

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний аграрний університет  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Допущений до захисту:

завідувач кафедри ЕЕЕ  
д.т.н. професор Матвійчук В.А.

---

(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

“\_\_\_\_\_”2021 р.

**«Розвиток інтелектуальної системи моніторингу приводів  
електричних фільтрів промислової випалювальної печі»**

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»  
за спеціальністю 141 - Електроенергетика,  
електротехніка і електромеханіка

Виконав: студент групи ЕІ-21(маг.з.)

Павлишен Дмитро Анатолійович \_\_\_\_\_

Керівник: к.т.н., доцент, каф. ЕЕЕ

Возняк Олександр Миколайович \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри ЕЕЕ  
д.т.н. професор Матвійчук В.А.

\_\_\_\_\_  
(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Павлишена Дмитра Анатолійовича

**1. Тема роботи:** «Розвиток інтелектуальної системи моніторингу приводів електричних фільтрів промислової випалювальної печі»

Керівник роботи: Возняк Олександр Миколайович к.т.н., доцент  
Затверджені наказом ВНАУ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_\_\_

**2. Строк подання студентом роботи:** \_\_\_\_\_

**3. Вхідні дані:** 1. Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. Київ. Хай-Тек Прес. 2010. 516 с., 2. Стаднік М.І., Видмиш А.А., Штуць А.А. Колісник М.А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навч. посіб. Вінниця. ТОВ "ТВОРИ". 2020. 332 с., 3. Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» та студентів ОС

«Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка». Вінниця: ВНАУ. 2016. 64 с.,

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

Вступ., 1. Техніко – економічне обґрунтування, 2. Розробка структурної схеми автоматизованої системи контролю, 3. Розробка функціональної схеми автоматизації системи контролю. 4. Проектування програмного забезпечення системи контролю 5. Використання програмного продукту для інтелектуального діагностування режимі реального часу 6. Економічна частина., 7. Охорона праці і безпека життєдіяльності., Список літератури., Додатки.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко – економічне обґрунтування		
2.	Розробка структурної схеми автоматизованої системи контролю		
3.	Розробка функціональної схеми автоматизації системи контролю		
4.	Проектування програмного забезпечення системи контролю		
5.	Використання програмного продукту для інтелектуального діагностування		
6.	Економічна частина		
7.	Охорона праці і безпека життєдіяльності		
8.	Оформлення пояснювальної записки		
9.	Підготовка доповіді і презентаційного матеріалу		

Завдання прийняв до виконання студент \_\_\_\_\_ Павлишен Д. А.  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Возняк О.М.  
(підпис)

## Анотація

В магістерській роботі розроблена автоматизована багатоканальна система, що призначена для моніторингу приводів промислової випалювальної печі, стаціонарного контролю температури деталей промислової нагрівальної печі, а також довгострокового зберігання і обробки статистичної інформації. Описані склад системи, особливості технологічних рішень, результати роботи в режимі емуляції.

## Abstract

In the master's thesis an automated multi-channel system is developed, which is designed for monitoring the drives of the industrial kiln, stationary temperature control of the parts of the industrial heating furnace, as well as long-term storage and processing of statistical information. The composition of the system, features of technological solutions, results of work in the emulation mode are described.

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Техніко-економічне обґрунтування .....	10
1.1 Аналіз технологічного процесу, що підлягає автоматизації .....	10
1.2 Аналіз недоліків існуючої системи контролю .....	11
1.3 Формування напрямків проектування та розробка технічного завдання.....	16
2 Розробка структурної схеми автоматизованої системи контролю .....	28
2.1 Визначення загальної конфігурації системи .....	28
2.2 Розробка електричної структурної схеми системи.....	30
3 Розробка функціональної схеми автоматизації системи контролю .....	38
4 Проектування програмного забезпечення системи контролю .....	41
4.1 Розробка схеми даних .....	41
4.2 Розробка схеми програми.....	42
4.3 Проектування архітектури програмного забезпечення.....	43
4.4 Проектування програмних модулів.....	45
4.5 Проектування програмного забезпечення графічного інтерфейсу оператора.....	55
4.6 Проектування програмного забезпечення формування звітності .....	57
5 Охорона праці .....	59
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	60
5.1.1 Обладнання робочого місця .....	60
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії .....	62
5.2.1 Мікроклімат .....	62
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	63
5.2.3 Виробниче освітлення.....	65
5.2.4 Виробничий шум.....	66
5.2.5 Виробничі випромінювання.....	67

5.3 Пожежна безпека.....	68
5.3.1 Технічні рішення системи запобігання пожежі .....	69
5.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту .....	69
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	71
6.1 Розрахунок кошторису витрат на розробку програмного продукту.....	71
6.2 Розрахунок експлуатаційних витрат при використанні нового програмного продукту .....	72
6.3 Розрахунок обсягу робіт при використанні програмного продукту.....	77
6.4 Розрахунок виробничої собівартості матеріального носія з програмним продуктом .....	78
6.5 Розрахунок ціни реалізації матеріального носія з програмним продуктом..	82
6.6 Розрахунок чистого прибутку для виробника.....	83
6.7 Розрахунок річного економічного ефекту для споживача.....	84
6.8 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника .....	84
Висновки .....	86
Література .....	87
ДОДАТКИ.....	91

## Вступ

Обтискні прокатні стани - блюмінги й слябінги, призначені для виробництва заготовок зі злитків сталі, - історично вважаються незручними для автоматизації об'єктами. Причиною цього є сама технологія реверсивної прокатки, що полягає в тім, що заготовка багаторазово проходить крізь прокатні валки вперед та назад, причому при кожному проході змінюється розкриття валків, багаторазово провадиться передача металу з калібру в калібр і виконуються повороти заготовки на 90 градусів (кантування). Через велику кількість механізмів, що беруть участь у процесі прокатки, нестабільності стану металу по температурі, формі злитка та наявності окалини процес прокатки навіть двох наступних один за одним злитків може відрізнятися, особливо при перших проходах (пропусках) через прокатні валки.

В 60-70 роках минулого століття робили спроби створення блюмінга-автомата на базі керуючих обчислювальних машин сімейства СМ, однак всі вони закінчилися безуспішно, незважаючи на великі витрати на апаратні засоби й розробку, у якій були задіяні потужні галузеві інститути. Проблема збільшувалася важкими умовами експлуатації засобів обчислювальної техніки (запиленість, високі температури, потужні електромагнітні поля) і відсутністю надійних датчиків. Там, де системи автоматичного керування все-таки вводилися в роботу (наприклад, на третьому блюмінгу Криворізького металургійного комбінату), строк їхньої експлуатації був дуже недовгим: продуктивність потужного прокатного стану, що стоїть на початку технологічного ланцюжка, при автоматичному керуванні виявлялася нижча, ніж при ручному керуванні досвідченим оператором. Потім обтискним станам зовсім перестали приділяти увагу, вважаючи, що вони будуть повністю ліквідовані після широкого впровадження пристроїв безперервної заготовки сталі.

Реалії економічної ситуації, однак, виявилися такими, що на сьогоднішній день (принаймні на Україні) більша частина виробленої прокатної продукції в чорній металургії починає свій шлях у блюмінгах і слябінгах. Хазяям металургійних підприємств і інженерно-технічному персоналу волею-неволею



довелося задуматися про забезпечення надійної роботи обтискних станів, продуктивність яких доходить до 1000 тонн у годину.

Поряд із заходами щодо реконструкції механічних вузлів і електроустаткування знову стала актуальною проблема автоматизації. Але, на відміну від подій 40-літньої давнини, тепер не ставиться завдання замінити оператора. Сьогодні необхідно проконтролювати хід технологічного процесу, запобігти помилкам персоналу, що приводять до перевантажень і поломок обладнання, а також забезпечити оптимальні енергосилові параметри процесу прокатки. До системи автоматизації обтискного стану пред'являються жорсткі, найчастіше суперечливі вимоги: вона повинна бути надійною, забезпечувати цілодобову роботу в тяжких умовах експлуатації протягом тривалого періоду між капітальними ремонтами, бути зручною в експлуатації й недорогою.

Саме така задача і вирішується в даному магістерській роботі стосовно автоматизації контролю процесу після нагрівальної печі.

## 1 Техніко-економічне обґрунтування

### 1.1 Аналіз технологічного процесу, що підлягає автоматизації

Обтискний стан 950/900 Алчевського металургійного комбінату містить дві реверсивні прокатні кліті: кліть 950 і кліть 900 [1-3]. На кліті 950 зі злитків масою від 5 до 9 тонн прокочують заготовку розміром перетину від 148-208 мм до 255-295 мм, з якої на кліті 900 одержують кінцеву продукцію, що має в перетині форму квадрата зі стороною від 128 до 180 мм або кола діаметром від 80 до 220 мм.

Валки кліті 950 приводяться в рух двома 2-якірними електродвигунами постійного струму, потужність кожного з яких становить 5400 кВт. Загальна кількість цих валків (основних та транспортувальних) сягає 128. Валки кліті 900 приводяться в рух через шестеренний редуктор одним електродвигуном. На кліті 950 використовується індивідуальний привод валків, а на кліті 900 - груповий. Максимальна швидкість приводу кліті 950 становить 110 обертів у хвилину, що вище, ніж на блюмінгах 1100-1250, де максимальна швидкість не перевищує 80-90 об/хв.

Для підготовки металевих заготовок до прокатки на таких станах зараз використовуються нагрівальні печі. Металеві заготовки, вага яких досягає декількох тон, переміщаються в цих печах по футерованим зверху глісажним трубам, міцність яких забезпечується їхнім безперервним охолодженням водою. Технологічна схема такого процесу наведена на рисунку 1.1.

В типовій нагрівальній печі розміщуються 16 глісажних труб – чотири поперечні (опорні) та 12 повздовжні (робочі).

Порушення режиму охолодження труб і їхній прогар приводять до важких аварій, на ліквідацію яких іде багато коштів і часу. У цьому зв'язку кожна з печей повинна обладнуватися системою автоматичного контролю процесу охолодження глісажних труб.

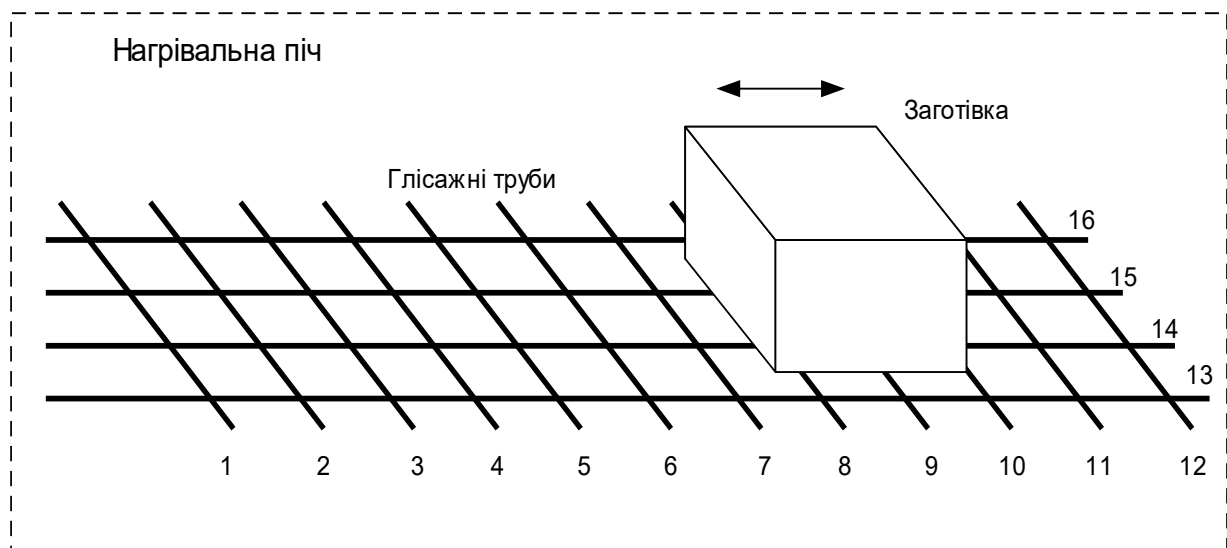


Рисунок 1.1 – Технологічна схема нагрівальної печі з системою глісажних труб

Розглянемо детальніше існуючу систему автоматизованого контролю процесу охолодження злитків після нагрівальної печі.

## 1.2 Аналіз недоліків існуючої системи контролю

На печах Алчевського металургійного комбінату зараз встановлена система автоматизованого контролю процесу охолодження глісажних труб, яка розроблена і реалізована підприємством «РЕКТ» корпорації «Київський інститут автоматики» [4]. У цій системі за допомогою термопар забезпечується неперервний контроль температури охолоджуючої води на виході із всіх елементів конструкції печі й виконуються наступні функції:

- контроль значень температур і порівняння їх з верхнім заданим допуском (для кожного з параметрів задається індивідуальний допуск);
- колірна індикація значень температур: «зелений» - норма, «червоний - миготливий» - перевищення допуску, «жовтий» - датчик температури не опитується;

- видача звукового сигналу при перевищенні температурних значень допусків (функція звукового сигналу може відключатися);
- індикація значення в часі (тренд) значень температури води в обраній оператором трубі системи охолодження в графічному вигляді;
- запис поточних значень температур в архівний файл і забезпечення можливості перегляду архівних даних по даті й часу дня, а також друк даних (у файл записуються усереднені за хвилину значення);
- запис поточних значень температур у файл бази даних для забезпечення обробки й перегляду даних за допомогою засобів Microsoft Office;
- коректування значень допусків температур величини виправлення температури по холодному спаю, коефіцієнтів, використовуваних при обчисленні значень температур по формулі інтерполяції;
- формування журналу повідомлень по всіх подіях, що відбуваються в системі; кожна з подій супроводжується датою й часом дня;
- забезпечення можливості квотування оператором аварійних ситуацій;
- імітація (при завданні режиму «Імітація») значень температур.

Основа апаратної складової системи – 8-канальні модулі аналого-цифрових перетворювачів i-7018 (ICP\_DAS, Тайвань). Це пристрої, що добре себе зарекомендували в багатьох проектах, що забезпечують безпосереднє сполучення з термопарами. Можна використовувати «зашиті» в пам'ять «їх» стандартні градування й одержувати результати в градусах Цельсія, а є й можливість роботи з вітчизняними термопарами. У цьому випадку від i-7018 одержуємо значення сигналів термопар у мВ, а також сигнал від вбудованого датчика компенсації холодних спаїв CJC, і всі необхідні перетворення виконуємо програмно.

Модулі i-7018 об'єднані в мережу на основі інтерфейсу RS-485, сформовану за допомогою перетворювача i-7520, підключеного до комунікаційного порту RS-232 робочої станції оператора. Використання диференціальних сигналів в каналі інтерфейсу RS-485, переданих по класичній витій парі, дозволило виключити вплив промислових перешкод. А перешкоди, створювані при роботі потужних електромеханічних пристроїв у зоні нагрівальної

печі, мають істотний рівень. Диференціальна схема передачі сигналів забезпечила високу стійкість як до високочастотних перешкод, так і до перешкод у діапазоні 50-60 Гц (при передачі сигналів по витій парі величина синфазних перешкод близька до нуля). Експериментально підібрані безпосередньо на об'єкті значення термінаторів (відповідно до рекомендацій виробника) дозволяють організувати передачу даних з максимальною швидкістю.

Програмне забезпечення робочої станції на базі панельного комп'ютера PPC-5050 (iEi Technology, Тайвань) створено за допомогою інтегрованого середовища розробки Delphi-6, а також спеціального компонента, що забезпечує обмін даними через комунікаційний порт.

Контроль і керування системою здійснюється оператором за допомогою сенсорного екрана робочої станції. Об'єкт контролю представлений схемою трубопроводів (4 поперечних опорних і 12 поздовжніх робочих), у кожного з яких кольором позначене поточне значення температури (рисунок 1.2). Всі вимірювані значення температур наводяться в правій верхній частині екрана. У нижній частині розташовані віртуальні клавіші керування системою. Як приклад над зображенням об'єкта наводиться графік тренда температури води на виході із труби №12 за останні 15 хвилин вимірів. У нижній частині екрана приводяться повідомлення про вихід температури охолоджуючої води за межі допуску й повернення її в нормальний режим.

Для установки й коректування припустимих значень температури води в різних трубах у системі передбачений спеціальний екран, що викликається натисканням віртуальної клавіші «Допуск» (рисунок 1.3).

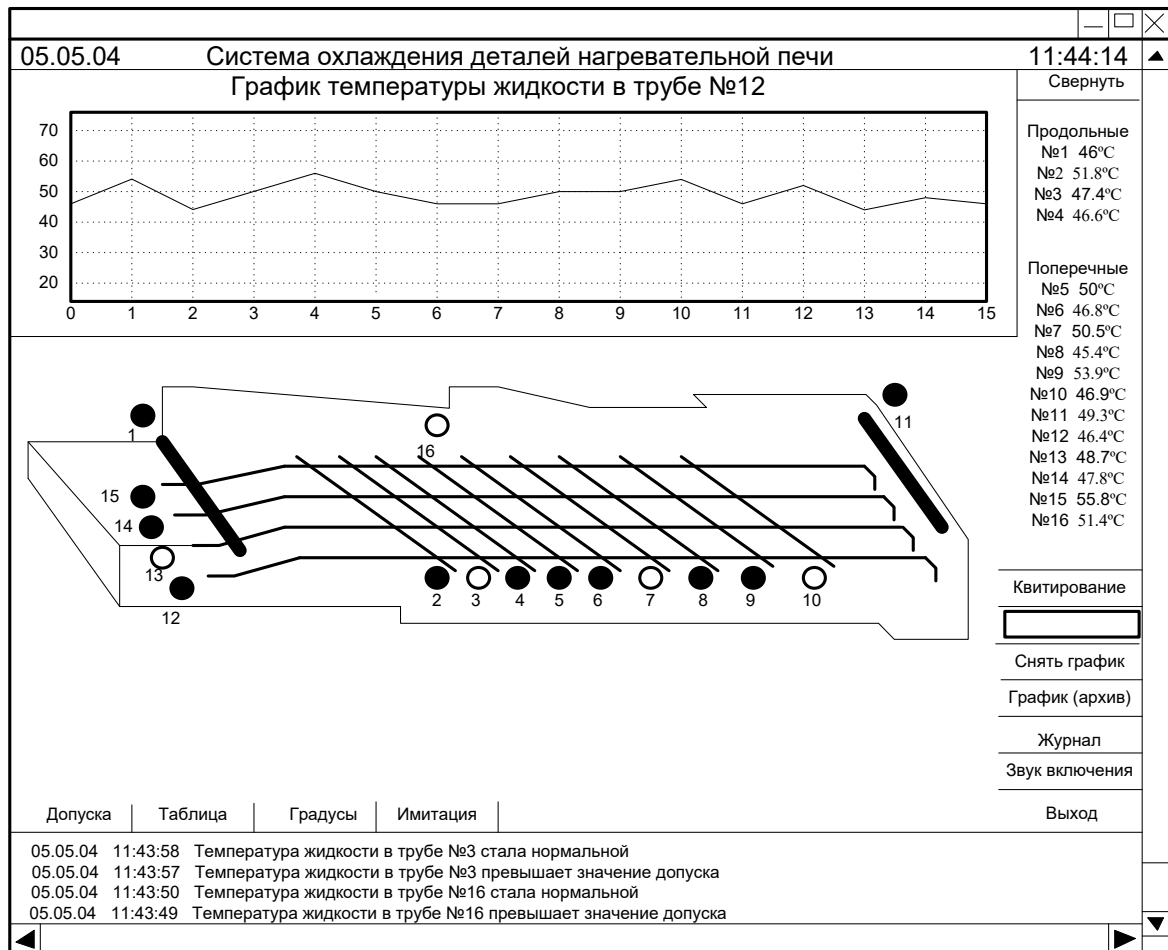


Рисунок 1.2 – Пример оформления графического интерфейса системы

На цьому ж екрані можуть бути введені всі градирувальні характеристики використовуваних термопар. Поточні значення температури визначаються за допомогою інтерполяційного полінома Лагранжа. Для цього використовується таблиця вузлів, у яких задаються величини сигналів термопар (крок - 10°C) і відповідні їм значення температур.

У системі передбачена можливість перегляду й печатки архівних графіків зміни будь-якого параметра за добу (рисунок 1.4). Пошук даних здійснюється по параметру, що задається у вигляді закладки і дати (задається за допомогою стандартного компонента «Календар»).

При перегляді графіків в оператора є можливість зміни масштабів осей графіка.

Корректировка допусков по температурам жидкости труб			Выход		
	Наименование параметра	Допуск	Наименование коэффициента	Значение	
1	Мах температура воды в трубе № 1	55.0	1	Значение сигнала (млв)	-1.33
	Мах температура воды в трубе № 2	55.0		Температура (точ. 1)	10.0
	Мах температура воды в трубе № 3	55.0		Значение сигнала (млв)	-0.67
	Мах температура воды в трубе № 4	55.0		Температура (точ. 2)	20.0
	Мах температура воды в трубе № 5	55.0		Значение сигнала (млв)	0.0
	Мах температура воды в трубе № 6	55.0		Температура (точ. 3)	30.0
	Мах температура воды в трубе № 7	55.0		Значение сигнала (млв)	0.68
	Мах температура воды в трубе № 8	55.0		Температура (точ. 4)	40.0
	Мах температура воды в трубе № 9	55.0		Значение сигнала (млв)	1.37
	Мах температура воды в трубе № 10	55.0		Температура (точ. 5)	50.0
	Мах температура воды в трубе № 11	55.0		Значение сигнала (млв)	2.07
	Мах температура воды в трубе № 12	55.0		Температура (точ. 6)	60.0
	Мах температура воды в трубе № 13	55.0		Значение сигнала (млв)	2.77
	Мах температура воды в трубе № 14	55.0		Температура (точ. 7)	70.0
	Мах температура воды в трубе № 15	60.0		Значение сигнала (млв)	3.5
	Мах температура воды в трубе № 16	55.0		Температура (точ. 8)	80.0
	Поправка по температурам (млв)	0.3		Значение сигнала (млв)	4.23
				Температура (точ. 9)	90.0
				Значение сигнала (млв)	4.97
				Температура (точ. 10)	100.0

Рисунок 1.3 – Приклад оформления экрана “Допуск”

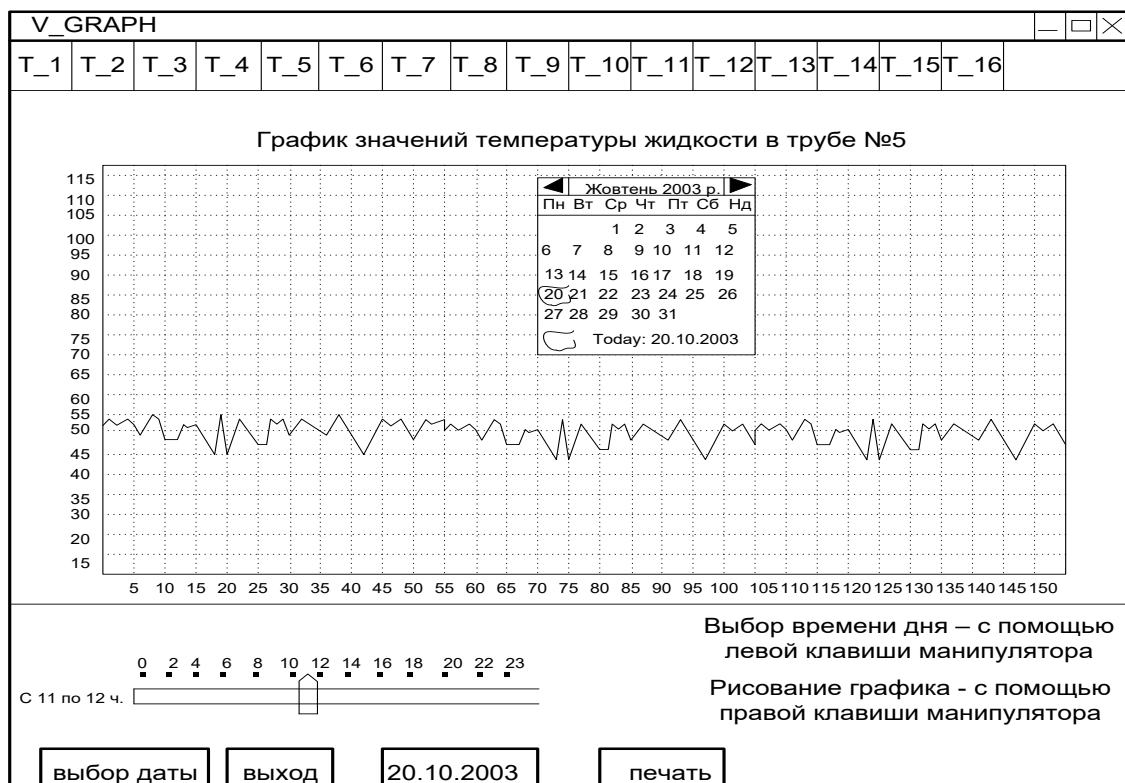


Рисунок 1.4 – Оглядювий экран архівних даних системи

Час дня встановлюється за допомогою повзунка, що переміщається «мишкою» (оператор «наступає» курсором на повзунок, натискає ліву клавішу маніпулятора й, утримуючи клавішу натиснутою, переміщає повзунок на потрібний час).

Проаналізуємо недоліки описаної системи контролю.

По-перше, отримане рішення не є дешевим. Це пояснюється тим, що розробка програмного забезпечення системи розроблялось за допомогою універсальної інструментальної системи Delphi-6. Тобто ця розробка потребувала великих витрат часу та коштів на платню висококваліфікованим програмістам. По-друге, система з таким програмним забезпеченням стає незручною для підприємства, бо його спеціалісти не спроможні її самостійно супроводжувати та модернізувати. Іншими словами, у разі будь-якої несправності системи чи необхідності її зміни необхідно буде залучати допомогу спеціалістів підприємства-розробника. А це додаткові витрати коштів та часу. По-третє, існуюча система контролю не дає оператору можливості впливати на процес, що контролюється. Тобто оператор тільки констатує аварійні події (вихід температури в певній трубі за границі норми), а виправити цю аварію він не може.

Виходячи з цього, можна сформулювати додаткові вимоги до проектованої системи контролю та намітити шляхи подальшого проектування.

### 1.3 Формування напрямків проектування та розробка технічного завдання

Одна з найважливіших проблем, що стоїть при розробці будь-якої комп'ютерної системи є правильний вибір інструментальних засобів (ІЗ), які визначають усю технологію подальшого проектування, налагодження і супроводу такої системи, і впливає на тривалість, якість і вартість розробки. Тому для розробки ефективної, але дешевої, автоматизованої системи контролю процесу охолодження злитків після нагрівальної печі треба спочатку обґрунтовано вибрати відповідні ІЗ.



Інструментальні засоби, що використовуються при створенні АСУТП, можна розділити на групи [5-25]:

- SCADA-системи;
- засоби баз даних;
- універсальні системи програмування.

SCADA-системи широко використовуються для створення АСУТП, систем диспетчеризації і моніторингу. За допомогою ІЗ SCADA можна в автоматизованому режимі швидко розробити повнофункціональну систему без залучення праці висококваліфікованих програмістів. Таким чином, основні переваги ІЗ SCADA це швидкість проектування і якість розроблювального ПЗ (ясність, стійкість, надійність, простота модифікації і налагодження).

Друга група ІЗ, орієнтованих на роботу з базами даних, служить в основному для створення автоматизованих систем управління верхніх рівнів. У цій області з успіхом застосовуються такі продукти, як Oracle, Sybase, що добре підходять для рішення задач збереження, представлення й обробки даних, створення серверних компонентів і офісних додатків. Проте вони погано пристосовані для роботи в режимі реального часу. Тому їхнє використання в проектованій системі контролю неможливе.

Універсальні системи програмування, які засновані на мовах програмування третього покоління (C, C++, PASCAL), дають проектувальнику максимальну свободу дії. З їхньою допомогою можна вирішити будь-яку задачу (який у принципі вирішувана) у будь-якій області, але для цього, як це було у аналогічній системі, потребуються великі витрати кваліфікованої праці програмістів, отриманий продукт важко супроводжувати і модифікувати, особливо якщо в цьому не можуть взяти участь розроблювачі.

Сучасні засоби візуального програмування: Borland Delphi, C Builder, Microsoft Visual C++ сполучать у собі переваги другої і третьої груп ІЗ. З їхньою допомогою можна легко вирішувати задачі, пов'язані з обробкою даних у БД, проте для реалізації задач АСУТП нижнього рівня вони практично не годяться, оскільки не орієнтовані на це.

Таким чином, для нашої задачі найбільше підходить інструментальний засіб розробки у вигляді SCADA системи. При її застосуванні можна отримати високоефективне технічне рішення з мінімальними часовими та матеріальними витратами.

Другим шляхом здешевлення проекту є вибір інших вимірювальних датчиків температури води в глісажних трубах, ніж у аналогічній системі, бажано вітчизняного виробництва. При цьому треба приймати до уваги як метрологічні, так і вартісні їх показники.

Проектована система буде більш ефективною, якщо вона буде надавати оператору можливість впливу на контрольований процес. Тому є доцільним введення в проєктовану систему контролю додаткового контуру регулювання вхідного тиску води на вході системи охолодження. Тоді, при виявленні факту перевищення температурою у будь-якій трубі встановленої границі, оператор зможе підвищити тиск води, збільшивши тим самим її витрати, і покращити режим охолодження труб.

З урахуванням цих намічених напрямків проєктування автоматизованої системи контролю процесу охолодження злитків після нагрівальної печі було розроблене детальне технічне завдання (ТЗ) на магістерську роботу.

Основною вимогою цього документу є здешевлення отриманого технічного рішення та прискорення процесу його розробки при збереженні основних функціональних показників існуючої системи контролю.

Згідно до ТЗ, для проєктування автоматизованої системи контролю процесу після нагрівальної печі доцільним є використання SCADA – системи, яка призначена для автоматизації цехового рівня управління виробництвом.

У таблиці 1.1 перераховані за критеріями вибору деякі з популярних на західному і нашому ринках SCADA-систем пакети, що мають підтримку в країнах СНД [5-25].

Таблиця 1.1 – Показники SCADA-систем за критеріями вибору

SCADA-системи	Технічна підтримка	Наявність розробників в Україні	Наявність у ВНТУ	Ціна, умов. од.
Delta (США)	–	+	–	9 328,00
Genesis (США)	+	+	–	9 985,20
Genie (Тайвань)	+	+	+	954,00
Festo (США)	–	–	–	8 421,70
InTouch 5.0 (США)	+	+	–	13 472,60
Monitor Pro (США)	+	+	–	3 763,00
RSView (США)	–	–	–	7 425,30
Sitex (Великобританія)	+	+	–	6 545,50
Trace Mode 5 (Росія)	+	+	+	3 127,00
WinCC (Німеччина)	+	–	–	12 449,70

У цілому на ринку СНД поширюються зараз біля 20 відкритих SCADA-програм, що відрізняються друг від друга структурою, функціональними, технічними і вартісними характеристиками, а також методами супроводу їх у споживачів.

Основу більшості SCADA-пакетів складають декілька програмних компонентів (бази даних реального часу, введення-виведення, передісторії, аварійних ситуацій) і адміністраторів (доступу, управління, повідомлень).

Аналіз SCADA – систем показує, що спостерігається певне вирівнювання функціональних можливостей сучасних пакетів, розширення їх універсальності в плані платформ реалізації та підтримуваного обладнання.

Тому вибір SCADA – системи будемо робити, виходячи з вимоги мінімальної її вартості при збереженні усіх основних функціональних можливостей сучасних ІЗ.

З усіх пакетів, що перераховані в таблиці 1.1, найдешевшими є SCADA – системи Genie виробництва тайванської фірми ADVANTECH та Trace Mode 5 виробництва російської фірми ADASTRA. Тому саме їх ми і виберемо для подальшого порівнювального аналізу варіантів виконання проекту.

Складемо порівнювальні характеристики для двох варіантів розробки системи: на основі SCADA - системи Genie (варіант №1) та на основі SCADA – системи Trace Mode 5 (варіант №2).

Пакет Genie фірми ADVANTECH [26] підтримує широку гаму засобів автоматизації цієї ж фірми (плати введення/виведення, модулі віддаленого введення/ виведення, засоби мережного обміну інформацією, перетворювачі інтерфейсів тощо). Пакет є інструментальним засобом створення програмного забезпечення збору даних і оперативного диспетчерського управління, що виконується в середовищі MS Windows 98. Genie версії 3.xx може застосовуватися в проектах АСУ ТП масштабу технологічної ділянки і/або цеху, із початковим або середнім рівнем складності. В даний час фірма “Прософт” (Росія) пропонує цілком локалізовану для ринку СНД версію Genie 3.0, де усі діалоги, команди, файли підказувань і документація переведені на російську мову.

Genie має модульно-орієнтовану, відкриту інтегровану архітектуру. Відкритість архітектури дозволяє легко реалізовувати взаємодію Genie з іншими додатками для спільного доступу до даних під час виконання стратегії контролю.

При цьому такі модулі, як Редактор задач, Редактор форм відображення і Редактор звітів входять у будувач стратегій Genie, а Редактор сценаріїв і Центр обробки даних - у виконавчу середу Genie.

Стандартний пакет Genie оснащений драйверами введення/ виведення для підтримки всіх апаратних засобів промислової автоматизації фірми Advantech, включаючи модулі збору даних і управління, IBM PC сумісний модульний контролер MISC 2000, пристрої віддаленого збору даних серії ADAM-4000 і ADAM 5000/485, а також пристрої промислової шини CAN із протоколом DeviceNet ADAM-5000/CAN.

При необхідності реалізації апаратури інших виробників, наприклад, АСК ТО можлива або розробка драйверів на мові С або С++ у вигляді бібліотек динамічного компонування, що включаються в набір інструментів Редактора задач у якості бібліотечних блоків користувача (User Defined DLL), або виклик функцій із наявних драйверів апаратури за допомогою блока Бейсик-сценарія.

Результат розробки проекту в Genie зберігається у файлі стратегії. Стратегія управління технологічним процесом являє собою сукупність однієї або декількох окремих задач разом з однією або великою кількістю екранних форм відображення, а також одним основним сценарієм.

Задача, екранна форма відображення й основний сценарій є трьома основними елементами, використовуваними в Genie для проектування стратегії управління.

Задача розробляється шляхом візуального програмування алгоритму управління. У готовому вигляді задача являє собою набір функціональних блоків, відображуваних у вікні редактора задач у вигляді відповідних піктограм.

Екранна форма відображення являє собою набір елементів відображення й елементів управління технологічним об'єктом через екран монітору. На рисунку 1.5 наведений приклад оформлення екранної форми – “Усі прилади вимірювання та пристрої управління”, які можна використовувати при створенні системи моніторингу та управління.

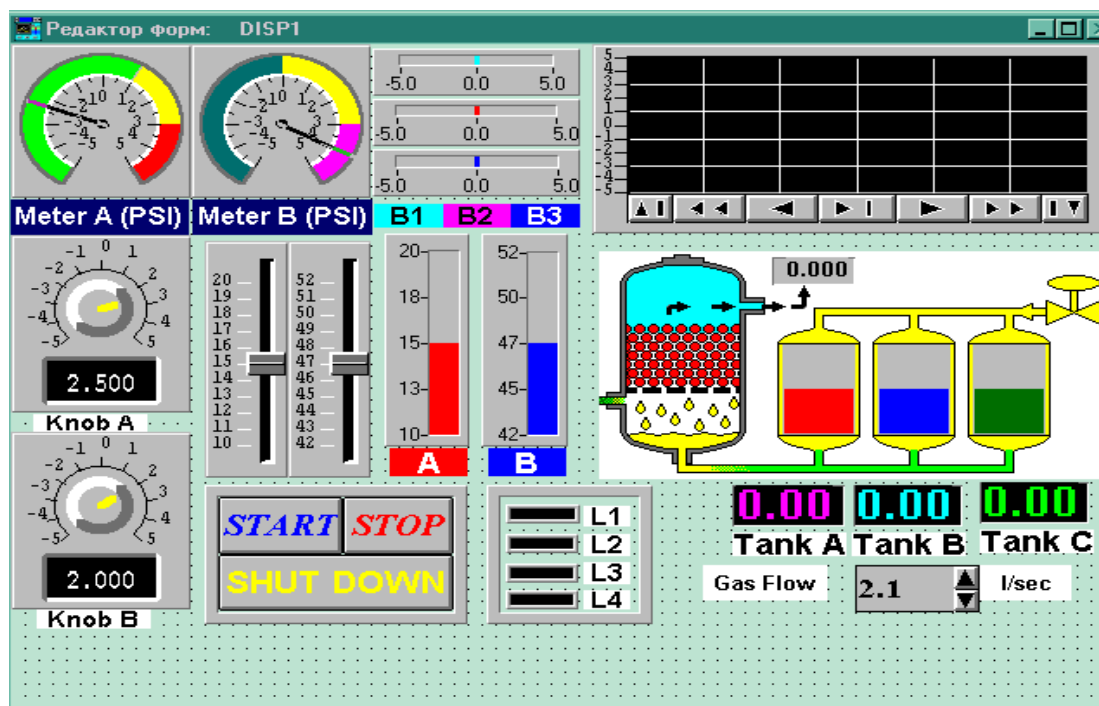


Рисунок 1.5 – Екранна форма пакету Genie

Основний сценарій (Main Script) створюється на спеціальній мові Basic Script, сумісній з Microsoft Visual Basic, і здійснює управління виконанням усієї стратегії протягом одного сеансу виконавчої середи Genie. Основний сценарій може бути застосований для виконання таких операцій, як запуск і припинення задач і т.п.

Мінімальний період сканування задачі і пов'язаних із нею параметрів складає 55 мс. У рамках стратегії може використовуватися одночасно практично будь-яка кількість функціональних блоків і пристроїв введення/ виведення, що обмежується тільки швидкістю і розміром пам'яті комп'ютера. Проте рекомендується, щоб кількість функціональних блоків не перевищувало 500.

Редактор звітів є окремим додатком, що цілком незалежний від виконавчої середи Genie. Редактор звітів забезпечує користувачу можливість формування звітів і виведення їх на екран монітора або друкувальний пристрій.

Пакет Trace Mode 5 [5-9] працює в середовищі ОС MS Windows NT. У цій версії пакету технологія наскрізного програмування верхнього і нижнього рівня АСУТП значно удосконалена. Найбільші зміни торкнулися засобів розробки. Редактор бази каналів приведений у відповідності зі стандартом Міжнародної електротехнічної комісії (МЭК) ІЕС 61131-3, що регламентує синтаксис мов програмування промислових контролерів. Відповідно до вимог стандарту програмування логічних задач здійснюється візуальними, інтуїтивно зрозумілими інженерам-технологам методами у вигляді функціональних блоків (мова Техно-FBD) або на мові інструкцій (Техно-IL). Можливості цих мов, у порівнянні зі стандартом ІЕС 61131-3, істотно розширені: вони містять у собі набір із більш ніж 150 елементарних і бібліотечних функцій. Серед умонтованих алгоритмів: ПД, ПДД, нечіткий, позиційне регулювання, ШІМ перетворення, динамічна балансування, алгоритми масового обслуговування, блоки моделювання об'єктів, доволно що програмуються алгоритми, арифметичні, алгебраїчні, логічні, тригонометричні, статистичні функції, функції розрахунку техніко-економічних показників (ТЕП) і т.д. Істотним розвитком стандарту є додавання функціональних блоків, орієнтованих на контроль типових технологічних об'єктів (клапанів, засувок, приводів і т.д.) і управління ними. Крім того, проектувальник

має можливість нарощувати бібліотеки мов власними алгоритмами, що враховують особливості задач, розв'язуваних у його проектах.

У системі Trace Mode 5 розподілена АСУТП, що містить і промислові комп'ютери ПРК), і контролери, розглядається як єдиний проект. Тому кожний вузол (ПРК або контролер) у розподіленій системі, що працює під управлінням Trace Mode 5, має інформацію про інші вузли системи й у випадку його модифікації автоматично оновляє відповідну БД в інших вузлах. При цьому АСУ можна створювати як в архітектурі клієнт-сервер, так і у вигляді розподіленої системи - технологія розробки АСУТП як єдиного проекту буде однаково ефективна.

«Автопобудування» - це група оригінальних технологій, реалізованих у Trace Mode 5. Суть технології полягає в автоматичному генерування баз каналів операторських станцій і контролерів, що входять в АСУТП, на основі інформації про число сигналів введення/ виведення, номенклатурі використовуваних контролерів і пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО), наявності і характеру зв'язків між ПРК і контролерами.

Подібна технологія застосовується вперше й у корені відрізняється від тієї, що використовується в старих SCADA для Windows, що пропонували програмування «від картинки», що дозволяло швидко створювати малі системи, але через малу структурованість проектів призводило до складностей при розробці великих систем.

Розробка графічного інтерфейсу операторської станції здійснюється в об'єктно-орієнтованому редакторі представлення даних. Аналогічно редактору бази каналів редактор представлення даних забезпечує створення мнемосхеми для усіх вузлів розподіленої АСУТП (рисунок 1.6).

Редактор дає можливість на усіх вузлах установлювати загальні налаштування, що визначають стиль представлення інформації (наприклад, колір фону й текстуру). Для полегшення розробки усі екрани в графічних базах Trace Mode 5 зібрані в групи, виходячи з їхнього функціонального призначення. Наприклад, в одну групу можна об'єднати мнемосхеми, у іншу - екрани

настроювання регуляторів, у наступну - оглядові екрани і т. ін. Можна також розбивати екрани на групи згідно до стадій чи ділянок технологічного процесу.

Система Trace Mode 5 дозволяє створювати багаторівневі, ієрархічні і резервовані АСУТП. Зв'язок між вузлами в розподіленій АСУТП на базі Trace Mode 5 може здійснюватися з використанням одного з таких протоколів: TCP/IP, IPX/SPX, NetBeui, M-Link, DDE/NetDDE, AdvencedDDE, OPC, відкритого формату M-Link Trace Mode 5 для зв'язку з будь-яким ПЗО.

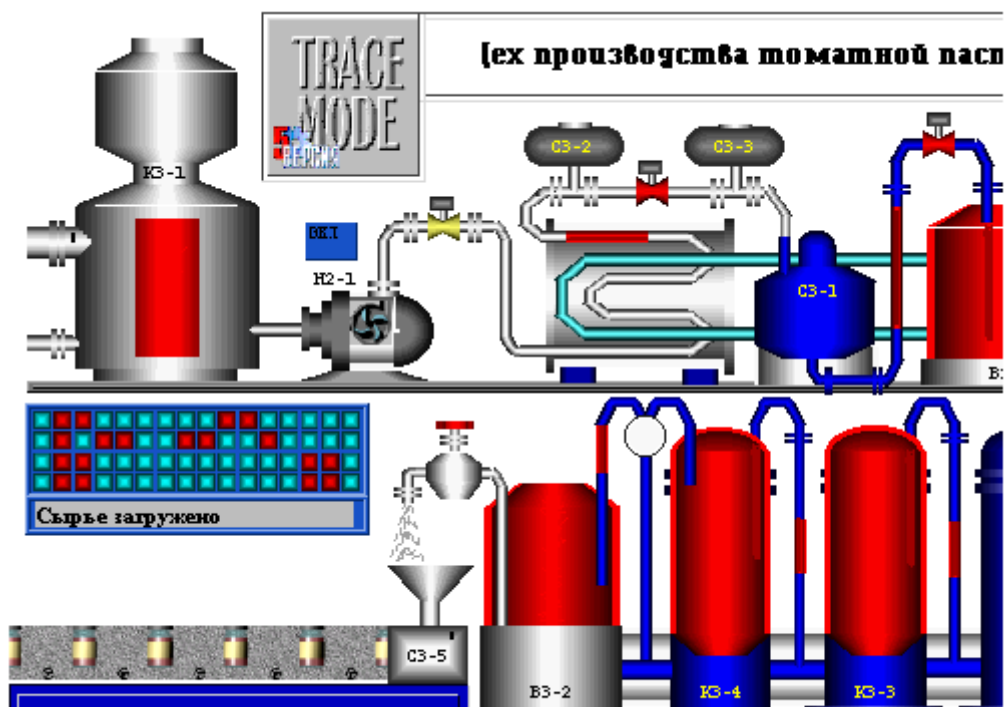


Рисунок 1.6– Приклад оформлення екрану оператора в системі Trace Mode 5

Інформація з диспетчерського рівня АСУТП передається в СУБД системи керування підприємством (MES - система). Trace Mode 5 підтримує великий набір інтерфейсів для зв'язку з офісними додатками: Excel, Access, Oracle, BaseStar, R/3, прикладними програмними комплексами російського виробництва фірм «Вітрило», «Галактика». Для цих цілей використовуються такі протоколи й інтерфейси: TCP/IP, IPX/SPX, NetBeui, DCOM, DDE/NetDDE, AdvencedDDE, OPC.



Підтримка системою ТРЕЙС МОУД великого числа стандартних протоколів обміну даними уможлиблює вільний перетік інформації між рівнями управління підприємством і створює умови для забезпечення його інформаційної прозорості (інформаційної інтегрованості систем управління).

Система керування технологічними процесами й устаткуванням (нижній рівень АСУТП) створюється на основі Мікро МРЧ. Ця програма розміщується в РС - контролері і здійснює збір даних з об'єкта, програмно-логічне керування технологічними процесами і регулювання параметрів по різноманітних законах (ПД, ПДД, ШІМ, позиційному, нечіткого регулювання і т.д.), а також ведення локальних архівів. За допомогою програми постійно контролюється працездатність ПЗО, мережних ліній. У випадку їхнього виходу з ладу система автоматично переходить на резервні засоби. Мікро МРЧ забезпечує автоматичне відновлення функціонування у випадку зависання процесора шляхом “м'якого рестарту” системи. За допомогою Мікро МРЧ можна створювати дубльовані або утроєні системи з гарячим резервуванням.

Основа диспетчерського керування (верхній рівень АСУТП) складають монітори реального часу (МРЧ). МРЧ Trace Mode 5 - це сервер реального часу, що здійснює прийом даних із контролерів, керування технологічними процесами, перерозподіл даних по локальній мережі, візуалізацію інформації, розрахунок ТЭП і статистичних залежностей, ведення архівів. У МРЧ умонтовані засоби настроювання тимчасових параметрів як системи в цілому, так і її окремих задач. Мінімальний час реакції МРЧ складає 0,001 с.

Існують спеціальні мережні монітори реального часу: NetLink МРЧ і NetLink Light, призначені для створення додаткових робочих місць операторів-технологів і диспетчерів.

Система ТРЕЙС МОУД надає засоби для розробки автоматизованих робочих місць керівника (адміністративний рівень АСУТП). На адміністративному рівні АСУТП використовуються модулі Supervisor, що подають керівнику інформацію про хід і ретроспективу технологічного процесу, статистичних і ТЕП підприємства.

Жодний диспетчерський комплекс не може обійтися без розвитку

системи архівації даних, що у Trace Mode 5 забезпечує безупинний запис значень усіх параметрів технологічного процесу з точністю до 0,001 с, автоматичне резервування і відновлення даних у локальних і глобальних архівах, ведення протоколу аварій і тривоги, зв'язок із БД (DDE/NetDDE, SQL/ODBS, OPC), генерування звітів про технологічний процес і публікацію даних у мережі Internet/Intranet. Крім перерахованих власних архівів Trace Mode 5 підтримує зберігання даних у стандартному часопису подій Windows NT.

Генерування звітної документації про хід технологічного процесу здійснює сервер документування, спроможний приймати дані від віддалених вузлів, опрацьовувати їх у відповідності зі «сценаріями» і генерувати на їхній основі звіти довільної форми. Готові звіти можуть бути записані у файл, виведені на друк, експортовані в будь-які СУБД або опубліковані в Internet. Дані про роботу підприємства можуть бути переглянуті через Internet за допомогою звичайного браузера.

Зведемо функціональні можливості розглянутих систем у таблицю 1.2 [27]. Як видно з таблиці, функціональні можливості варіанту №2 проекту набагато ширші, ніж варіанту №1. Однак при виборі варіанту треба враховувати особливості технологічного проекту, що автоматизується.

По-перше, він характеризується часом розвитку температурних процесів порядку кількох секунд.

По-друге, візуалізація процесу не вимагає відображення складних подій, тобто можна застосувати і растрову графіку.

По-третє, система контролю не є складною (досить одного основного комп'ютера оператора), тому немає необхідності утворювати складні мережні структури (наприклад, досить і мережі RS-485).

З усього цього можна зробити висновок, що для проектованої системи доцільно застосувати варіант хоча і з меншими функціональними можливостями, але більш дешевий, тобто на основі SCADA - системи Genie.

Таблиця 1.2 – Порівняння функціональних можливостей варіантів проекту

Характеристика	Варіант №1	Варіант №2
Інструментальні засоби	SCADA Genie	SCADA Trace Mode 5
Мінімальний час реакції системи, с	0,055	0,001
Апаратні засоби нижнього рівня	Модулі віддаленого введення/виведення	Промислові контролери
Спосіб розробки ПЗ	Візуальне програмування	Візуальне програмування
Обмеження по кількості алгоритмічних блоків	До 500	Немає
Вбудовані мови програмування	Basic Script	Техно-FBD, техно-IL, C++
Підтримка розподіленого управління	Є	Є
Забезпечення резервування	“Холодне”	“Гаряче” та “холодне”
Візуалізація ходу процесу управління	Растрова	Векторна
Підтримка локальної мережі	RS-485, Net DDE, CAN	RS-485, Net DDE, CAN, LON, MODBUS, Device Net, Ethernet
Доступ до Internet	Немає	Є
Засоби архівації	Локальні архіви	Локальні та глобальні архіви
Ведення журналу аварій	Так	Так
Формування звітів	Довільні, за сценарієм	Довільні, за сценарієм
Сигналізація про аварійні події	Анімаційна та звукова	Анімаційна та звукова

## 2 Розробка структурної схеми автоматизованої системи контролю

### 2.1 Визначення загальної конфігурації системи

На основі вимог технічного завдання, що розроблене у попередньому розділі, визначимо загальну конфігурацію системи контролю процесу після нагрівальної печі. Відобразимо цю конфігурацію у вигляді схеми, де будуть показані усі основні дані та процедури над ними, що мають виконуватися програмно-апаратними засобами проектованої системи (рисунок 2.1).

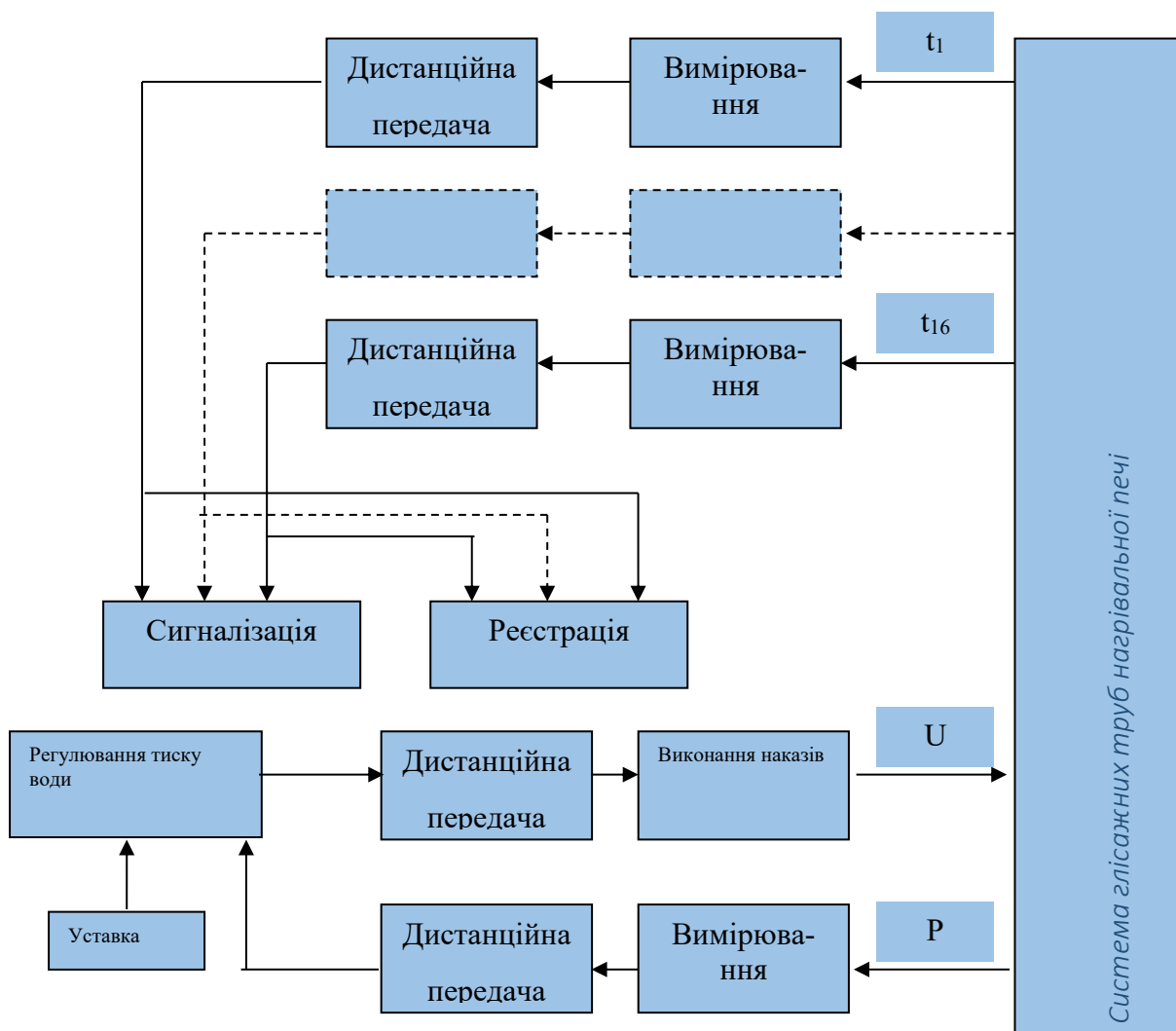


Рисунок 2.1 – Конфігурація проектованої система контролю

Основними функціями проектованої автоматизованої системи є відображення поточної температури охолоджуючої води  $t_1 \div t_{16}$  в глісажних трубах нагрівальної печі та регулювання вхідного тиску води  $P$  системи охолодження за

допомогою вентиля з електричним виконавчим механізмом, що встановлений в трубопроводі її подачі до глісажних труб.

Тому в схемі конфігурації системи контролю створюємо 17 незалежних контурів.

Контур температури води  $t_1$  в трубі №1 включає такі основні функції:

- вимірювання поточного значення температури  $t_1$ ;
- дистанційне передавання цифрового результату вимірювання до комп'ютера оператора;
- виконання контролю температури  $t_1$  шляхом порівняння поточного її значення з встановленими границями;
- сигналізація оператору про вихід температури  $t_1$  за встановлені границі контролю.

Контури для температур води  $t_2 .. t_{16}$  в трубах №2-16 будуються аналогічно.

Для регулювання вхідного тиску  $P$  води на вході системи охолодження передбачений відповідний контур регулювання. В ньому виконуються такі функції:

- вимірювання реального значення тиску води;
- дистанційне передавання реального значення тиску до регулятора;
- «ручне» формування оператором уставки для регулятора тиску;
- формування регулятором керуючого сигналу на виконавчий механізм контуру;
- дистанційне передавання цього сигналу на виконавчий механізм;
- відпрацювання цього наказу виконавчим механізмом;
- створення відповідного впливу на об'єкт управління через вентиль подачі води до глісажних труб печі;
- “ручне” управління з боку оператора вентилем подачі води до глісажних труб у разі аварійних ситуацій.

## 2.2 Розробка електричної структурної схеми системи

Згідно до визначеної вище загальної конфігурації системи виберемо необхідні для її реалізації апаратні засоби автоматизації.

Вибираємо засоби вимірювання для даної системи. Для цього складемо таблицю 2.1 усіх фізичних величин, що підлягають вимірюванню:

Таблиця 2.1 – Фізичні величини, що підлягають вимірюванню

Контур	Фізична величина	Діапазон вимірювання	Похиб.	Особливості використання
Вимір. t <sub>1</sub>	Температура t <sub>1</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>2</sub>	Температура t <sub>2</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>3</sub>	Температура t <sub>3</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>4</sub>	Температура t <sub>4</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>5</sub>	Температура t <sub>5</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>6</sub>	Температура t <sub>6</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>7</sub>	Температура t <sub>7</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>8</sub>	Температура t <sub>8</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>9</sub>	Температура t <sub>9</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>10</sub>	Температура t <sub>10</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>11</sub>	Температура t <sub>11</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>12</sub>	Температура t <sub>12</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>13</sub>	Температура t <sub>13</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>14</sub>	Температура t <sub>14</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>15</sub>	Температура t <sub>15</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Вимір. t <sub>16</sub>	Температура t <sub>16</sub>	від 0°С до 100°С	2%	контактне
Регулювання Р	Тиск Р	до 100 МПа	5%	контактне

Для вимірювання температури води в глісажних трубах вибираємо термоелектричний перетворювач ТПР 023 [28-31].

Термоелектричні перетворювачі ТПП/ТПР 023 використовуються для вимірювання температури хімічно неагресивних середовищ.

По метрологічним, експлуатаційним, габаритним параметрам та показникам надійності вони являються аналогами перетворювачів

термоелектричних ТПП-1888 / ТПР-1888, ТППТ 01.01 / ТПРТ 01.01, ТПП-0392 / ТПР-0392, ТПП 5 182 / ТПР 5 182, ТПП/1-0679-01 / ТПР/1-0679-01, ТПП 02 / ТПР 02, ТПП-1387 / ТПР-1387.

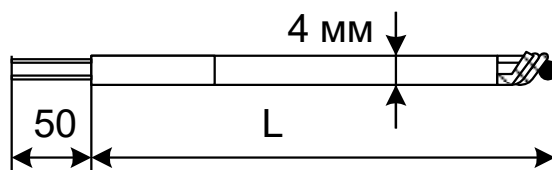


Рисунок 2.1 – Термоелектричний перетворювач ТПР 023

Робочий діапазон температур:

- ТПР 023 ..... від 0°C до плюс 130 °C;

Клас допуску:

- ТПР 023 ..... 1 чи 2;

Номінальна статична характеристика:

- ТПП (платина+10%родій - платина) ..... ПП(S);

- ТПР (платина+30%родій - платина+6%родій) ..... ПР(В).

Показник теплової інерції, не більше ..... 1 с.

Умовний тиск робочого середовища ..... 0,1 МПа.

Діаметр термоелектродів:

- додатній ..... 0,4 мм чи 0,5 мм;

- від'ємний ..... 0,5 мм.

Матеріал захисного чохла ..... 2-канальна корундова соломка.

Захищеність від дії пилу та води ..... IP00.

Для вибору виконавчих пристроїв (механізмів) проектованої системи необхідно спочатку визначити основні характеристики регулюючих органів. В даному випадку регулюючим органом є вентиль, що встановлений на трубопроводі подачі охолоджуючої води. В таблиці 2.2 приведені основні характеристики цього регулюючого органу.

З каталогу електричних виконавчих механізмів обираємо ті, що задовольняють вимогам, викладеним в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Основні характеристики регулюючого органу

Регулюючий орган	Контур	Необхідний Х.Р.О., %	Необхідний рух вхідного елемента вентиля	Момент опору вентиля, Н·м
Вентиль	Регулювання тиску пари	від 0 до 100	від 0° до 90°	15

По-перше, виконавчий механізм вентиля повинен бути однооборотним, тому обираємо виконавчий механізм типу МЕО виробництва ВАТ «ЗЕИМ» [32, 33]. Момент обертання, що створює цей механізм, більший за момент опору регулюючого органу.

Керування цим механізмом виконується за допомогою контактної реверсивного пускача типу ПБР – 2М [32], його спрощена схема підключення має наступний вигляд, наведений на рисунку 2.2.

Кожний з виконавчих механізмів типу МЕО оснащений датчиком положення вихідного важеля. Існують два типи датчиків: БСПІ-10 (з індуктивним переміщенням) і БСПР-10 (з реостатним).

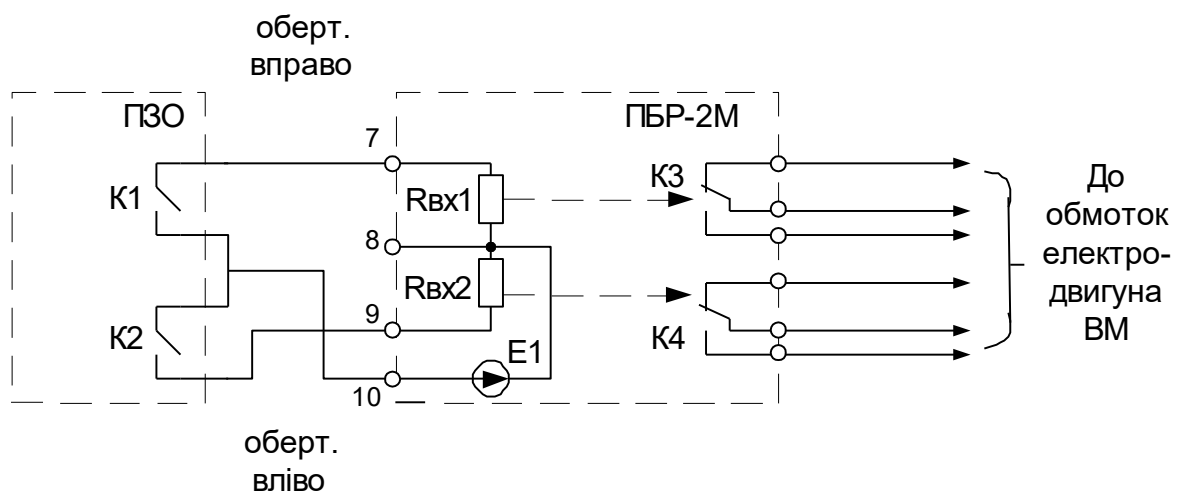


Рисунок 2.2 – Спрощена схема підключення контактної реверсивного пускача ПБР – 2М до пристрою управління



БСПШ-10:

- робочий кут повороту, град ..... 0...90, 0...225;
- вихідний сигнал постійної напруги, мВ ..... 625;
- нелінійні характеристики вх/вих., %.....2,5;
- живлення змінною напругою, В.....12,50.

БСПР-10:

- кут повороту, град ..... 0...90,0...240;
- повний опір реостату, Ом .....120;
- не лінійність, % менше .....1,2;
- живлення постійною напругою, В ..... менше 12.

Вибираємо варіант виконавчого пристрою з реостатним датчиком.

Для обслуговування термопар обираємо модуль аналогового введення ADAM-4011. Модулі ADAM-4011 [26] застосовуються для аналогового введення при підключенні однієї термопари.

Підсистема аналогового введення цього модуля має такі характеристики:

- ефективна роздільна здатність АЦП 16 розрядів;
- тип вхідного сигналу: сигнал з термопари, напруга (мВ, В), струм (мА);
- діапазони вхідного сигналу: плюс/мінус 15 мВ, плюс/мінус 50 мВ, плюс/мінус 100 мВ, плюс/мінус 500 мВ, плюс/мінус 1 В, плюс/мінус 2,5 В, плюс/мінус 20 мА;
- типи термопар і діапазони вимірювання температури представлені в таблиці 2.3;

Таблиця 2.3 – Типи термопар і діапазони вимірювання температури

Тип термопари	Діапазон температур, °С
J	від 0 до плюс 760
K	від 0 до плюс 1370
T	від мінус 100 до плюс 400
E	від 0 до плюс 1000
R	від плюс 500 до плюс 1750
S	від плюс 500 до плюс 1750
B	від плюс 500 до плюс 1800

- напруга ізоляції: ..... 3000 В постійного струму;
- захист по входу від викидів напруги: ..... €;
- частота вибірки: ..... 10 відліків в секунду;
- вхідний опір: ..... 2 МОм;
- смуга пропускання:..... 2.62 Гц;
- основна похибка вимірювання: плюс/мінус 0,05% при вимірюванні напруги;
- температурний коефіцієнт зсуву нуля: ..... плюс/мінус 3 мкВ/°С;
- температурний коефіцієнт зсуву шкали: плюс/мінус 25 PPM/°С;
- коефіцієнт ослаблення перешкоди загального вигляду на частоті 50/60 Гц: не менше 150 дБ;
- коефіцієнт ослаблення перешкоди нормального вигляду на частоті 50/60 Гц: не менше 100 дБ.

Для вимірювання вхідного тиску Р води у вхідному трубопроводі [34- 36] використаємо сучасний перетворювач тиску РС-28 фірми Aplisens [36], призначений для вимірювання розрідження, а також надлишкового та абсолютного тиску газу, пари або рідини.

Вимірювальним елементом перетворювача РС-28 є п'єзорезистивна кремнієва монолітна структура, вбудована в приймач тиску, який відділений від вимірювального середовища мембраною та заповнений спеціальною манометричною рідиною.

Електронна схема, що залита силіконовим компаундом, розміщена у корпусі із ступенем захисту с IP 65 по IP 67 в залежності від вибраного електричного з'єднання.

Технічні характеристики перетворювача тиску РС-28 такі:

- діапазону виміру від 2,5кПа до 100МПа;
- зона основної допустимої приведеної похибки:  $\pm 0,25\%$ ;
- додаткова похибка, через зміну температури навколишнього середовища: 0,2% / 10°С;
- діапазон робочих температур навколишнього середовища від 0 до 70°С;

- діапазон максимальних температур навколишнього середовища від плюс 40 до 80°C;
- діапазон температур середовища вимірювання мінус 40 плюс 200°C із використанням мембранного подільника, радіатора або імпульсної трубки;
- вихідний сигнал уніфікований струму 4-20мА (дводротова лінія);
- напруга живлення плюс 12-36В (постійного струму).

Для пускача виконавчого механізму вентиля вибираємо модуль виведення ADAM-4060, а для введення сигналів датчика тиску та датчика положення важеля вентиля - модуль аналогового введення ADAM-4017 [26].

Модуль релейного виведення ADAM-4060 має такі характеристики:

- 4 канали: два на переключення та два на замикання;
- характеристики контактних груп:
  - змінний струм: 125 В при 0.6 А; 250 В при 0.3 А;
  - постійний струм: 30 В при 2 А; 110 В при 0.6 А;
- напруга пробою: 500 В змінного струму (50/60 Гц);
- час включення реле (номінальний): 3 мс;
- час виключення реле (номінальний): 1 мс;
- загальний час переключення: 10 мс;
- напруга ізоляції: від 1000 МОм при 500 В постійного струму;
- вбудований сторожовий таймер.

Живлення:

- напруга живлення: від плюс 10 до плюс 30 В постійного струму (нерегульована);
- споживана потужність: 0.8 Вт.

Модуль аналогового введення ADAM-4017 має такі характеристики:

- роздільна здатність: 16 біт;
- канали: шість диференціальних, два уніполярні;
- типи входу: мВ, В, мА;

- вхідні діапазони: плюс/мінус 150 мВ, плюс/мінус 500 мВ, плюс/мінус 1 В, плюс/мінус 5 В, плюс/мінус 10 В та плюс/мінус 20 мА;
- напруга гальванічної розв'язки: 3000 В постійного струму;
- захист від перенапруги: витримує стрибки напруги до плюс/мінус 35 В;
- частота відліків: 10 відліків/сек.;
- вхідний імпеданс: 20 МОм;
- смуга пропускання: 13.1 Гц при 50 Гц; 15.72 Гц при 60 Гц;
- точність: плюс/мінус 0.1% або краще;
- дрейф нуля: плюс/мінус  $6 \cdot 10^{-6}$  В/°С;
- дрейф діапазону: плюс/мінус 25 ppm/°С;
- послаблення синфазного сигналу при 50/60 Гц: 92 дБ мінімум;
- вбудований сторожовий таймер.

#### Живлення:

- напруга живлення: від плюс 10 до плюс 30 В постійного струму (нерегульована);
- споживана потужність: 1,2 Вт.

У проектованій системі буде використовуватися також модуль ADAM-4520, що є перетворювачем інтерфейсу RS-232/RS-485 [26]. В тому випадку, якщо системний комп'ютер працює з інтерфейсом RS-485, то він може бути безпосередньо підключений до мережі. Проте, послідовні порти більшості обчислювальних систем промислового призначення побудовані на протоколі RS-232C.

Усі модулі працюють з комунікаційним стандартом RS-485, забезпечуючи зв'язок за допомогою команд в текстовому ASCII форматі. Кожному модулю відповідає свій власний набір команд, що включає приблизно десять команд. Кількість команд у модулів введення більше, оскільки туди додатково включені команди контролю. Всі види прийому і передачі модулями інформації виконуються в ASCII форматі, що означає можливість програмування модулів на будь-якій мові високого рівня.

З'єднання в мережу по інтерфейсу RS-485 забезпечує можливість зниження перешкод в сигналах датчиків, оскільки модулі можуть бути встановлені

максимально близько до об'єкту. У мережу з інтерфейсом RS-485 може бути включено до 256 модулів ADAM, що реалізується за допомогою повторювача ADAM RS-485, що дозволяє збільшити максимальну відстань передачі до 1200 метрів.

Підключення в мережу системного комп'ютера виконується через один з його COM - портів за допомогою інтерфейсного перетворювача ADAM RS-232/RS-485.

При використанні промислового комп'ютера типу "ноутбук" RMD-1150KM/F-8 виробництва фірми Advantech [26] застосування перетворювача інтерфейсу RS-232/RS-485 є необхідним, бо комп'ютер не працює з інтерфейсом RS-485, і не може бути безпосередньо підключений до мережі.

На основі визначеної загальної конфігурації системи та вибраних апаратних засобів її реалізації була розроблена електрична структурна схема автоматизованої системи контролю, яка наведена в додатку Б.

### 3 Розробка функціональної схеми автоматизації системи контролю

На основі технічного завдання на магістерську роботу та розробленої вище електричної структурної схеми системи контролю (див. додаток Б) була розроблена її функціональна схема автоматизації, що наведена у додатку В.

На схемі показані спрощені зображення основного технологічного обладнання системи охолодження промислової нагрівальної печі, а також усі апаратні та програмні засоби автоматизації, що реалізують систему контролю температури та регулювання тиску охолоджуючої води в глісажних трубах.

На функціональній схемі автоматизації зручно виділити три області розміщення приладів системи контролю:

- прилади, що встановлені на самому технологічному обладнанні нагрівальної печі (датчики, виконавчі механізми, регулюючі органи тощо);
- прилади, що встановлені по місцю, тобто біля обладнання нагрівальної печі у спеціальних шафах (модулі віддаленого введення та виведення сигналів типу ADAM);
- прилади, що встановлені в спеціальному приміщенні на пульті оператора (комп'ютер, перетворювач інтерфейсів, блоки живлення, програмні засоби контролю та регулювання).

Для вимірювання температури охолоджуючої води в глісажних трубах застосовуються 16 термоелектричних датчиків 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1, 9-1, 10-1, 11-1, 12-1, 13-1, 14-1, 15-1, 16-1, 17-1. Ці датчики розміщують в середині глісажних труб біля їх вихідного отвору. Кожний з термоелектричних датчиків оснащений вторинним перетворювачем (2-2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2, 9-2, 10-2, 11-2, 12-2, 13-2, 14-2, 15-2, 16-2, 17-2), який здійснює нормалізацію вихідного сигналу датчика, тобто перетворення вихідної ЕРС у уніфіковане значення напруги постійного струму в діапазоні від 0 до 1 В.

Для введення сигналів 16 термоелектричних датчиків до комп'ютерної частини системи контролю в схемі застосовані 16 модулів віддаленого введення аналогових сигналів типу ADAM-4011 (2-3, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3, 7-3, 8-3, 9-3, 10-3, 11-3, 12-3, 13-3, 14-3, 15-3, 16-3, 17-3), призначених для обробки та дистанційної

передачі сигналів термоелектричних вимірювальних перетворювачів. Усі модулі поєднані у мережу RS-485, яка на фізичному рівні утворена витою парою дротів у металевому екрані.

Модулі введення розміщуються у вентиляційній пилозахисній промисловій шафі фірми Schroff безпосередньо на виробничій ділянці.

Мережа RS-485 підключається до COM-порту (19) промислового комп'ютера (21) типу RMD-1150KM/F-8 виробництва фірми Advantech через перетворювач інтерфейсів ADAM-4520 (18).

В програмній частині системи контролю, що реалізована на промисловому комп'ютері в середовищі SCADA – системи Genie, утворені відповідні віртуальні засоби автоматизації для кожного з каналів вимірювання температур в топці Т1 – Т16: пристрої відображення результатів вимірювання температур на екрані монітору 2-4, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4, 7-4, 8-4, 9-4, 10-4, 11-4, 12-4, 13-4, 14-4, 15-4, 16-4, 17-4; пристрої реєстрації, контролю та сигналізації 2-5, 3-5, 4-5, 5-5, 6-5, 7-5, 8-5, 9-5, 10-5, 11-5, 12-5, 13-5, 14-5, 15-5, 16-5, 17-5.

Контур регулювання тиску охолоджуючої води у вихідному трубопроводі системи глісажних труб утворюється датчиком тиску 1-1 з перетворювачем 1-2, що нормалізує вихідний сигнал датчика, модулем введення аналогових сигналів 1-3, програмними пристроями вимірювання та регулювання тиску 1-4, 1-5, 1-6, 1-7, модулем виведення релейних сигналів 1-8, реверсивним пускачем 1-9, виконавчим механізмом 1-10, вентилям 1 та датчиком його положення 1-11.

Розглянемо тепер загальний устрій електричної частини проекрованої автоматизованої системи контролю.

Ця система утворюється кількома самостійними пристроями. До них відносяться:

- термоелектричні перетворювачі ТПР 023 (шістнадцять перетворювачів);
- модулі введення сигналів датчиків (шістнадцять модулів ADAM-4011, один модуль ADAM-4017);
- модуль виведення керуючого сигналу на виконавчий механізм вентиля;
- реверсивний пускач ПБР-2М з виконавчим механізмом типу МЕО;
- модуль перетворювача інтерфейсів ADAM-4520;

- промисловий комп'ютер типу RMD-1150KM/F-8.

Взаємодія усіх цих пристроїв передбачає певне електричне їх підключення один до одного. Тому в дипломному проекті розроблена електрична схема підключення усіх цих пристроїв автоматизованої системи контролю, яка наведена в додатку Г пояснювальної записки. На схемі у вигляді прямокутників показані усі пристрої, що утворюють проектовану систему контролю:

- ВК1...ВК16 - термоелектричні перетворювачі ТПР 023;
- А1...А16 - модулі ADAM - 4011 РАКТ 138.14.06.000 ТО;
- А17 - модуль ADAM - 4060 РАКТ 132.15.07.000 ТО;
- А18 - реверсивний тиристорний пускач ПБР-2М;
- А19 - модуль ADAM - 4017 РАКТ 130.05.05.000 ТО;
- А20 - виконавчий механізм МЕО-16;
- А21 - модуль ADAM - 4520 РАКТ 133.27.11.000 ТО;
- А22 - промисловий комп'ютер RMD-1150KM/F-8 РАКТ 234.12.00.000

ТО;

- А23 - джерело нестабілізованої напруги живлення 24 В.

З'єднувачі усіх цих пристроїв, через які здійснюється обмін сигналами, показані або за допомогою таблиць, або за допомогою умовних графічних позначень. При цьому позиційні позначення з'єднувачів співпадають з позиційними позначеннями, які введені для них на електричних принципових схемах цих пристроїв. Тому в межах схеми підключення зустрічаються однакові позиційні позначення з'єднувачів окремих пристроїв.



## 4 Проектування програмного забезпечення системи контролю

### 4.1 Розробка схеми даних

Перед тим, як приступати до розробки за допомогою SCADA-системи Genie програмного забезпечення автоматизованої системи контролю процесу після нагрівальної печі, необхідно обумовити основні процедури та їх послідовності для обробки даних, що буде виконувати це програмне забезпечення у проєктованій системі.

У додатку Д наведена розроблена схема даних системи контролю, яка показує джерела даних, їх місця розміщення у пам'яті промислового комп'ютера системи, а також процедури та результати обробки цих даних.

Згідно до цієї схеми початкові дані надходять до програми через послідовний порт COM1 з модулів введення системи, які взаємодіють з відповідними датчиками температури, тиску та стану вентиля. Ці дані являють собою певні пакети, що вимагає їх попередньої обробки: перетворення у масиви, визначення дійсних значень вимірюваних величин по їх вхідним кодам тощо.

Окремі дані передбачені не тільки для контролю, але і для архівації (наприклад, температура в кожній глісажній трубі). Виконується встановлена часова вибірка цих даних та їх зберігання у локальному архіві. При необхідності оператор через клавіатуру може сформулювати запит на огляд цього архіву у вигляді звіту на моніторі, або на виведення цього звіту на друк.

Основне призначення системи – контроль за температурними параметрами охолоджуючої води в глісажних трубах нагрівальної печі. Тому для температур в усіх точках вимірювання через клавіатуру встановлюються границі їх контролю (максимальна). Над отриманими даними виконується процедура перевірки на вихід за встановлені границі (наявність аварії). Будь-який факт аварії записується до файлу журналу аварій, який теж є локальним архівом. Крім запису до файлу кожна аварійна подія, що визначена системою, відображається на екрані монітору у вигляді технічної анімації, а також супроводжується виведенням на динаміки певних звукових файлів.

Оператор нагрівальної печі через клавіатуру може викликати журнал аварій для огляду на моніторі, а також вносити корективи до роботи програмного забезпечення (встановлювати нові границі контролю, корегувати стратегію контролю через модифікацію її функціональних блоків).

Крім процедур перевірки виходу параметрів за границі норм система може виконувати і інші функції: регулювання тиску води на виході охолоджуючої системи печі, розрахунки додаткових величин, статистичну обробку даних, підтримку зв'язку з системою керування верхнього рівня, пересилання даних до інших користувачів системи тощо.

Після виконання усіх описаних задач виконується новий запит даних з модулів введення системи і процес їх обробки повторюється.

#### 4.2 Розробка схеми програми

Схема програми проектованої системи повинна визначати послідовність виконання та взаємозв'язок обчислювальних та інших процедур програми, які необхідні для реалізації розробленої вище схеми даних.

На основі цього підходу і була розроблена схема програми, яка наведена в додатку Ж пояснювальної записки.

Програма починається з введення через порт COM1 інформації про поточну температуру та тиск води з модулів введення ADAM. Ця інформація аналізується на предмет перевірки виходу за границі контролю кожного з вимірюваних параметрів. Якщо границі контролю не порушені, то інформація про поточні значення параметрів виводяться на екран монітору оператора, де відтворюється графічний інтерфейс системи. Потім параметри зберігаються у файлі історичного архіву з відповідними часовими помітками. В подальшому цю інформацію можна буде переглянути за допомогою спеціальних програмних засобів, що вбудовані в систему Genie. Програма, уразі запиту з боку оператора, формує звіт за визначеним шаблоном про роботу системи за бажаний попередній період і виводить його або на екран монітору, або на друк.

Якщо в результаті аналізу вхідних даних виявлені випадки виходу деяких параметрів за встановлені границі контролю, то програма виводить цю аварійну інформацію на графічний інтерфейс системи для сповіщення оператора, а також дублює її через аудіо канал системи. Усі ці функції вбудовані в систему Genie.

Крім того, усі випадки порушення границь контролю записуються до файлу журналу аварій, де вказується суть аварійної події за встановленою формою, а також час її виникнення та прізвище чергового оператора.

При запиті з боку оператора, програма формує звіт за встановленим шаблоном про аварійні події в системі. Період, який охоплюється цим звітом, призначається оператором. Звіт виводиться або на екран монітору комп'ютера оператора, або на друк.

Програма може по наказу з боку оператора перейти в режим введення нових границь контролю параметрів системи.

Доступ до цього режиму захищений системою паролів, передбаченою в Genie. Виконується процедура регулювання тиску води у вихідному трубопроводі системи охолодження і при необхідності виводиться сигнал керування вентилем подачі води на вхід системи охолодження. При необхідності процес контролю зупиняється.

Тепер можна виконувати проектування програмного забезпечення.

#### 4.3 Проектування архітектури програмного забезпечення

Програмне забезпечення комп'ютера оператора нагрівальної печі побудоване на поширеному програмному забезпеченні Genie фірми Advantech версії 3.04.

Архітектура програмного забезпечення складатиметься з двох форм: це виконавча форма (форма задач) – яка відповідає за апаратний прийом даних ззовні, їх обробку, створення звітностей та передачу даних до графічної форми, та графічна форма (форма відображення) – в якій відбувається графічне представлення інформації оператору, а також через яку оператор має змогу змінювати визначенні параметри виконавчої форми.

Зв'язок між формами забезпечується як безпосередньо звертанням до виводів об'єктів, так і за допомогою віртуальних тегів – відповідальних за зв'язок об'єктів.

На рисунку 4.1 наведена архітектура програмного забезпечення проектованої системи контролю.

Форма задач буде містити тільки одну задачу "TASK1" – задача, пов'язана з передаванням інформації від датчиків про поточну температуру охолоджуючої води на екранну форму відображення та регулювання тиску у вихідному трубопроводі системи охолодження.

Графічний інтерфейс створюємо у вигляді двох екранів: "DISP1" – основний екран із засобами сигналізації поточної температури води в глісажних трубах, "DISP2" – екран для відображення стану вентиля на вхідному трубопроводі, а також віртуальні засоби для зміни його положення оператором "вручну" (відкривання та закривання).

При виконанні програмного забезпечення, що містить безліч елементів і форм відображення, елементів управління і задач, у виконавчому середовищі GENIE використовуються функціональні можливості операційної системи Windows, що забезпечує роботу в режимі виконання багатьох задач. Виконавче середовище дозволяє виконувати ПЗ в режимі реального часу, в процесі чого здійснюється збір і обробка даних, збереження даних на диску, огляд накопичених даних і різні операції над даними з використанням стандартних функцій GENIE, а також функцій, реалізованих користувачем.

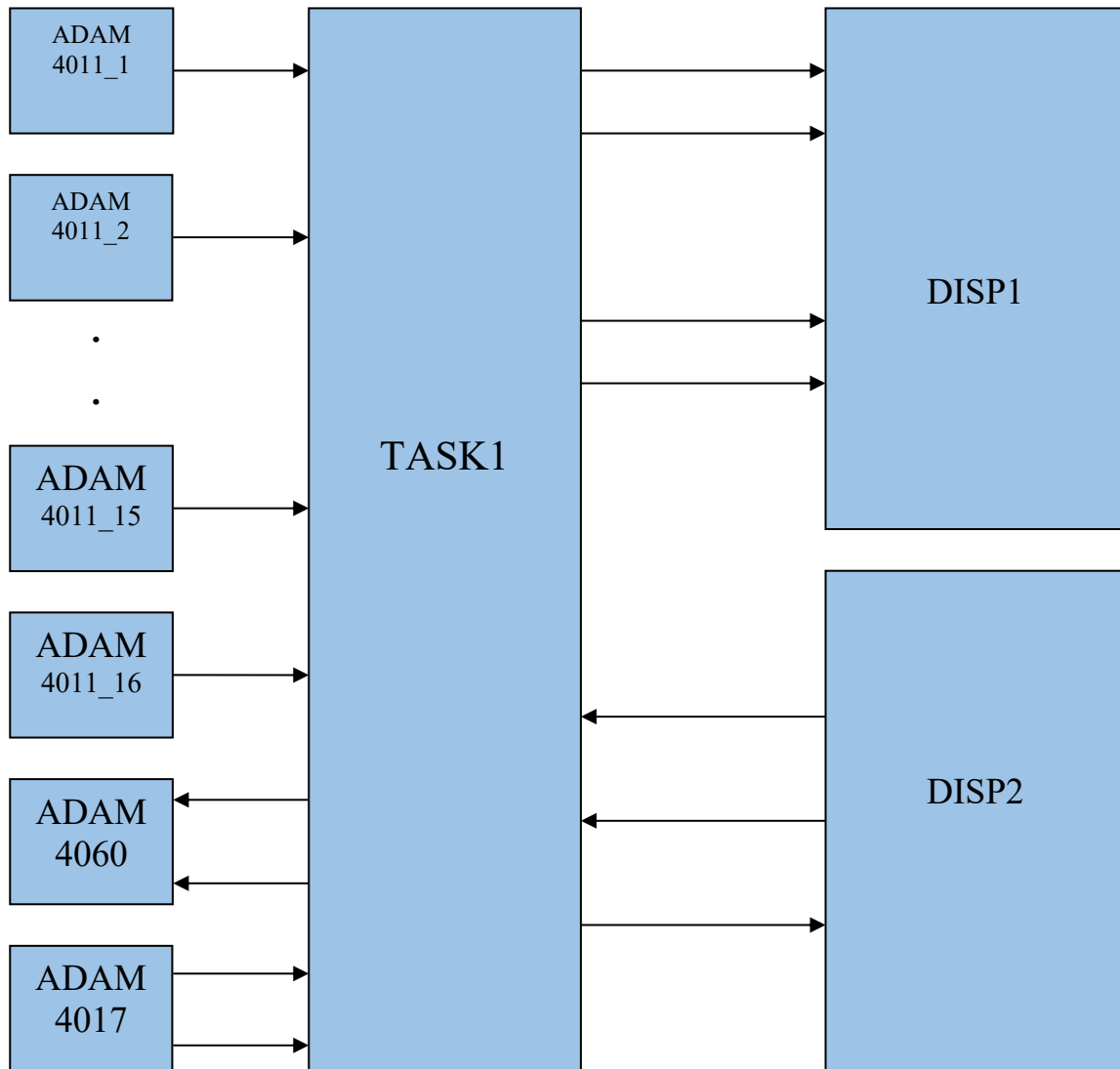


Рисунок 4.1 – Архітектура програмного забезпечення системи контролю

Виконавче середовище GENIE забезпечує можливість одночасного виконання управляючих алгоритмів, закладених в ПЗ, відображення інформації на екрані монітора в зручній для сприйняття формі, побудови графіків контрольованих параметрів, накопичення інформації про контрольований об'єкт і взаємодії з декількома драйверами пристроїв введення/ виведення.

#### 4.4 Проектування програмних модулів

Перелічимо та опишемо роботу модулів, які утворюють програмну частину системи контролю.. На рисунку 4.2 наведена програма “TASK1”.

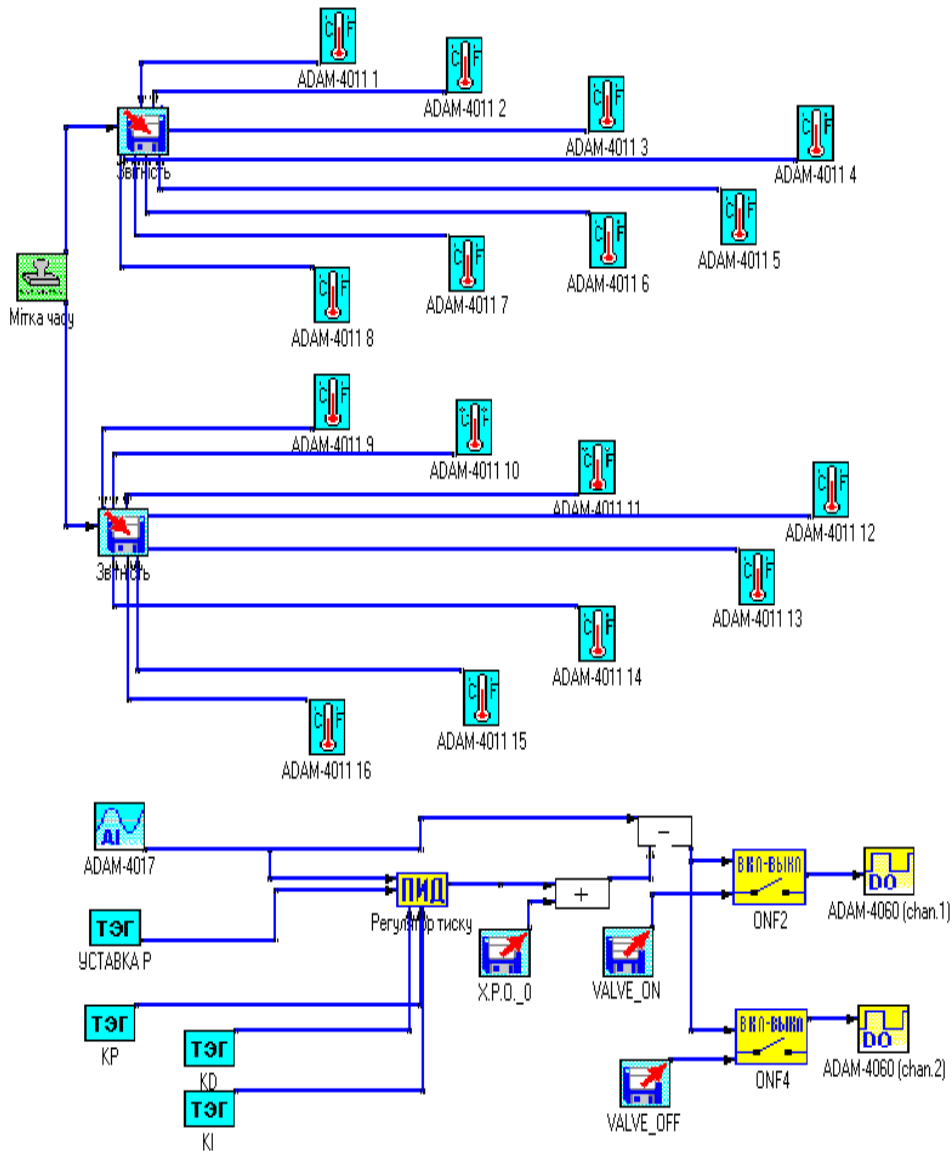


Рисунок 4.2 – Задача “TASK1” у вікні редактора Genie

Блок аналогового введення (AI). Даний функціональний блок призначений для прийому інформації від пристроїв, що мають підсистему введення аналогових сигналів, і передачі вказаних сигналів іншим функціональним блокам і елементам відображення. Подвійне клацання лівою клавiшею миші на піктограмі AI блоку аналогового введення приводить до появи діалогової панелі настройки параметрів блоку. На рисунку 4.3 представлено вікно настройки блоку для випадку конкретного проекту.

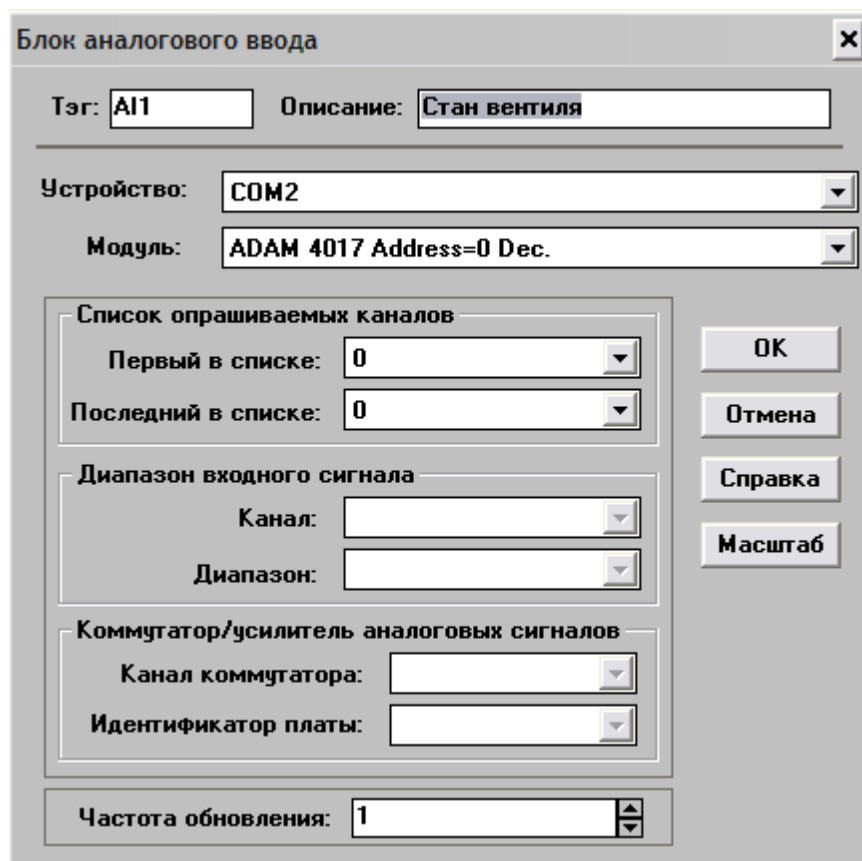


Рисунок 4.3 – Вікно настройки блока аналогового введення

Поле «Пристрій». Клацання лівою клавiшею миші при приміщенні курсору на кнопку із зображенням стрілки, розташовану праворуч від поля Пристрій, приведе до появи списку всіх пристроїв з підсистемою аналогового введення, драйвери і екземпляри яких встановлені в системі. Після вибору пристрою, його назва відобразатиметься в полі Пристрій. Якщо як пристрій вибраний апаратний засіб, обмін з яким здійснюється по послідовному каналу зв'язку через порт COMx, (наприклад модуль серії ADAM-5000 або ADAM-4000), тип подібного пристрою буде відображений в полі Модуль діалогової панелі. При виборі одного з пристроїв з послідовним доступом слід переконатися у тому, що його адреса не співпадає з адресами інших пристроїв, перерахованих в списку модулів, який розкривається при натисненні лівої клавiшею миші на кнопці із зображенням стрілки, розташованої праворуч від поля "Модуль".

В даному випадку пристрій – COM2, модуль – ADAM-4017. Блок призначений для обробки та передачі інформації про температуру термопар.

Група параметрів каналів. Після вибору пристрою або модуля аналогового введення слід встановити параметри каналів, інформація від яких поступатиме в блок аналогового введення. Кількість апаратних каналів, інформація від яких може бути прийнята блоком аналогового введення, може складати від 1 до 16. Наприклад, якщо був би вибраний модуль ADAM-5018, то буде можливість одночасного опиту його семи каналів за допомогою одного блоку аналогового введення.

Поле «Список опитуваних каналів - Перший в списку». Дане поле повинне містити номер каналу, який буде опитуватися першим при виклику блоку аналогового введення. Значення, встановлюване в даному полі, може бути в діапазоні від 0 до максимальної кількості каналів, підключених до блоку.

Поле «Список опитуваних каналів - Останній в списку». Дане поле повинне містити номер каналу, який опитуватиметься останнім при виклику блоку аналогового введення. Значення, встановлюване в даному полі, може бути більше або рівно значенню, встановленому в полі «Перший в списку».

Група діапазон вхідного сигналу. Поля даної групи параметрів (Канал і діапазон) дозволяють встановити для кожного каналу діапазон вхідного сигналу, що подається на канал, і одержуваного на виході функціонального блоку.

Група «Комутатор/Підсилювач аналогових сигналів». Дана група дозволяє описати параметри додаткової платні комутатора/підсилювача аналогових сигналів, підключеної до одного з каналів основної платні введення аналогових сигналів.

Поле «Частота оновлення». Значення в даному полі є дільником, який дозволяє викликати блок аналогового введення і сканувати відповідні йому канали пристрою аналогового введення рідше, ніж викликається вся задача, в яку входить даний функціональний блок. Наприклад, нехай задача викликається (сканується) один раз в 50 мс. для того, щоб блок аналогового введення, що входить в дану задачу, викликався один раз в 250 мс, слід встановити в полі «Частота оновлення значення» 5. В цьому випадку значення на виході блоку аналогового введення обновлятиметься через кожні п'ять викликів задачі, що





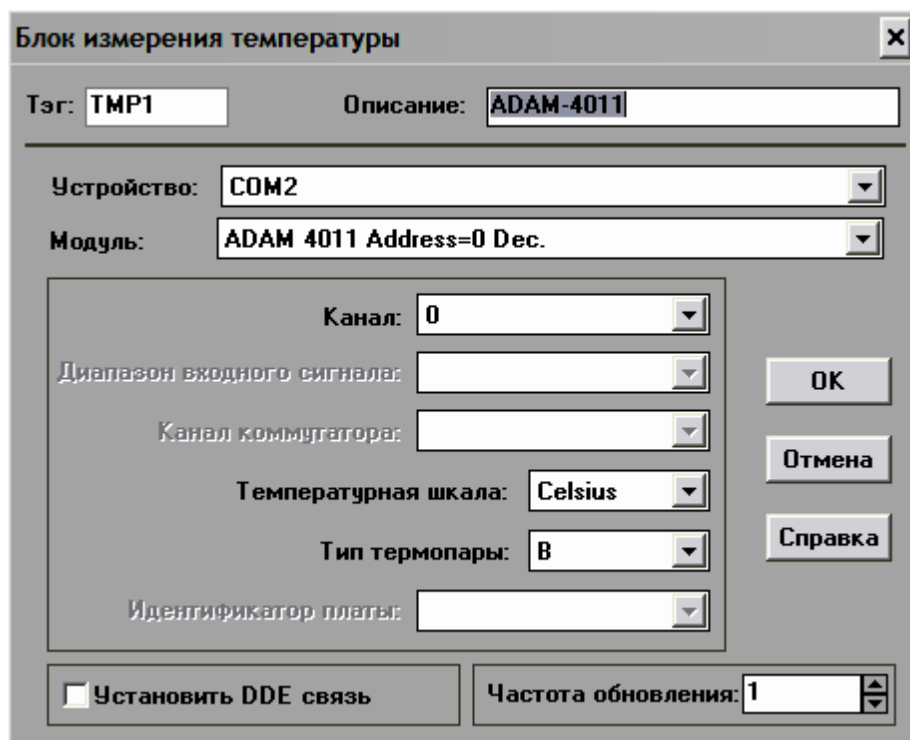


Рисунок 4.5 – Диалоговая панель настройки параметров блока измерения температуры

Аналоговый сигнал, що поступає на вхід блоку вимірювання температури від пристрою, перетвориться в лінеарізоване значення температури, вираженої в заздалегідь заданих одиницях. Підтримуються термопари типів J (Залізо/Мідь-Нікель), K (Хромель/Алюмель), S (Платина-10%-Родій/Платина), T (Мідь/Константан), B (Платина-30%/Родій-Платина-6%/Родій), R (Платина-13%-Родій/Платина), E (Хромель/Константан).

Поле «Пристрій». Клацання лівою клавiшею миші на кнопці із зображенням стрілки, розташованої праворуч від поля Пристрій, приведе до появи списку всіх пристроїв з підсистемою аналогового введення сигналів термопар, драйвери і екземпляри яких встановлені в системі. Після вибору пристрою, його назва відобразиться в полі «Пристрій». Якщо як пристрій вибраний апаратний засіб, обмін з яким здійснюється по послідовному каналу зв'язку через порт COMx, (наприклад модуль серії ADAM-5000 або ADAM-4000), тип модуля буде відображений в полі «Модуль» діалогової панелі. При виборі одного з пристроїв з послідовним доступом слід переконатися у тому, що його адреса не співпадає з адресами інших пристроїв, перерахованих в списку модулів, який розкривається при натисненні лівої клавiші миші на кнопці із зображенням

стрілки, розташованої праворуч від поля «Модуль». В даному проекті в усіх блоках вимірювання температури пристрій – COM2, модуль – ADAM-4011.

Перемикач «Встановити DDE зв'язок». Блок вимірювання температури забезпечує можливість передачі даних іншим додаткам за допомогою механізму динамічного обміну даними (DDE).

Поле «Діапазон вхідного сигналу» дозволяє встановити для каналу діапазон вхідного сигналу, що подається на канал.

Поле «Температурна шкала» дозволяє вибрати тип терморпарі і відповідну лінеаризаційну характеристику. Обираємо тип терморпарі «В» та шкалу за Цельсієм.

Поля «Канал комутатор/Ідентифікатор плати». Дані поля дозволяють описати параметри додаткової плати комутатора/підсилювача аналогових сигналів, підключеної до одного з каналів основної плати введення аналогових сигналів.

Поле «Частота оновлення». Значення в даному полі є дільником, який дозволяє викликати блок вимірювання температури і опитувати відповідний йому канал пристрою аналогового введення рідше, ніж викликається вся задача, в яку входить даний функціональний блок. Наприклад, хай задача викликається (сканується) один раз в 50 мс. для того, щоб блок, що входить в дану задачу, викликався один раз в 250 мс, слід встановити в полі Частота оновлення значення 5. В цьому випадку значення на виході блоку аналогового введення обновлятиметься через кожні п'ять викликів задачі, що містить блок.

Значення, встановлюване в даному полі, може бути в діапазоні від 1 до 32767. Обираємо значення 1.

Вхідний зв'язок: При спробі приєднання провідника від іншого функціонального блоку на екран монітора буде виведене повідомлення GENIE “Вхід недоступний”.

Вихідний зв'язок: Блок виводить зміряне і лінеаризоване значення температури відповідно до вибраного типу терморпарі і у вибраних одиницях температурної шкали.

Блок архівації даних призначений для запису в файл інформації, що поступає на його входи (до восьми входів) від інших функціональних блоків стратегії. Інформація, що зберігається в файлі та представляється в форматі ASCII, може бути розміщена у вісім стовпчиків.

Підтримуються наступні формати збереження даних: ASCII, двійковий з плаваючою точкою (4 байти), двійковий символний (1 байт), двійковий цілий (2 байти), двійковий цілий подвійної точності (4 байти).

Метод оновлення обирається у відповідному полі діалогової панелі (рисунок 4.6) та дозволяє додавати дані після останнього запису (Append) чи переписувати вміст файлу (Overwrite). Обираємо «Append». Роздільник між стовпчиками даних може бути обраний у відповідному полі діалогової панелі.

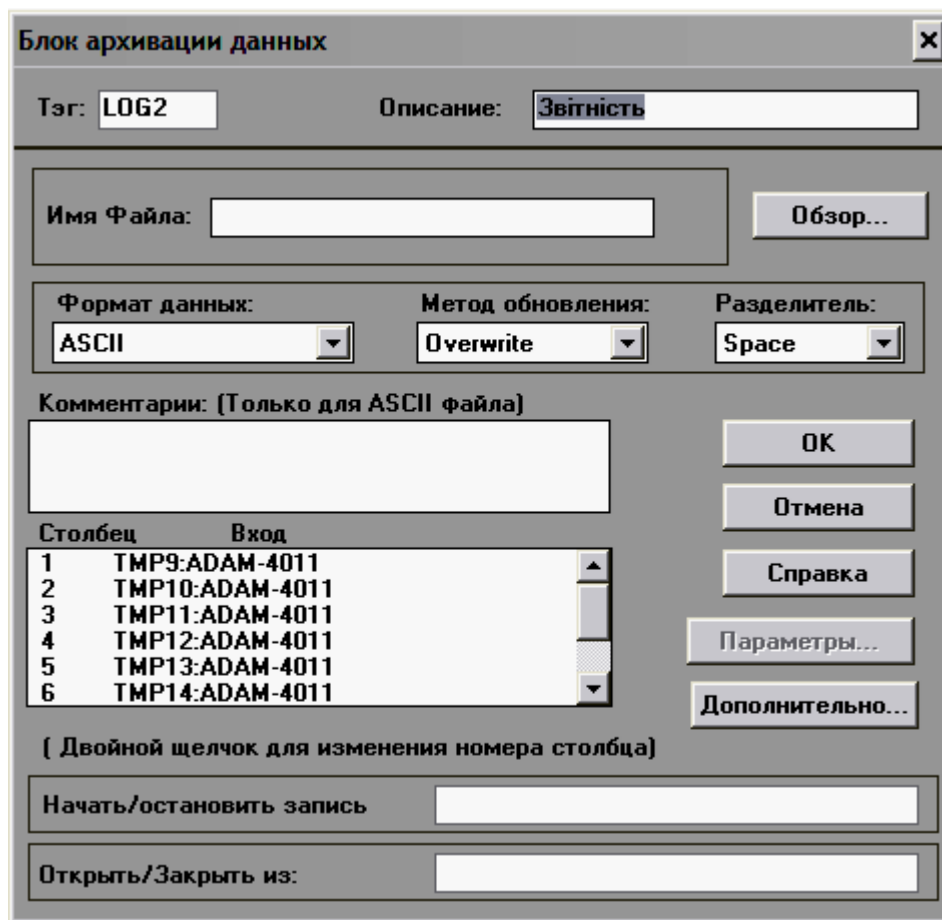


Рисунок 4.6 – Діалогова панель настройки параметров блока архивации данных

Поле «Почати/зупинити запис» діалогової панелі настройки параметрів блока відповідає його входу «ВКЛ/ВИКЛ Реєстрації даних», що призначений для управління процесом запису даних в файл. Ненульове значення на даному вході дозволяє запис, тоді як нульове забороняє.

Поле «Закрити/відкрити із» діалогової панелі настройки параметрів блока відповідає його входу «Відкрити/закрити управління», що призначений для управління процесом відкриття/закриття файлу архіву.

Блок «Мітка часу (TS)». Даний блок має єдиний вихід, під'єднання якого до елемента відображення або блоку архівації даних дозволяє отримати значення системного часу в вигляді строки символів. Діалогова панель настройки параметрів блоку мітки часу представлена на рисунок 4.7. Як видно з рисунку, можливий вибір формату представлення часу.

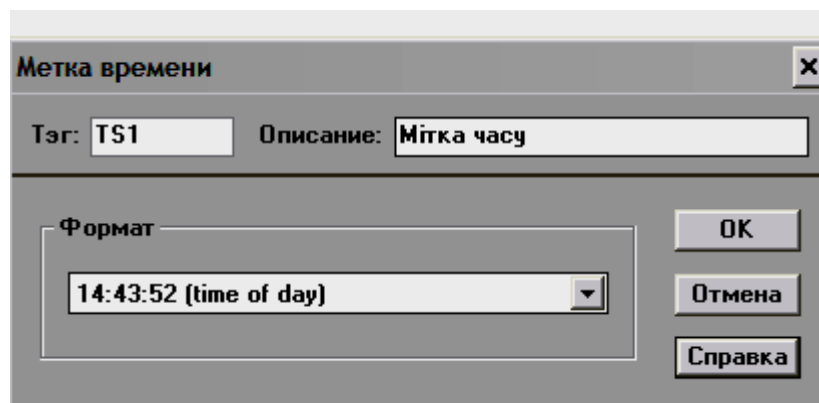


Рисунок 4.7 - Діалогова панель настройки параметрів блоку мітки часу

Блок аналогового виведення (АО) призначений для передачі інформації, отриманої від інших функціональних блоків, пристроям, що мають підсистему вводу аналогових сигналів. Діалогова панель настройки параметрів блоку аналогового виведення представлена на рисунок 4.8.

В полі «Пристрій» в нашому випадку обраний пристрій COM2, модуль – ADAM-4060. Блок призначений для передачі сигналів керування станом вентиля на виконавчий механізм. Діапазон сигналу від 0 до 10 В постійного струму.

В полі «Частота оновлення» обираємо значення 1. Призначення поля таке ж саме, як і в перелічених вище блоків.

Блок «ТЕГ». Даний блок призначений для встановлення зв'язку між елементами управління (в нашому випадку – Регулятором стану вентиля) та функціональними блоками (в нашому випадку – блоком аналогового виведення).

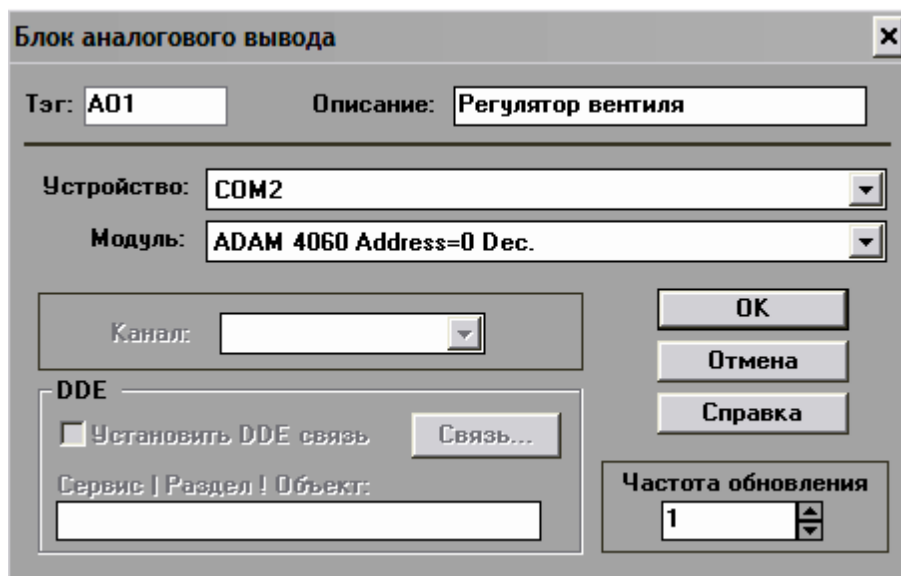


Рисунок 4.8 – Діалогова панель настройки параметрів блоку аналогового виведення

Панель настройки блоку «ТЕГ» представлена на рисунку 4.9.

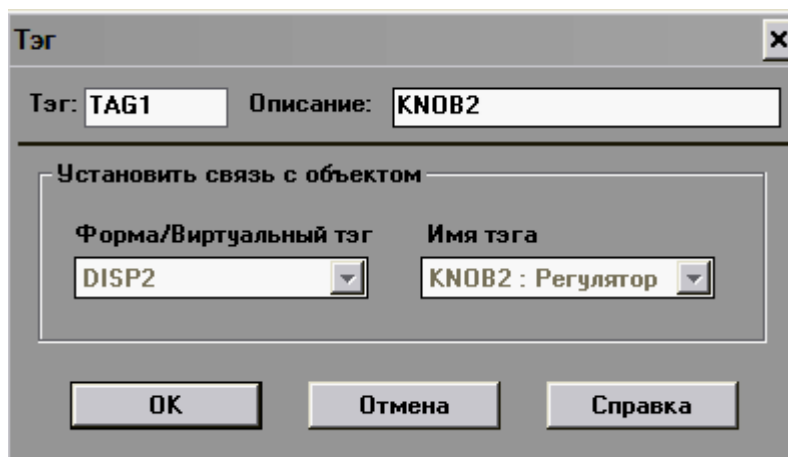


Рисунок 4.9 – Діалогова панель настройки параметрів блоку «ТЕГ»

## 4.5 Проектування програмного забезпечення графічного інтерфейсу оператора

Проектування програмного забезпечення графічного інтерфейсу оператора виконаємо в Редакторі форм відображення Genie.

Даний редактор призначений для створення графічних мнемосхем автоматизованих робочих місць оператора, що забезпечують уявлення інформації про контрольований технологічний процес в зручній для сприйняття формі. Крім того, Редактор форм відображення забезпечує можливість використання растрових зображень, створюваних користувачем, як фонові малюнки екранних форм. Екранні форми дозволяють оператору стежити за ходом контрольованого процесу і здійснювати управління його параметрами в процесі виконання стратегії, створеної в Редакторі задач.

Як було сказано раніше, графічний інтерфейс оператора складається з двох екранів – “DISP1” та “DISP2”.

На “DISP1” відображається поточна температура кожної з шістнадцяти термопар. Відображення здійснене за допомогою елемента відображення «Лінійний індикатор». Діалогова панель настройки параметрів елемента відображення показана на рисунку 4.10.

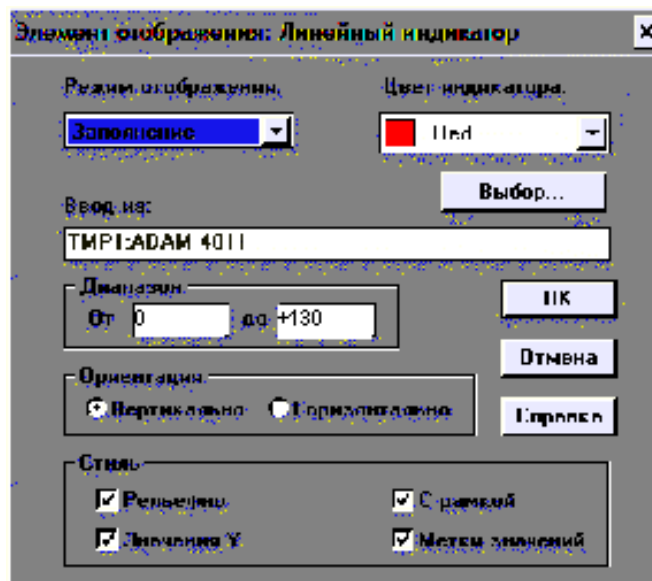


Рисунок 4.10 – Діалогова панель настройки параметрів елемента відображення «Лінійний індикатор»

Як видно з рисунку, кожний елемент відображення зв'язаний з відповідним блоком вимірювання температури. Діапазон шкали – від 0°C до +130 °C обумовлений особливостями технологічного процесу, описаного в ТЗ.

На екрані “DISP1” передбачена кнопка «Регулювання вентиля» для переключення на екран “DISP2”. Вигляд екрану “DISP1” представлений в додатку К.

На екрані “DISP2” відображається поточний стан вентиля на вхідному трубопроводі за допомогою елемента відображення «Стрілковий індикатор». Діалогова панель настройки параметрів елемента відображення показана на рисунку 4.11. Даний елемент відображення зв'язаний з блоком аналогового введення.



Рисунок 4.11 – Діалогова панель настройки параметрів елементів відображення «Стрілковий індикатор»

Також на екрані “DISP2” передбачене управління станом вентиля за допомогою елемента відображення «Аналоговий регулятор». Діалогова панель



настройки параметрів елемента відображення показана на рисунку 4.12. Даний елемент відображення зв'язаний з тегом в Редакторі задач, що під'єднаний до блоку аналогового виведення ADAM-4060.

На екрані “DISP2” передбачена кнопка «Екран відображення температури» для переключення на екран “DISP1”.

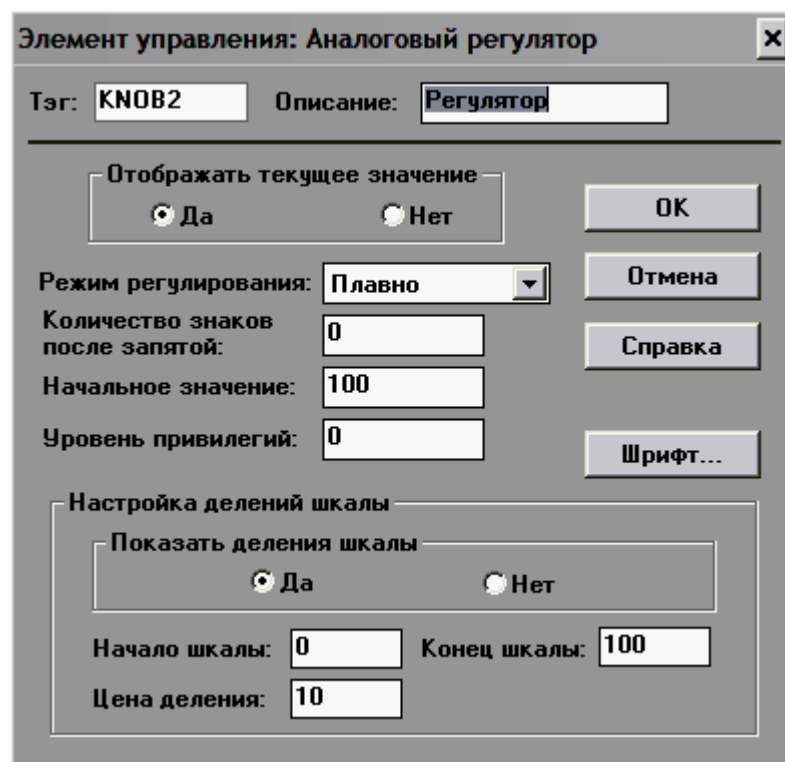


Рисунок 4.12 – Діалогова панель настройки параметрів елемента відображення «Аналоговий регулятор»

#### 4.6 Проектування програмного забезпечення формування звітності

Формування звітності в даному проекті реалізовано за допомогою алгоритмічних блоків «Блок архівації даних» та «Мітка часу». Детальний опис цих блоків приведений в підрозділі 4.4. В результаті роботи блоків під час кожного оновлення системи в файли tmp1.log і tmp2.log записуються значення температури термопар та поточний час. Запис здійснюється в форматі ASCII.

Для створення програмного забезпечення формування звітності

використовуємо редактор звітів, який можна викликати з підпункту “Звіт” меню “Налагодження”. Екран редактора має наступний вигляд (рисунок 4.13).

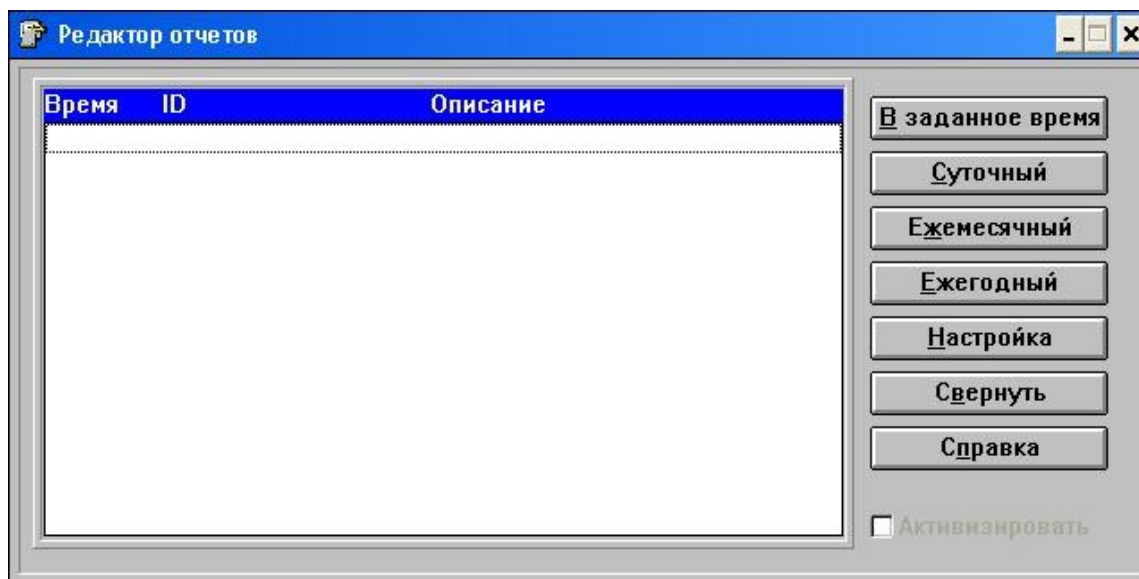


Рисунок 4.13 – Панель редактора звітів

В редакторі вибирається тип звіту (в заданий час, добовий, місячний, річний). В пункті налагодження вибирається каталог, де буде розміщуватись звіт та термін його зберігання. Для нашої системи достатньо добового звіту, в якому буде зберігатися поточні, максимальні, мінімальні та середні значення температур в топці за добу. В пункт “Статус друкування” встановимо “Викл.”. Таблиця звіту підтримує таблиці Excel і має спеціальні значення. Значення, які використовуються даному звіту наведено в таблиці 4.1. Звіт формується на основі даних з 00.00 до 24.00 після закінчення доби, а саме в 24.00.

Таблиця 4.1 – Спеціальні значення комірок таблиці Excel

Символ	Формат	Опис	Приклад
&	H	Рядок символу Заголовка Повідомлення	&HCentral Air Report
\$	MAX	Максимальна величина певного TAG за період звіту	\$MAX(@TASK1#AI1[01])
\$	MIN	Мінімальне значення TAG за період звіту	\$MIN(@TASK1#AI1[01])
\$	DATE	Поточна дата	\$DATE
\$	TIME	Поточний час	\$TIME

## 5 Охорона праці

Особливості організації охорони праці на підприємстві відіграють важливу роль. Простоти та зниження ефективності праці, викликані аваріями, нещасними випадками на виробництві, професійними захворюваннями, не тільки уповільнюють виробничі процеси, але і стають причиною високих виробничих витрат для підприємства.

Крім того, ці явища значною мірою негативно впливають на безпеку виробництва, якість продукції та відношення до роботи працюючих.

З огляду на це, питання вдосконалення охорони праці на підприємстві має не тільки соціальне, але і безпосередньо економічне значення та є досить актуальним для сучасного розвитку підприємств України.

Проектування автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі відбувалася в приміщенні, яке обладнане комп'ютеризованими робочими місцями.

На працівника, згідно [37], могли мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Фізичні:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- недостатня освітленість робочої зони.

Психофізіологічні: розумове перевантаження; перенапруга аналізаторів; статичне перевантаження.

Відповідно до визначених факторів розробляємо рішення щодо безпечного виконання роботи під час проектування автоматизованої системи контролю охолодження деталей промислової нагрівальної печі.

## 5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

### 5.1.1 Обладнання робочого місця

Робоче місце проектувальника автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі обладнане великою кількістю технічних пристроїв. Це перш за все персональний комп'ютер, принтер, сканер, ксерокс, і різноманітні засоби телефонного зв'язку.

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ПК, до організації і обладнання робочих місць наведені в [38, 39].

Організація робочого місця проектувальника забезпечує відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам, характеру та особливостями трудової діяльності.

При розміщенні робочих місць з ЕОМ було дотримано таких вимог:

- відстань між бічними поверхнями ЕОМ не менша за 1,2 метра;
- відстань між тильною поверхнею однієї ЕОМ та екраном іншої не менша 2,5 метра;
- прохід між рядами робочих місць не менший 1 м. Вимоги цього пункту щодо відстані між бічними поверхнями ЕОМ та відстані між тильною поверхнею однієї ЕОМ та екраном іншого враховуються також при розміщенні робочих місць з ЕОМ в суміжних приміщеннях, з урахуванням особливостей стін та перегородок.

Організація робочого місця, яке передбачає використання ЕОМ для управління технологічним обладнанням повинна передбачати:

- достатній простір для працівника;
- вільну досяжність органів ручного управління в зоні моніторного поля: відстань по висоті – 900-1330 мм, по глибині – 400-500 мм;
- розташування екрану ПК в робочій зоні, яке забезпечувало б зручність зорового спостереження, а також зручність використання ЕОМ під час коригування керуючих програм одночасно з використання основних виробничих операцій;

- можливість повертання екрана ЕОМ навколо горизонтальної та вертикальної осі.

Конструкція робочого місця проектувальника (при роботі сидячи) забезпечує підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками:

- ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг;
- стегна – в горизонтальній площині;
- передпліччя – вертикально;
- лікті – під кутом 70-90 градусів до вертикальної площини;
- зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20 градусів відносно горизонтальної площини;
- нахил голови - 20 градусів відносно вертикальної площини.

Розміщення принтера на робочому місці забезпечує добру видимість екрану ЕОМ, зручність ручного керування пристроєм введення-виведення інформації в зоні досяжності моторного поля: по висоті 900-1300 мм, по глибині 400-500 мм.

Висота робочої поверхні столу для ЕОМ має бути в межах 680-800 мм, а ширина – забезпечувати можливість виконання операцій в зоні досяжності моторного поля. Рекомендовані розміри столу: висота – 725 мм, ширина – 600-1400мм, глибина – 800-1000 мм.

При приміщеннях з ВДТ мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження слід передбачити встановлення пристроїв для приготування й роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою.

Щодо вимог до режимів праці і відпочинку при роботі з ВДТ то під час роботи з ВДТ для збереження здоров'я працівників, запобігання профзахворюванням і підтримки працездатності встановлюються внутрішньо змінні регламентовані перерви для відпочинку.

У випадках, коли виробничі обставини не дозволяють застосовувати регламентовані перерви, тривалість безперервної роботи з ВДТ не повинна

перевищувати 4 годин. Усю будівлю, в тому числі і досліджуване приміщення, електрифіковано згідно з усіма відповідними нормами.

Вимоги електробезпеки і пожежної безпеки у приміщеннях, де встановлені ВДТ ЕОМ і ПЕОМ, відображені у [39]: ЕОМ і все устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження роботи їх, електропроводи і кабелі мають відповідати електробезпеці зони за ПВЕ та мати апаратуру захисту від струму короткого замикання.

Лінії електромережі ПК, у приміщенні, де відбувалася проектування автоматизованої системи контролю охолодження деталей промислової нагрівальної печі виконані як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників (заземлення або занулення), причому площі перерізу нульового робочого і нульового захисного провідника повинні не менші за площу перерізу фазового провідника.

Заборонено під'єднувати обладнання до звичайної двопровідної електричної мережі, зокрема з використанням перехідних пристроїв. Електромережі штепсельних з'єднань та електричних розеток виконані за магістральною схемою, по 3-6 в одному колі

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Показниками, що характеризують мікроклімат, є: температура повітря (°C), відносна вологість повітря (%), швидкість руху повітря (м/сек.), інтенсивність теплового випромінювання (Вт/м<sup>2</sup>).

Робота проектувальника автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі за енерговитратами відноситься до категорії 1а [40]. Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1а згідно [41] наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення встановлених норм мікрокліматичних параметрів і чистоти повітря застосовують вентиляцію. Загально обмінна вентиляція використовується для забезпечення в приміщеннях відповідного мікроклімату; місцеві вентилятори – для охолодження ЕОМ і допоміжних пристроїв. У холодну пору року передбачається система опалення. Для опалення приміщення використовується водяна система центрального опалення.

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

В приміщенні, де здійснюється проектування автоматизованої системи контролю охолодження деталей промислової нагрівальної печі, можливими забруднювачами повітря може бути офісна техніка та пил, який потрапляє ззовні.

Загазованість – це наявність різноманітних газів у повітрі робочої зони, які, потрапляючи в організм людини через органи дихання, шкіряний покрив, шлунково-кишковий тракт, можуть спричинити отруєння й враження органів і

систем життєзабезпечення. У зв'язку з цим сучасні методи виявлення отруйних речовин у повітрі й захист від них мають велике значення для забезпечення сприятливих умов для роботи. Для цього відбирають проби повітря на основних робочих місцях. За результатами аналізу взятих проб повітря судять про ступені шкідливості повітряного середовища.

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	максимально разова	середньо добова	
Фенол	0,01	0,01	3
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

Окрім хімічного складу, важливо також, щоб повітря мало певний іонний склад. У повітрі містяться негативні й позитивні іони. У закритих приміщеннях легкі іони поглинаються в процесі дихання, а також пилом, одягом тощо. Тому ступінь іонізації вважається досить добрим індикатором чистоти повітря. Експериментально підтверджено негативну дію деіонізованого повітря. У людей з'являються сонливість, головний біль, підвищується артеріальний тиск тощо. Параметри іонного складу повітря на робочому місці, що обладнане ПК, повинні відповідати допустимим нормам (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см <sup>3</sup>	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000



Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціонування повітря, регулярного провітрювання, та вологого прибирання.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення нормується на робочих поверхнях.

Обираючи систему освітлення, виходять з погляду економічності або гігієнічності. Система комбінованого освітлення більш економічна і дозволяє на робочих місцях створювати високу освітленість. Система загального освітлення з погляду гігієни праці краща, тому що вона дозволяє створити рівномірний розподіл освітленості у всьому приміщенні, усунути різкі тіні й контрасти.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні під час проектування автоматизованої системи контролю охолодження деталей промислової нагрівальної печі (згідно [42]) зазначені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, $e_n$ , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						комбіноване	загальне	верхнє або верхнє і бокове	бокове	верхнє або верхнє і бокове	бокове
Високої точності	0,3 -0,5	III	г	великий	світлий	700	300	5	2	3	1,2

Для забезпечення достатнього освітлення передбачені такі заходи:

- максимально можливе бічне природне освітлення;
- штучне освітлення в приміщеннях з робочим місцем, обладнаним ВДТ, має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення;
- для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски з поверхні екранів ПК і клавіатури повинні бути передбачені сонцезахисні пристрої, вікна повинні мати жалюзі або штори.

#### 5.2.4 Виробничий шум

Шум – це найпоширеніше явище у промисловому виробництві. Не становить великих труднощів виявити наявність підвищених шумів і провести необхідні заміри, але зниження рівня шумів може вимагати істотних витрат.

Нормування шуму для робочих місць регламентується санітарними нормами [43] та державним стандартом. Для постійних шумів нормування ведеться по граничному спектру шуму.

Під час проектування автоматизованої системи контролю охолодження деталей промислової нагрівальної печі допустимі рівні звукового тиску повинні відповідати ГС, а рівні звуку  $L_A$  не повинні перевищувати 50 дБА (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Наукова і творча діяльність	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Основними заходами боротьби з шумом є усунення або ослаблення

причин шуму в самому його джерелі у процесі роботи, використання звукопоглинаючих матеріалів, раціональне планування виробничих приміщень.

### 5.2.5 Виробничі випромінювання

Оскільки проектування автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі проводилася за допомогою ПК, то на робочому місці проектувальника можливий підвищений рівень електромагнітного випромінювання.

Сучасні наукові теорії не мають єдності щодо обґрунтування механізму впливу ЕМП на людину, особливо у випадку слабких електромагнітних випромінювань. Ступінь і характер впливу ЕМП на організм людини залежать: від інтенсивності випромінювання; частоти коливань; площі поверхні тіла, що опромінюється; індивідуальних особливостей організму; режиму опромінення (безперервний чи переривчастий); тривалості впливу; комбінованої дії інших факторів виробничого середовища. У діапазонах промислової частоти, радіочастот, інфрачервоного і частково ультрафіолетового світла електромагнітні поля чинять тепловий вплив. Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору представлені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Види поля	Допустимі параметри поля		Допустима поверхнева щільність потоку енергії (інтенсивність потоку енергії), Вт/м <sup>2</sup>
	за електричною складовою (E), В/м	за магнітною складовою (H), А/м	
Напруженість електромагнітного поля, 6 кГц...3 МГц	50	5	
3 МГц...30МГц	2	-	
30 МГц...5 ГГц	-	-	10
Електромагнітне поле оптичного діапазону в ультрафіолетовій частині спектру: УФ-С (220...280 нм)			0,001

Види поля	Допустимі параметри поля		Допустима поверхнева щільність потоку енергії (інтенсивність потоку енергії), Вт/м <sup>2</sup>
	за електричною складовою (E), В/м	за магнітною складовою (H), А/м	
УФ-В (280...320 нм)			0,01
УФ-А (320. ..400 нм)			10,0
в інфрачервоній частині спектру: 0,76... 10,0 мкм			35,0.. .70,0
Напруженість електричного поля ВДТ			20 вВ/м

Захист персоналу від впливу електромагнітних полів здійснюється шляхом проведення організаційних та інженерно-технічних, лікувально-профілактичних заходів, а також використання засобів індивідуального захисту.

Таким чином, умови праці проектувальника автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі в цілому відповідають існуючим санітарно-гігієнічним нормам.

### 5.3 Пожежна безпека

В приміщенні, де здійснювалося проектування автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі використовуються тільки негорючі речовини та матеріали у холодному стані, за ступенем вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення відноситься до категорії «Д». Пожежну небезпеку несуть у собі лише кабельні електропроводки до обладнання, що є припустимим для даної категорії приміщень.

За вогнестійкістю будинок відноситься до другої категорії згідно з [44], що відповідає вимогам [45]. Робоча зона приміщення віднесена до класу вибухонебезпечності В-Па та пожежонебезпечності П-Па, оскільки вибухонебезпечна концентрація пилу і волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності.

### 5.3.1 Технічні рішення системи запобігання пожежі

У досліджуваному приміщенні немає легко займистих, самозаймається і вибухових речовин, потужних електроустановок і іскристого обладнання, механізмів з рухомими частинами, знос і корозія яких могли б призвести до пожежі. Всі основні причини виникнення пожежі практично виключені, однак для запобігання виникнення пожежі доцільні такі заходи:

- призначення осіб, що відповідальні за пожежну безпеку приміщення;
- щорічне проведення повторних протипожежних інструктажів та занять за програмою пожежно-технічного мінімуму з особами, що відповідальні за пожежну безпеку;
- утримання в справному стані засобів протипожежного захисту;
- своєчасне інформування про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання тощо.

### 5.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Правила пожежної безпеки в досліджуваному приміщенні наступні:

- для всіх споруд і приміщень з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ повинні визначатися категорії вибухо- і пожежонебезпеки та класу зон за Правилами влаштування електричних установок, значення яких вказують на дверях;
- носії інформації зберігаються в металевих касетах на негорючих стелажах і шафах, які разом з перфокартами, магнітними стрічками, пакетами магнітних дисків розміщуються у відокремлених приміщеннях;
- звукопоглинальне облицювання стін та стелі необхідно виготовляти з негорючих або важкогорючих матеріалів;
- для промивання деталей використовують мийні препарати, промивання горючими матеріалами дозволяється у спеціальних приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією.

У всіх приміщеннях будинку на видному місці виведені плани евакуації із

зазначенням напрямків руху та шляхів евакуації, а також правила поведінки на випадок пожежі. Евакуація працівників на випадок пожежі відбувається через два виходи на сходові марші, розташовані по різні боки коридорів. Ширина шляхів евакуації не менше 1м, найбільше віддалення робочого місця від евакуаційного входу - 25м. Для гасіння пожежі всередині будівлі в ньому обладнаний внутрішній пожежний водопровід з пожежними кранами і підключеними до них пожежними рукавами. У кожному приміщенні та на поверхах встановлені вогнегасники ОП-5. Біля корпусу є пожежний щит, обладнаний вогнегасником, багром, лопатою, ломом і відром. Під щитом стоїть ящик з піском місткістю 5м<sup>3</sup>.

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Згідно теми магістерської дипломної роботи в економічній частині проводяться розрахунки економічних показників на розробку програмного продукту автоматизованої системи контролю промислової нагрівальної печі та впровадження його у виробництво.

### 6.1 Розрахунок кошторису витрат на розробку програмного продукту

Кошторис на розробку програмного продукту передбачає розрахунок таких основних видів витрат.

Основна заробітна плата розробників розраховується за формулою:

$$Z_0 = \frac{M}{T_p} \cdot t[\text{грн}], \quad (6.1)$$

де  $M$  – місячний посадовий оклад конкретного розробника (грн.);

$T_p$  – число робочих днів в місяці,  $T_p = 22$ ;

$t$  – число днів роботи розробника.

Зроблені розрахунки заносимо до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Витрати на заробітну плату розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн..	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Науковий керівник	12500	560,8	22	12500
Проектувальник	7500	340,1	22	75000
Всього: $Z_0=2000$				

Додаткова заробітна плата  $Z_o$  розраховується, як 10 % від основної заробітної плати всіх розробників:

$$Z_o = Z_0 \cdot 0,1[\text{грн}], \quad (6.2)$$

$$Z_o = 2000 \cdot 0,1 = 200,1(\text{грн}).$$

Нарахування  $H_{zn}$  на заробітну плату розробників становить 36,2 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$H_{zn} = (Z_0 + Z_o) \cdot 0,362[\text{грн}], \quad (6.3)$$

$$H_{zn} = (200,0 + 2000) \cdot 0,362 = 796,4(\text{грн}).$$

Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались при розробці програмного продукту розраховується за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot H_a}{100} \cdot \frac{T}{12}[\text{грн}], \quad (6.4)$$

де  $Ц$  – балансова вартість персонального комп'ютера (грн.),  $Ц = 3000$  грн.;

$H_a$  – норма амортизації, % за рік,  $H_a = 60$  %;

$T$  – термін використання комп'ютера,  $T = 1,0$  міс.

$$A = \frac{3000 \cdot 60}{100} \cdot \frac{1}{12} = 150(\text{грн}).$$

Витрати на допоміжні матеріали приведено в таблиці 6.2. Витратами на допоміжні матеріали можемо вважати канцелярські товари, що



використовувались під час написання магістерської дипломної роботи, а також електронні носії.

Таблиця 6.2 – Допоміжні матеріали при розробці програмного продукту

Найменування	Ціна, грн.	Витрачено, шт.	Вартість витрачених матеріалів, грн.
1. Папір друкарський	18,00	0,5	9,00
2. Дискета	1,80	2	5,40
3. Коректор	2,00	1	2,00
4. Маркер	3,50	1	3,50
5. Олівець	1,50	2	3,00
6. Ручка кулькова	1,00	2	2,00
Всього: М=24,90			

Витрати на силову електроенергію  $V_e$  розраховуються за формулою:

$$V_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n [\text{грн}], \quad (6.5)$$

де  $B$  – вартість однієї кіловатт-години електроенергії,

$P$  – споживана електрична потужність комп'ютера та інших пристроїв при створенні програмного продукту,  $P=0,3$  кВт;

$\Phi$  – фактична кількість годин роботи комп'ютера та інших пристроїв при створенні програмного продукту,  $\Phi=22 \cdot 8=176$  години.

$K_n$  – коефіцієнт використання потужності,  $K_n=0,9$ .

Отже, витрати на силову електроенергію будуть такі:

$$V_e = 0,42 \cdot 0,6 \cdot 176 \cdot 0,89 = 39,92(\text{грн})$$

Інші витрати приймаються, як 200÷300% від суми основної заробітної плати розробників нового програмного продукту:

$$I_e = Z_0 \cdot (200 \div 300\%) [\text{грн}], \quad (6.6)$$

$$I_e = 2000 \cdot 2.5 = 5000 (\text{грн}).$$

Сума всіх попередніх витрат складає загальні витрати на розробку нового програмного продукту:

$$B = Z_0 + Z_o + H_s + A + B_e + M + I_e [\text{грн}], \quad (6.7)$$

$$B = 2000 + 200 + 796,4 + 150 + 24,9 + 39,92 + 5000 = 13251,14 (\text{грн})$$

Отже, загальні витрати на розробку нового програмного продукту становлять 132510,14 гривні.

## 6.2 Розрахунок експлуатаційних витрат при використанні нового програмного продукту

Склад експлуатаційних витрат та порядок їх розрахунку наведений нижче.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $Z_{обс}$ ) розраховується за формулою:

$$Z_{обс} = 12 \cdot M \cdot \beta \left[ \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right], \quad (6.8)$$

де  $12$  – число місяців;

$M$  – місячний посадовий оклад конкретного інженерно-технічного працівника,  $M = 850,00$  грн.;

$\beta$  – доля часу, який витрачає працівник на виконання конкретних робіт з застосуванням даного програмного продукту, в загальному часі своєї роботи,  $\beta = 5\%$ .

$$Z_{обс} = 12 \cdot 850,00 \cdot 0,05 = 5100 \left( \frac{грн}{рік} \right).$$

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу розраховується як 10÷12 % від основної заробітної плати обслуговуючого персоналу:

$$Z_{д} = Z_{обс} \cdot 0,1 \left[ \frac{грн}{рік} \right], \quad (6.9)$$

$$Z_{д} = 510 \cdot 0,1 = 51 \left( \frac{грн}{рік} \right).$$

Нарахування на заробітну плату обслуговуючого персоналу розраховується, як 37 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$H_{зн} = (Z_{обс} + Z_{д}) \cdot 37\% \left[ грн \right], \quad (6.10)$$

$$H_{зн} = (510 + 51) \cdot 0,37 = 207,57 (грн).$$

Витрати на силову електроенергію (при живленні із електромережі) розраховуються за формулою:

$$B_e = B \cdot П \cdot \Phi \cdot K_n \cdot \beta, \quad (6.11)$$

де  $B$  – вартість 1 кіловатт-години електроенергії,

$П$  – установлена потужність комп'ютера разом з іншими додатковими приладами,  $П=0,3$  кВт;

$\Phi$  – фактична кількість годин роботи комп'ютера разом з іншими додатковими приладами за рік,  $\Phi = 2700$  годин;

$K_n$  – коефіцієнт використання потужності,  $K_n = 0,9$ ;

$\beta$  – доля часу, який витрачає працівник на виконання конкретних робіт з застосуванням даного програмного продукту, в загальному часі своєї роботи,  $\beta = 5\%$ .

$$B_e = 0,42 \cdot 0,3 \cdot 2700 \cdot 0,9 \cdot 0,05 = 15,309 \left( \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right).$$

Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot H_a \cdot \beta}{100} \left[ \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right], \quad (6.12)$$

де  $Ц$  – балансова вартість персонального комп'ютера,  $Ц = 3000$  грн.;

$H_a$  – річна норма амортизації, %;  $H_a = 60\%$ ;

$\beta$  – доля часу, який витрачає працівник на виконання конкретних робіт з застосуванням даного програмного продукту, в загальному часі своєї роботи,  $\beta = 5\%$ .

$$A = \frac{3000 \cdot 60 \cdot 0,05}{100} = 9000 \left( \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right)$$

Інші витрати можна прийняти, як  $10\%$  від загальної суми усіх попередніх витрат:

$$I_g = (Z_{\text{обс}} + Z_{\text{добс}} + H_{\text{знобс}} + A + B_e) \cdot 0,1 \left[ \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right], \quad (6.13)$$

$$I_e = (510,00 + 51 + 207,57 + 15,31 + 90) \cdot 0,1 = 87,39 \left( \frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right).$$

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат при використанні програмного продукту –  $E_2$ :

$$E_2 = Z_{\text{обс}} + Z_{\text{д}} + H_3 + B_e + A + I_e [\text{грн} / \text{рік}], \quad (6.14)$$

$$E_2 = 873,88 + 87,39 = 961,27 (\text{грн} / \text{рік}).$$

### 6.3 Розрахунок обсягу робіт при використанні програмного продукту

Обсяг робіт розраховується за формулами:

$$Q_1 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_1} [\text{операцій} / \text{хв.}], \quad (6.15)$$

$$Q_2 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_2} [\text{операцій} / \text{хв.}], \quad (6.16)$$

де  $Q_1$  – обсяг робіт при застосуванні старого програмного продукту;

$Q_2$  – обсяг робіт при застосуванні нового програмного продукту;

$F$  – ефективний фонд часу роботи за рік,  $F = 2700$  годин;

$\beta$  – доля часу, який витрачає працівник на виконання конкретних робіт з застосуванням даного програмного продукту, в загальному часі своєї роботи,  $\beta = 5 \%$ ;

$t_i$  – час виконання конкретної функції або роботи,  $t_1=50$  хвилин,  $t_2=20$  хвилин.

$$Q_1 = \frac{2700 \cdot 60 \cdot 0,05}{50} = 162(\text{операцій} / \text{хв.}),$$

$$Q_2 = \frac{2700 \cdot 60 \cdot 0,05}{20} = 405(\text{операцій} / \text{хв.}).$$

Видно, що застосування нового програмного продукту підвищує продуктивність при виконанні певної роботи в  $\frac{405}{162} = 2,5$  рази.

#### 6.4 Розрахунок виробничої собівартості матеріального носія з програмним продуктом

До виробничої собівартості продукції, робіт, послуг включаються:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на оплату плати;
- інші прямі витрати;
- загальновиробничі витрати, які в свою чергу, поділяються на змінні та постійні. Постійні загальновиробничі витрати поділяються, в свою чергу, на розподілені та нерозподілені.

Виробнича собівартість є основою для формування ціни реалізації одиниці продукції. Решта витрат, такі як адміністративні витрати, витрати на збут та інші витрати операційної діяльності в собівартість продукції не включаються.

В зв'язку з цим, прогнозування виробничої собівартості матеріального носія з програмним продуктом передбачає проведення наступних розрахунків, тобто визначення перерахованих нижче видів витрат.

Витрати на комплектуючі  $K$  розраховуються за формулою:

$$K = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i \text{ [грн]}, \quad (6.17)$$

де  $H_i$  – кількість комплектуючих  $i$ -го виду, шт.;

$C_i$  – покупна ціна комплектуючих  $i$ -го виду;

$K_i$  – коефіцієнт транспортних витрат,  $K_i = 1,1 \div 1,15$ ; Приймаємо  $K_i = 1,1$

$n$  – кількість видів матеріалів.

В якості комплектуючих в даному разі виступають матеріальний носій, а саме диск та упаковка з інформаційним пакетом, таким чином визначимо витрати на комплектуючі:

$$K = 1 \cdot 5,00 \cdot 1,1 = 5,5(\text{грн}).$$

Витрати на силову електроенергію  $B_e$ , розраховуємо за формулою:

$$B_e = B \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_n[\text{грн}], \quad (6.18)$$

де  $B$  – вартість 1 кіловатт-години електроенергії;

$\Pi$  – установлена потужність комп'ютера ( $\Pi = 0,3$  кВт);

$\Phi$  – фактична кількість годин роботи комп'ютера та інших пристроїв при записі програмного продукту на матеріальний носій ( $\Phi = 0,5$  год.);

$K_n$  – коефіцієнт використання потужності ( $K_n = 0,9$ ).

Отже, витрати на електроенергію складатимуть:

$$B_e = 0,42 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 0,06(\text{грн}).$$

Витрати на основну заробітну плату оператора  $Z_p$  розраховується за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c[\text{грн}], \quad (6.19)$$

де  $t_i$  – норма часу (трудомісткість) на виконання необхідних технологічних операцій, годин;

$n$  – число робіт по видах та розрядах;

$K_c$  – коефіцієнт співвідношень, який установлений Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками.  $K_c = 1 \div 5$ . Приймаємо  $K_c=1$ ;

$C_i$  – погодинна тарифна ставка оператора відповідного розряду, який виконує дану технологічну операцію, (грн./год).

$C_i$  визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (6.20)$$

де  $M_m$  – мінімальна місячна оплата праці (у 2008 р.  $M_m=420$  (грн.));

$K_i$  – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду та професії, для четвертого розряду він складає 1,27;

$T_p$  – число робочих днів у місяці,  $T_p = 22$ ;

$T_{zm}$  – тривалість зміни,  $T_{zm} = 8$  годин.

Таким чином:

$$C_i = \frac{420 \cdot 1,27}{22 \cdot 8} = 3,03 \left( \frac{\text{грн}}{\text{год}} \right),$$

а витрати на заробітну плату оператора будуть такими:

$$Z_p = 0,5 \cdot 3,03 \cdot 2 = 3,03(\text{грн}).$$

Додаткова заробітна плата оператора  $Z_d$  розраховується, як 10 – 12 % від основної заробітної плати  $Z_p$ :

$$Z_d = Z_p \cdot 0,1(\text{грн}) \quad (6.22)$$



$$Z_{\delta} = 3,03 \cdot 0,1 = 0,303(\text{грн}).$$

Нарахування на заробітну плату оператора  $H_{zn}$ . У 2008 році нарахування на заробітну плату складали 37 % від суми основної та додаткової заробітної плати розробників, тобто  $Z_0 + Z_{\delta}$ :

$$H_{zn} = (Z_p + Z_n) \cdot 0,37[\text{грн}], \quad (6.23)$$

$$H_{zn} = (3,03 + 0,303) \cdot 0,37 = 1,23(\text{грн}).$$

Вартість інтелектуальної власності  $I_v$ , яку закладає розробник в кожен матеріальний носій з програмним продуктом, розраховується за формулою:

$$I_{\epsilon} = I_p \cdot k[\text{грн}], \quad (6.24)$$

де  $I_p$  – кошти, які буде отримувати розробник від реалізації кожного матеріального носія з програмним продуктом, (грн.);

$k$  – коефіцієнт, який враховує відповідні нарахування на заробітну плату  $k=1,37$ .

$$I_{\epsilon} = 200 \cdot 1,37 = 274(\text{грн}).$$

Розрахунок загальновиробничих статей витрат. Величину загально виробничих витрат в розрахунку на одиницю продукції можна розрахувати за нормативами відносно до основної заробітної плати робітників, які розробляють певний проект.

В загальному вигляді можна прийняти, що норматив загальновиробничих витрат складає 230 - 270 % від основної заробітної плати робітників:

$$B_{за} = Z_p \cdot 230\%[\text{грн}], \quad (6.25)$$

$$B_{зв} = 3,03 \cdot 2,3 = 6,97(\text{грн}).$$

Сума всіх попередніх статей витрат утворює виробничу собівартість матеріального носія з записаним програмним продуктом  $S_B$ :

$$S = K + B_e + Z_p + Z_o + H_z + I + B_{зв}[\text{грн}], \quad (6.26)$$

$$S_e = 5,5 + 0,06 + 3,03 + 0,303 + 1,23 + 274 + 6,97 = 291,09(\text{грн}).$$

### 6.5 Розрахунок ціни реалізації матеріального носія з програмним продуктом

Оскільки розробка здійснюється за завданням замовника, або продукція буде виготовлятися під державним регулюванням, то ціну реалізації виробу можна розрахувати за формулою:

$$Ц_p = S_e \left( 1 + \frac{p}{100} \right) \left( 1 + \frac{w}{100} \right), \quad (6.27)$$

де  $S_e$  – виробнича собівартість виробу, грн.;

$p$  – норматив рентабельності, узгоджений із замовником або установлений державою, рекомендується приймати  $p = 30 \dots 60\%$ ;

$w$  – ставка податку на додану вартість,  $w = 20\%$ .

$$Ц_p = 291,09 \cdot \left( 1 + \frac{40}{100} \right) \left( 1 + \frac{20}{100} \right) = 489,03(\text{грн})$$

## 6.6 Розрахунок чистого прибутку для виробника

Для розрахунку величини чистого прибутку  $\Pi$ , який морже отримати виробник від реалізації нового матеріального носія з програмним продуктом за рік, можна скористатись формулою:

$$\Pi = \left\{ \left[ C_p - \frac{(C_p - MP) \cdot f}{100} - S_g - \frac{q \cdot S_b}{100} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{h}{100} \right] \right\} \cdot N \text{ [грн]}, \quad (6.28)$$

де  $C_p$  – ціна реалізації матеріального носія, грн.;

$MP$  – вартість матеріальних та інших ресурсів, які були придбані виробником для виготовлення матеріального носія з програмним продуктом,  $MP = (0.4 \dots 0.6) \cdot C_p$ ;

$f$  – зустрічна ставка податку на додану вартість,  $f = 16,67\%$ ;

$S_g$  – виробнича собівартість матеріального носія з програмним продуктом, грн.

$q$  – норматив, який визначає величину нормативних витрат,  $q = 5 \dots 10\%$ ;

$h$  – ставка податку на прибуток,  $h = 25\%$ ;

$N$  – число матеріальних носіїв з програмним продуктом, які мають реалізувати за рік, шт.

На протязі першого року з початку випуску програмного продукту планується реалізувати 40 виробів. Чистий прибуток за перший рік  $\Pi$  буде таким:

$$\Pi = \left\{ \left[ 489,03 - \frac{(489,03 - 0,5 \cdot 489,03) \cdot 16,67}{100} - 291,09 - \frac{7 \cdot 291,09}{100} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{25}{100} \right] \right\} \cdot 500 = 50912,5 \text{ (грн)}.$$

## 6.7 Розрахунок річного економічного ефекту для споживача

Розрахуємо річний економічний ефект для споживача від впровадження нового програмного продукту за формулою:

$$\Delta E = \left[ \frac{E_1}{Q_1} - \frac{E_2}{Q_2} \right] \cdot Q_2 [\text{грн/ рік}], \quad (6.29)$$

де  $E_1$  – експлуатаційні витрати при використанні існуючого технічного рішення (або без його використання);

$E_2$  – експлуатаційні витрати при використанні нового (або модернізованого) пристрою, приладу, схемного рішення тощо;

$Q_1$  – обсяг робіт, що виконується за рік при застосуванні існуючого технічного рішення (або без його використання); або значення основного технічного показника (чи їх сукупності) існуючого технічного рішення;

$Q_2$  – обсяг робіт, який виконується за рік при застосуванні нового або модернізованого технічного рішення, або значення основного технічного показника (чи їх сукупності) нового технічного рішення.

Отже, річний економічний ефект буде таким:

$$\Delta E = \left( \frac{1100}{162} - \frac{961,27}{405} \right) \cdot 405 = 1790,1 \text{ (грн/ рік)}.$$

## 6.8 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника

Термін окупності витрат  $T_o$  розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{B}{\Pi} \text{ (років)}, \quad (6.30)$$

де  $B$  – загальні витрати на розробку програмного продукту;

$\Pi$  – чистий прибуток.

Оскільки, як вже було розраховано вище, загальні витрати на розробку програмного продукту складають  $B = 13251,14$  (грн.), а річний економічний ефект  $\Pi = 50912,5$  (грн.), то термін окупності буде таким:

$$T_0 = \frac{13251,14}{150912,05} = 0,3 < 3 \text{ р.}$$

Отже, термін окупності складає 0,3 років, а для обчислювальної техніки розробка вважається ефективною при  $T_0 < 1 \div 3$  років. Як видно з розрахунку, розробка є економічно ефективною.

Таким чином в даному розділі був виконаний розрахунок витрат на розробку програмного продукту, експлуатаційних витрат, обсягу робіт при використанні програмного продукту, а також розрахований економічний ефект від впровадження нового програмного продукту.

Оскільки спостерігається економія коштів при використанні нового програмного продукту, то його розробка і впровадження є економічно доцільними. Термін окупності складає 0,3 року, що приблизно відповідає реальним термінам в галузі. Оскільки термін окупності розробки менший за нормативне значення галузі, то розробка є економічно ефективною і вигідною як споживачу так і виробнику.

## Висновки

Спроектована автоматизована система контролю процесу охолодження після нагрівальної печі. Ця піч використовується на металургійних підприємствах для нагрівання злитків перед їх протягуванням на прокатному стані. Система спроектована у повній відповідності до індивідуального завдання та технічного завдання на роботу. В ході проектування розроблені апаратна та програмна частини системи контролю. Для автоматизованого проектування прикладного програмного забезпечення системи застосовувалась промислова SCADA система Genie.

## Література

1. Адамия Р.Ш. Оптимизация динамических нагрузок прокатных станов.— М.: Металлургия, 1978. – 490 с.
2. Федоряк Р., Лейковский К., Светличный А. Система контроля технологии и управления скоростными режимами прокатного стана// Современные технологии автоматизации. – 2011. - №1. – С. 14-20.
3. Лейковский К.Г., Светличный А.В., Федоряк Р.В. Система контроля технологии и управления скоростными режимами прокатного стана// Промышленные АСУ и контроллеры. – 2012. - №8. – С. 1-6.
4. Бойчук Б.И., Ткачев В.С., Таран В.Ю. Автоматизированная система контроля охлаждения деталей промышленной нагревательной печи// Промышленные измерения. Контроль, автоматизация, диагностика. – 2005. - №3. – С. 26, 27.
5. Лопатин А.Г., Киреев П.А. Методика разработки систем управления на базе SCADA системы TRACE MODE: Учебно-методическое пособие. – Новомосковск: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. – 112 с.
6. Матвейкин В.Г., Фролов С.В., Шехтман М.Б. Применение SCADA – систем при автоматизации технологических процессов. – М.: Машиностроение, 2000. – 356 с.
7. Что должна уметь система SCADA [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.cta.ru/cms/f/326782.pdf>.
8. Пьявченко Т.А. Проектирование АСУТП в SCADA-системе: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во Таганрогского технологического института, 2007. – 84 с.
9. Папінов В.Н., Скидан Ю. А. Інструментальні засоби автоматизації проектування комп'ютеризованих систем управління. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Комп'ютеризовані системи управління та автоматики». – Вінниця: ВДТУ, 2017. – 137 с.
10. Призначення, структура і основні функції SCADA – систем [Електронний ресурс]. - Режим доступа: <http://www.votum.if.ua/uk/publications/scada.htm>.
11. Куцевич Н. SCADA-системы, или муки выбора [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.asutp.ru/?p=600055>.

12. Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mka.ru/?p=41524>.
13. Системы визуализации. SCADA-системы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.svaltera.zp.ua/?inc=prod/scada/>.
14. Master SCADA - система для АСУТП, MES, задач учета и диспетчеризации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.insat.ru/products/?category=8>.
15. ПРОМСАТ - SCADA системы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.promsat.com/list/scadasys/>.
16. SCADA система InTouch для создания АСУ ТП, продукты Factory Suite [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.intouch.ru/>.
17. SCADA-система СИТЕСТ как инструмент интеграции технологических данных [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.atlas.kiev.ua/rus/scada.html>.
18. SCADA система TRACE MODE 6 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tracemode.ua/products/dev/scada>.
19. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике : Справочник /Под ред. И.П. Норенкова . – М.: Сов.радио,1986. – 487 с.
20. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем : Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 345 с.
21. Энкарначчо Ж., Шлехтендаль Э. Автоматизированное проектирование. Основные понятия и архитектура системы. – М.: Мир, 1986 . – 654 с.
22. Системы автоматизированного проектирования/Под ред. Дж.Аллана. – М.: Мир, 1985 . – 438 с.
23. Норенков И.П., Манычев В.Б. Системы автоматизированного проектирования электронной и вычислительной аппаратуры. – М.: Высшая школа, 1989 . – 398 с.
24. Вермишев Ю.Х. Основы автоматизированного проектирования. – М.: Радио и связь ,1988 . – 290 с.

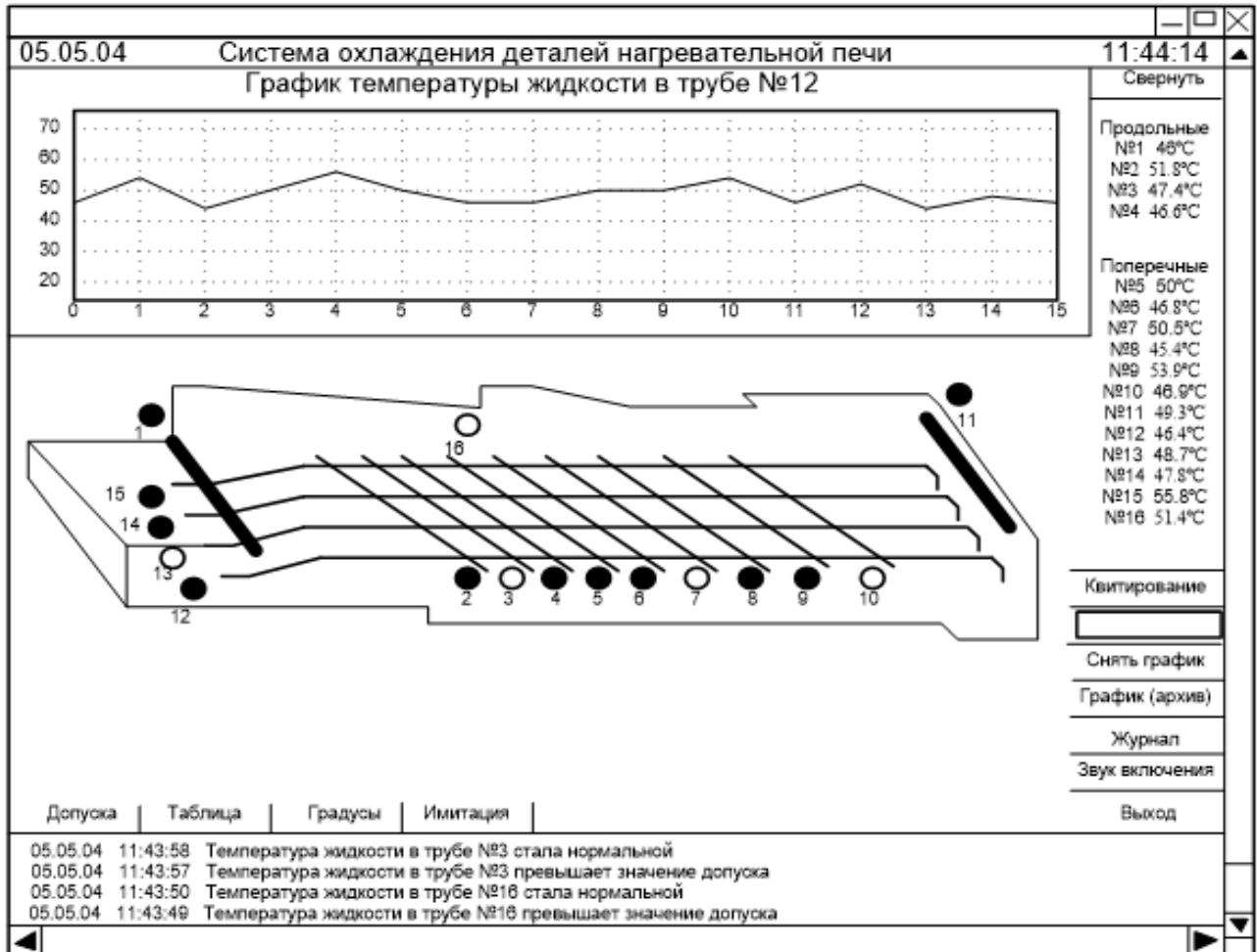


25. Системы автоматизированного проектирования. Кн.2. Технические средства и операционные системы . – М.: Высшая школа ,1986. – 440 с.
26. Все необходимое для автоматизации на базе РС: Каталог продукции фирмы ADVANTECH. – Prosoft, 2003. – 376 с.
27. Козловський В.О. Техніко-економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – Вінниця:, 2003. – 75с.
28. Крамарухин Ю.Е. Приборы для измерения температуры. – М.: Машиностроение, 1990. – 208 с.
29. Приборы для измерения температуры контактным способом/ Под общ. ред. Р.В. Бычковского. – Л.: Высшая школа, 1978. – 208 с.
30. Михайлов П.Г. Микроэлектронные датчики давления и температуры// Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2003. - №11. – С. 29-31.
31. Вершин В.Е. Интегральные термодатчики и термоконтроллеры// Приборы и системы управления. – 1998. - №4. – С. 41 – 44.
32. Средства воздействия на процесс. Электрические исполнительные механизмы// Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. – М., 1985, вып. 1. – С. 7-8.
33. Белов В.В. Электрические исполнительные механизмы// Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2001. - №3. – С.33-35.
34. Баранов В.Ю. и др. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник/ Под общ. ред. В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
35. Преобразователи с унифицированными токовыми выходными сигналами// Приборостроение и средства автоматизации. Энциклопедический справочник. – 2002. - №10. – С. 13 – 18.
36. Тесленко В.А. Датчики в системах сбора данных и управления// Промышленные измерения, контроль, автоматизация, диагностика. – 2004. - №2. – С.50-56.

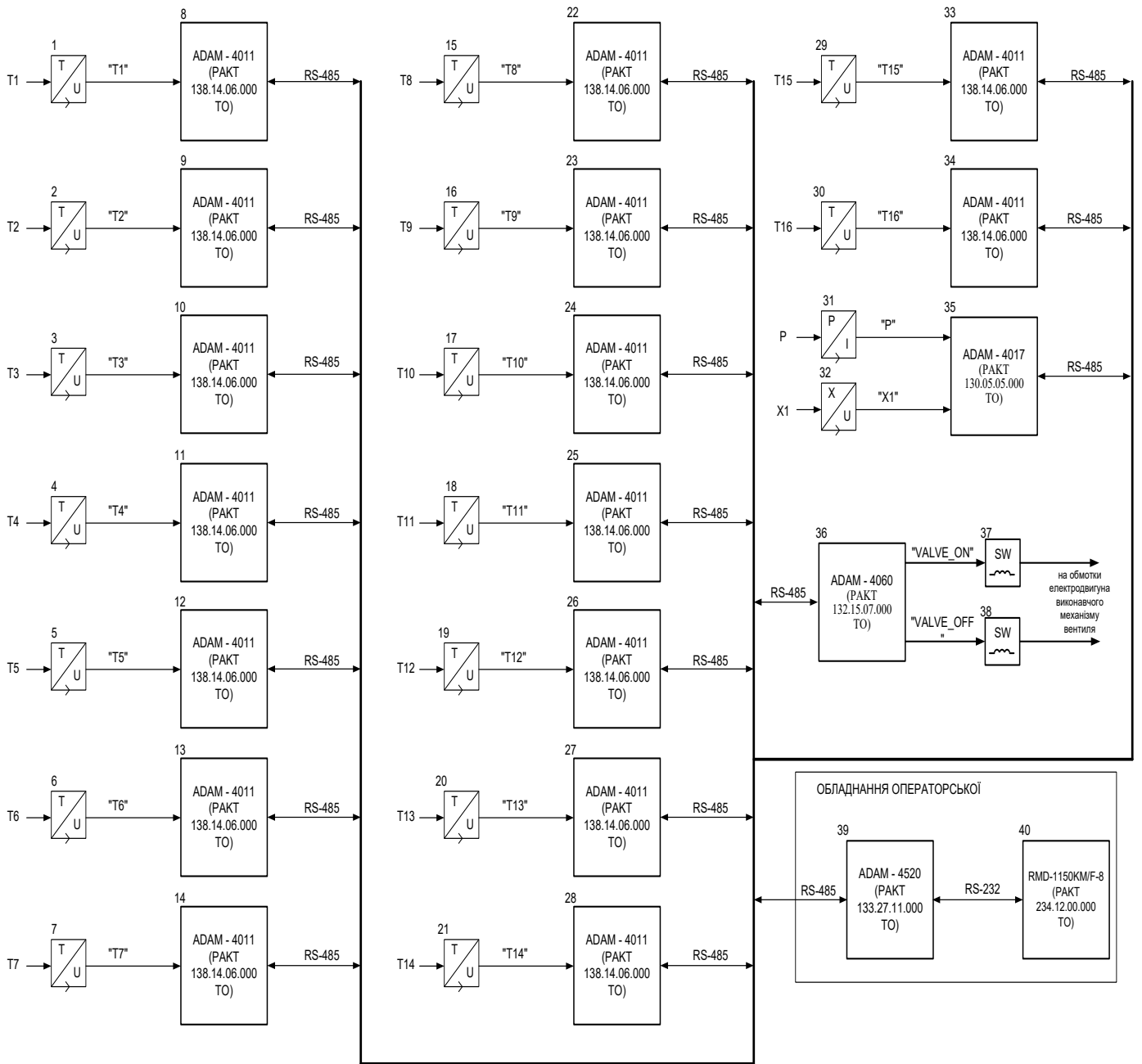
37. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>.
38. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ЕОМ [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://document.ua/derzhavni-sanitarni-pravila-i-normi-roboti-z-vizualnimi-disp-nor4881.html>.
39. ДНАОП 0.00.1.31–99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.budinfo.org.ua/doc/1811550/DNAOP-0-00-1-31-99-PRAVILA-OKhORONI-PRATsI-PID-ChAS-EKSPLUATATsIYi-ELEKTRONNO-OVChISLlUVALNIKh-MAShIN>.
40. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>.
41. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
42. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://document.ua/prirodne-i-shtuchne-osvitlennja-nor8425.html>.
43. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
44. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва [Електронний ресурс]. - Режим доступу : [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-2002..pdf](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002..pdf).
45. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охраны труда при эксплуатации электронно - вычислительных машин [Електронний ресурс].

# ДОДАТКИ

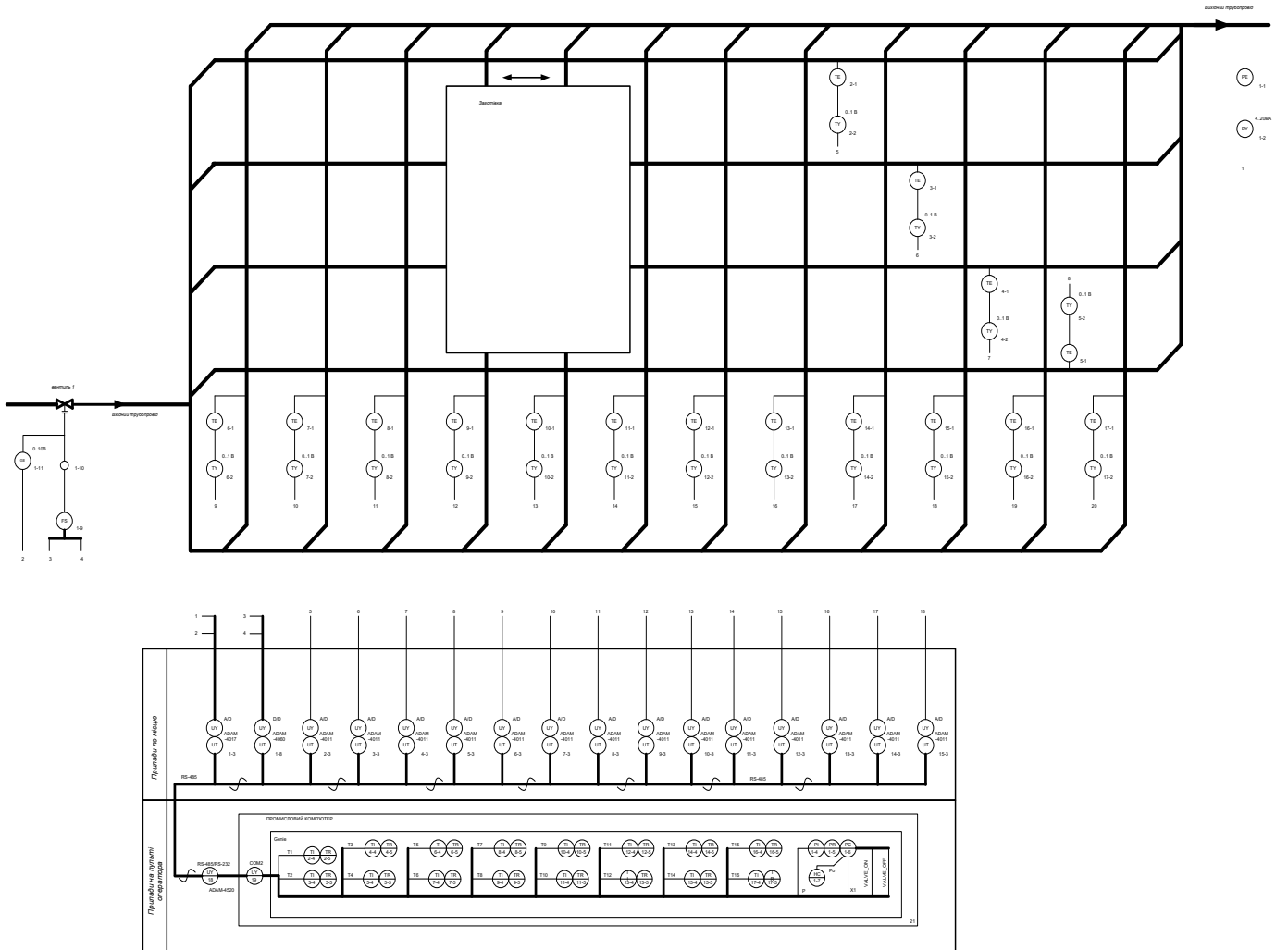
# Приклад оформлення графічного інтерфейсу системи



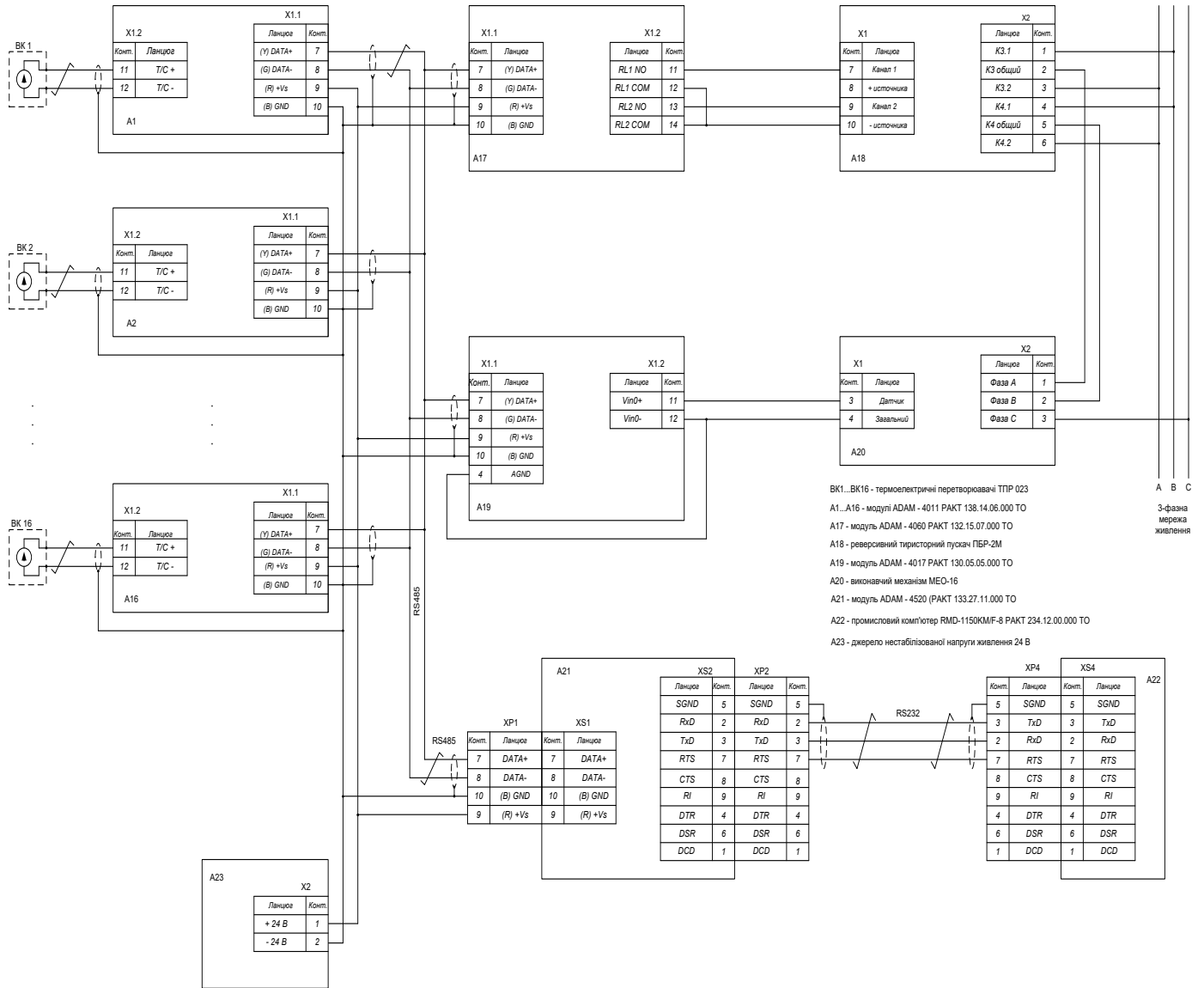
# Автоматизована система контролю. Схема електрична структурна



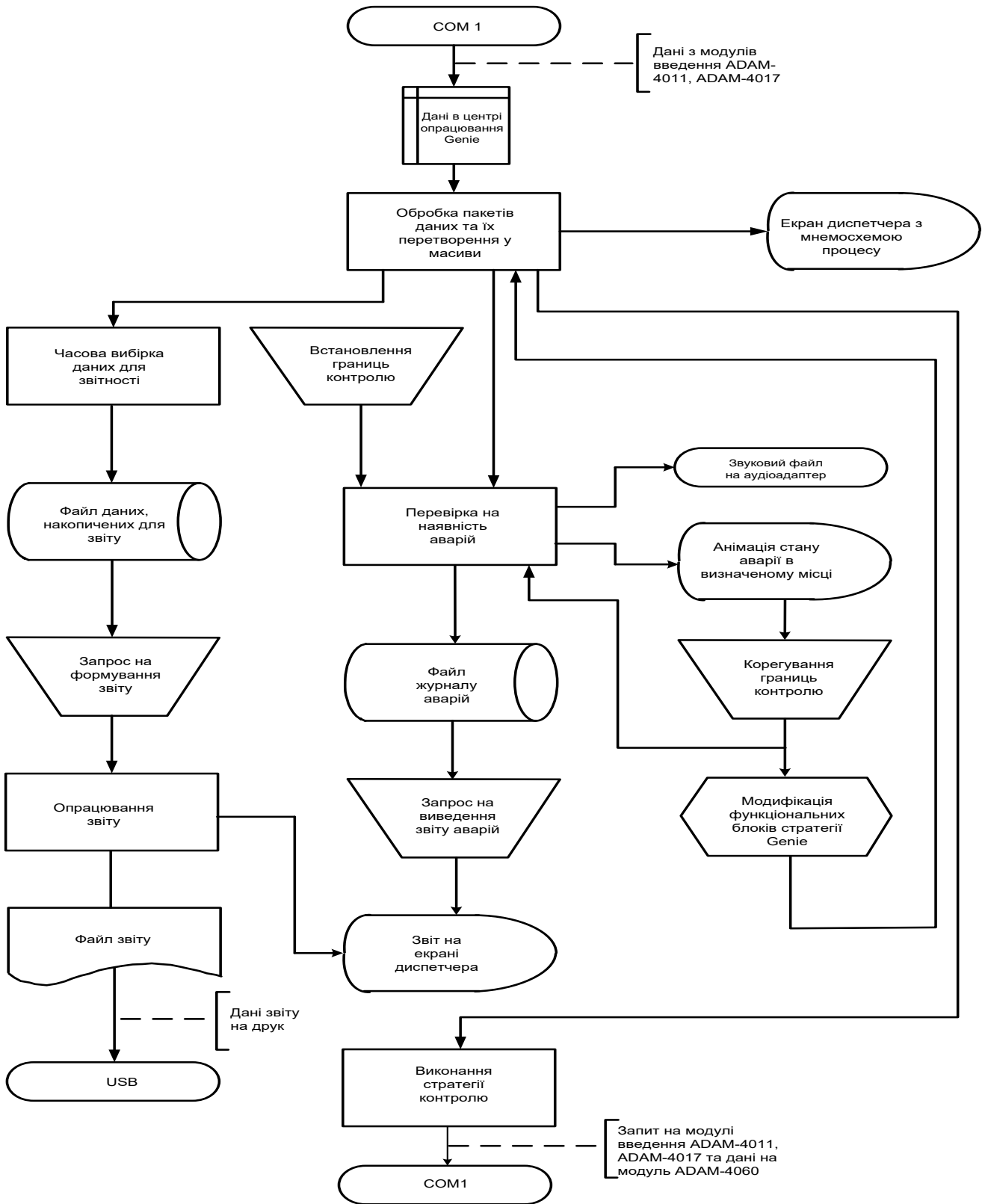
# Автоматизована система контролю. Схема автоматизації функціональна



# Автоматизована система контролю. Схема електрична підключення

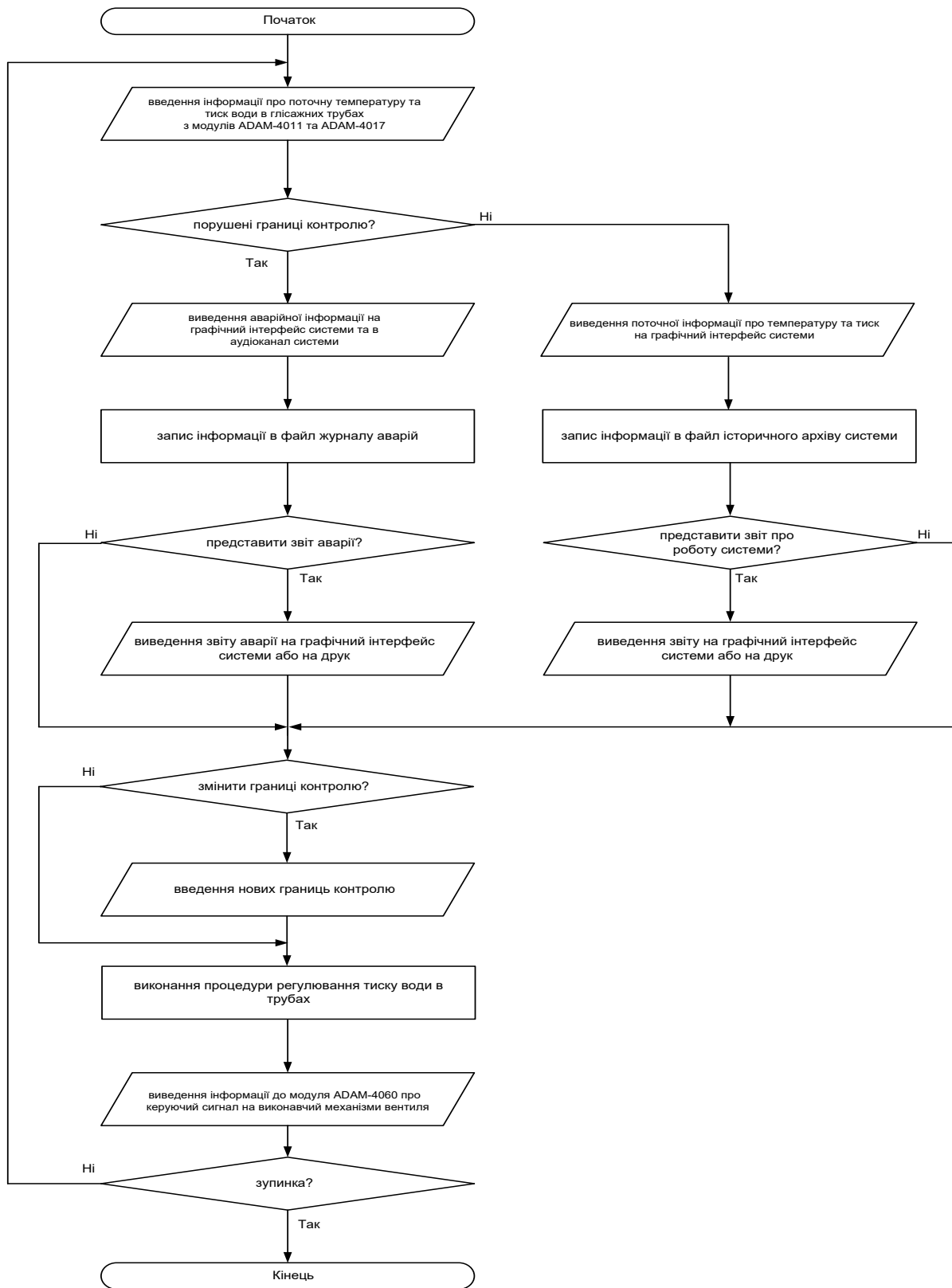


# Схема даних





# Схема програми



# Конфігурація проектованої система контролю

