конструкції яких передбачені спеціальні міри, що забезпечують формування елементів фільтрів і установку вмонтованих зенеровських діодів. Подібне вирішення сприяє одержанню дуже малих значень ємності й індуктивності, що необхідно для забезпечення захисту від імпульсів, що мають незначну тривалість і, отже, потужну високочастотну складову. Використання роз'ємів подібної конструкції дозволить вирішити проблему обмеження масо-габаритних характеристик пристрою захисту.

Складність вирішення задачі захисту від ЕМІ і висока вартість розроблених для цих цілей засобів і методів змушують піти на перших порах по шляху їхнього вибіркового застосування в особливо важливих системах зброї і військової техніки. Першими цілеспрямованими роботами в даному напрямку були програми захисту від ЕМІ стратегічної зброї.

Такий же шлях обраний і для захисту систем, що мають велику довжину керування і зв'язку. Однак, основним методом вирішення даної даної проблеми закордонні фахівці вважають створення так званих розподілених мереж зв'язку (типу "Гвен"), перші елементи яких уже розгорнуті на континентальній частині США.

Сучасний стан проблеми ЕМІ можна оцінити в такий спосіб. Досить добре досліджені теоретично і підтвержені експериментально механізми генерації ЕМІ і параметри його вражаючої дії.

Розроблено стандарти захищеності апаратури і відомі ефективні засоби захисту. Однак, для досягнення достатньої впевненості в надійності захисту систем і засобів від ЕМІ необхідно провести випробовування за допомогою імітатора. Що стосується повномасштабних випробовувань систем зв'язку і керування, то ця задача навряд чи буде вирішена в доступному для огляду майбутньому.

Могутній ЕМІ можна створити не тільки в результаті ядерного вибуху. Сучасні досягнення в області неядерних генераторів ЕМІ дозволяють

зробити їх досить компактними для використання зі звичайними і високоточними засобами доставки.

В даний час у деяких західних країнах ведуться роботи з генерації імпульсів електромагнітного випромінювання магнітодинамічними пристроями, а також високовольтними розрядами. Тому питання захищеності від впливу ЕМП будуть залишатися в центрі уваги фахівців при будь-якому результаті переговорів про ядерне роззброювання.

6.8 Практична оцінка стійкості промислового цеху до впливу ударної хвилі ядерного вибуху

Вихідні дані: Цех розміщений на відстані 5 км. від ймовірної точки прицілювання $R_r = 5 \text{ км}$; очікувана потужність ядерного боєзапасу $q = 500$ кг; можливе максимальне відхилення ядерного боєзапасу від точки прицілювання $r_{отк} = 0,4 \text{ км}$; характеристика цеху: будівля – залізобетон, верстати – легкі, трубопроводи – на металічних естакадах, наземні, кабельні мережі – наземні.

Розрахунок.

Визначаємо максимальне значення надлишкового тиску, очікуваного на території цеху. Для цього знаходимо мінімальну відстань до можливого центру вибуху :

$$R_x = R_r - r_{отк} = 5 - 0,4 = 4,6 \text{ км.}$$

Потім знаходимо надлишковий тиск ΔP_ϕ на відстані 4,6 км. для боєзапасу потужністю $q = 500$ кг. при наземному вибуху (менш благополучному). Цей тиск являється максимально очікуваним на об'єкті $\Delta P_{\phi \text{ MAX}} = 30 \text{ кПа}$.

Виділяємо основні елементи цеху і визначаємо їх характеристики.

Основними характеристиками цеху являються: будівля, в технологічному обладнанні – легкі верстати, в комунікально-енергетичних

трубопровід і кабельні мережі. Їх характеристики беремо з вихідних даних і заносимо у вільну таблицю результатів оцінки таблиця 7.5

Знаходимо для кожного елемента цеху надлишковий тиск, який викликає слабкі, середні, сильні і повні руйнування.

Так будівля цеху з вказаними характеристиками (залізобетон) одержить слабкі руйнування при надлишковому тиску 10..20 кПа, середні – 20..30 кПа, повні – 30..60 кПа.

Визначаємо межу стійкості кожного елемента цеху – надлишковий тиск, викликаючий слабкі руйнування. Будівля цеху має межу стійкості до ударної хвилі, рівну 20 кПа, легкі верстати 12 кПа, трубопровід на металічних естакадах 30 кПа, наземні кабельні мережі 30 кПа.

Визначаємо межу стійкості цеху в цілому по мінімальній границі стійкості вхідних в його склад елементів. Співставляючи границі стійкості елементів які входять в його склад, одержимо, що межа стійкості цеха $\Delta P_{\text{ФЛМ}} = 12 \text{кПа}$.

Визначаємо по окремій методиці степені руйнування елементів цеху при очікуваному максимальному надлишковому тиску і можливі втрати (процент виходу з ладу виробничих площ і обладнання). При $P_{\text{ФМАХ}} = 30 \text{кПа}$ в цеху середні руйнування одержать: будівля цеху, кабельні мережі, трубопровід на залізних естакадах. При цьому вийдуть з ладу 20 % виробничої площі, 100 % технологічного обладнання і 10 % енергозабезпечення.

Аналізуємо результати оцінки і робимо висновки та пропозиції по підвищенні стійкості цеху до ударної хвилі ядерного вибуху: будівля цеху може бути біля межі зони середніх і сильних руйнувань ядерного ураження з ймовірним максимальним надлишковим тиском ударної хвилі 30 кПа, а межа стійкості цеху до ударної хвилі 20 кПа, що менше $\Delta P_{\text{ФМАХ}}$ і, відповідно цех не стійкий до ударної хвилі; технологічне обладнання – межа стійкості 12 кПа, що також менше $\Delta P_{\text{ФМАХ}}$, а повне руйнування

легких верстатів досягається уже при 25 кПа, отже, найбільш слабкими елементами є – будівля цеху і легкі верстати.

Можливі втрати при максимальному надлишковому тиску ударної хвилі, очікуваному на об'єкті, призведе до повної зупинки виробництва через втрату технологічного обладнання, а саме, легких верстатів; так-як очікуваний на об'єкті максимальний надлишковий тиск ударної хвилі 30 кПа, а межі стійкості комунікаційно-експлуатаційних систем більше 30 кПа, то доцільно буде підвищити межу стійкості будівлі цеху і обладнання до 30 кПа.

Для повного представлення можливої ситуації на об'єкті в районі його розміщення доцільно нанести на план місцевості границі зон руйнування у вогнищі ядерного ураження при заданій потужності боезапасу. Положення зон можливих руйнувань у можливу вогнищі ядерного ураження для розглянутого прикладу показано на рисунку 6.1.

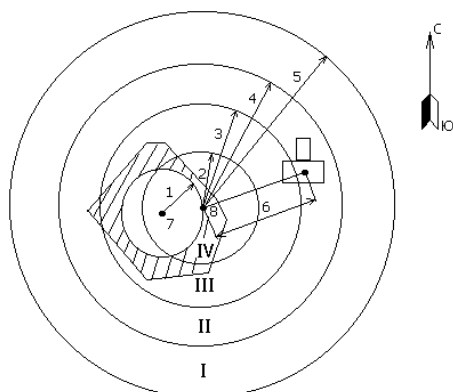


Рисунок 6.1 - Розміщення зон руйнувань у вогнищі ядерного ураження з центром на відстані $6 - R_x = 4,6 \text{ км}$. від об'єкту при наземному вибусі потужністю $q=500 \text{ кг}$. $5 - R_{сл} = 9 \text{ км}$ - радіус зовнішньої границі зони слабких руйнувань; $4 - R_{ср} = 5,5 \text{ км}$ те ж, середніх; $3 - R_{сил} = 4,4 \text{ км}$ те ж, сильних; $2 -$

$$R_{повн} = 3,2 \text{ км} \text{ те ж, повних.}$$

ВИСНОВКИ

Розроблений апаратний і програмний засіб дозволяє керувати системою подачі води для поливу з запасних ємностей. Дана система використовується при припиненні подачі води з мережі водоканалу. Розроблена система дозволяє керувати насосами в свердловинах і контролювати рівень води в ємностях для поливу.

Для встановлення даної системи необхідно провести ряд організаційних і технічних робіт:

- прокласти провідники від давачів і насосів в свердловинах до приміщення оператора;
- узгодити вхідні і вихідні контури мікроконтролера з вихідними сигналами датчків і керуючих елементів;
- встановити необхідне програмне забезпечення і провести навчання персоналу по роботі з розробленою системою.

Вище перелічені заходи виконуються силами комбінату і розробником системи, без залучення сторонніх компаній.

Для узгодження вхідних і вихідних контурів мікроконтролера необхідно замінити старі магнітні пускачі, які працюють від змінної напруги, на нові більш надійніші магнітні пускачі, які дозволяють запускати насоси в свердловинах безпосередньо від сигналу мікроконтролера. Також необхідно узгодити рівні напруг від сенсорів тиску і рівня води в ємностях з вхідним контуром мікроконтролера.

Необхідні узгодження вхідних і вихідних контурів мікроконтролера будуть зроблені за допомогою використання блоку живлення. Від блоку живлення до давачів тиску і рівня підключене живлення, яке необхідне для сигналізації стану давачів. Таким чином на вході мікроконтролера ми отримуємо стандартний цифровий сигнал.

Було проведено ряд вдосконалень в систему графічного відображення і в алгоритм роботи системи згідно пропозицій від комбінату. В алгоритмі керування системою було додано 30 секундну затримку перед включенням перевірки тиску води в трубі. Це пов'язано з специфікою розташування датчиків тиску і з інерційністю насосів в свердловинах. А отже необхідний час для досягнення робочого тиску в трубі. Даний механізм запобігає автоматичному виключенню свердловини при її старті.

Також при узгодженні графічного відображення системи було впроваджений механізм постановки певної свердловини на ремонт, що означає відключення свердловини з циклу автоматичного керування системою. Ці зміни дозволяють проводити ремонт свердловин і не використовувати їх у системі при виконанні ремонтних або профілактичних робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Качан Б.М., Сташин В.В. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. – М.: Энергоатомиздат, 1987. - 300 с.: ил.
2. Стеклов В.К. Проектирование систем автоматического управления. Научная книга. – М.: Киев: Высшая школа, 1995. – 231 с.: ил.
3. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры показывающие электроконтактные. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 5Ш0.283.004 ТО
4. Средства автоматизации технологических процессов. Каталог продукции фирмы “SIEMENS”.
5. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.091401 - “Системи управління та автоматики”/Івано-Франківський університет нафти і газу.- Івано-Франківськ, 1999.
6. CPU 31xС и CPU 31х, технические данные. Siemens. 2004
7. SIMATIC WinCC, версия 5. Оптимальная визуализация процессов. Описание системы. Siemens.
8. ADAM-5000E. Технические характеристики. Advantech. 2005
9. Рыков А.Н. Технические средства автоматизации. «Проблемы автоматизации в тепличном хозяйстве». 2006.
10. Александр Локотков, Что должна уметь система SCADA. Программное обеспечение. Инструментальные системы. 1998.
11. Маслов Д.Б., SCADA WinCC как открытая система. Средство для ведения архивов реального времени. НВФ “Сенсоры Модули Системы”
12. Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами: Учеб. Пособие для вузов. - М: Энергоатомиздат. 1989.

13. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. - М.: Сов. Радио, 1975.
14. Замиховський Л.М., Калявін В.П. Основи теорії надійності і технічної діагностики систем: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Вид-во “Полум’я”, 2004.– 360 с.
15. Руководство по эксплуатации МИК-51Н-1. Microl, 2007.
16. Князевский Б.А. и др. Охрана труда в электроустановках. - М.: Энергия, 1983.
21. Домин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.: Энергоиздат, 1984.
22. Калічак О. В., Семенцов Г. Н., Когуч Я. Р. – Охорона праці. Методичні вказівки для дипломного проектування. Івано-Франківськ. Факел, 2004 – 63с.
23. Охорона праці та безпека виробництва. Під ред. В. Коломеєва, О. Болокана та ін. К., ДК”Укртрансгаз”, 2004 – 15 с.
24. Оленюх Р.В. Програмна реалізація системи автоматичного керування поливом. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 25–26 листоп. 2020.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. // Оленюх Р.В., Трембач Р.Б. – Тернопіль : ТНТУ, 2020. – С58-59.