

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»	«До захисту допущено»
Директор інституту(декан факультету)	Завідувач кафедри
<u>Андрій ФОРСЮК</u>	<u>Ярослав СМІТЮХ</u>
(підпис)	(підпис)
(прізвище та ініціали)	(прізвище та ініціали)
«__» _____ 20__р.	«__» _____ 20__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності Спец. 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Комп'ютерні технології та програмування в АСУ

на тему: Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів нечіткої логіки

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 2м

Кравчук Павло Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Клименко Олег Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інтегрованих автоматизованих систем управління

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні технології та програмування в АСУ
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ярослав СМІТЮХ

« » 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кравчука Павла Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів нечіткої логіки

керівник роботи доцент, кандидат технічних наук Клименко Олег Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “19” грудня 2023 року №1006-КС

2. Строк подання здобувачем роботи “ 16 ” лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Апаратурно-тестована схема основного відділення. Організаційна, технічна та інформаційна структура існуючих ІАСУ та АСУТП. Вимоги до системи автоматизації, що проектується.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (державною, та англійською мовами). Зміст. Вступ. Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та мета кваліфікаційної роботи. Розділ 2. Загально-системні рішення. Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом. Розділ 4 – Спеціальне завдання. Розділ 5 – Управління технологічним процесом методом нечіткої логіки. Висновок. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1) Схема функціональної структури; 2) Структурна схема КТС; 3) Схема автоматизації; 4) Схеми електричні принципів живлення; 5) Схема з'єднань проводок промислових мереж; 6) Схема підключень проводок промислових мереж; 7) Схема компонування ПЛК та РІО; 8) Схема мережних інформаційних потоків СПП; 9) алгоритм та програма для ПЛК; 10) Відеокадри дисплейних мнемосхем

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд літератури та мета кваліфікаційної роботи	Захист переддипломної практики	
2	Розробка функціональної структури	3 тиждень	
3	Розробка комплексу технічних засобів	4 тиждень	
4	Розробка схеми автоматизації та вибір технічних засобів	5 тиждень	
5	Розробка принципів схем	6 тиждень	
6	Проектне компонування пункту управління зі схемою компонування ПЛК та засобів розподіленої периферії	7 тиждень	
7	Розробка схем з'єднань і підключень проводок мереж	8 тиждень	
8	Розробка інформаційного забезпечення	9 тиждень	
9	Розробка алгоритмів і програм для ПЛК	10 тиждень	
10	Розробка проекту SCADA/HMI	11 тиждень	

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Павло КРАВЧУК
(прізвище та ініціали)

Олег КЛИМЕНКО
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів нечіткої логіки».

Мета: розробити інтегровану автоматизовану систему управління сушкою цукру з застосуванням нової мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації, використанням контролерів та ПЕОМ.

У проєкті використовувалися сучасні технічні засоби для вимірювання виконавчих механізмів та регулюючого органу.

Також, дана відповідь на перелік питань, щодо автоматизації системи. Серед них: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, проєктне компонування мікропроцесорного контролера та схема підключення датчиків, та виконавчих механізмів до нього, відеокадри дисплейних мнемосхем АРМ оператора.

Система керування розроблена на базі одного з найрозповсюджених мікропроцесорних контролерів Schneider Electric.

Кількість сторінок пояснювальної записки з об'ємом графічного матеріалу становить:

Кількість листів пояснювальної записки - 73 аркуші

Аркуш 1 - Схема функціональної структури

Аркуш 2 - Схема КТЗ

Аркуш 3 - Схема автоматизації

Аркуш 4 - Схеми електричні принципові

Аркуш 5 - Схема з'єднань проводок мереж

Аркуш 6 - Схема підключень проводок мереж

Аркуш 7 - Схема компонування ПЛК та RIO

Аркуш 8 - Схема мережних інформаційних потоків

Аркуш 9 - Алгоритм та програма для ПЛК

Аркуш 10 - Відеокадри дисплейних мнемосхем

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANOTATION

Topic: "Automated control system for the technological process of sugar-sand drying using fuzzy logic methods."

Objective: To develop an integrated automated control system for sugar drying using new microprocessor technology and automation tools, using controllers and PCs.

The project used state-of-the-art technical tools to measure actuators and the regulatory body.

Also, the answer to the list of questions about system automation is given. These include the characteristics of the object of automation, the scheme of automation, the design layout of the microprocessor controller and the scheme of connection of the sensors, and the actuators to it, video frames of the display mimic circuits of the operator's ARM.

The control system is based on one of the most popular microprocessor controllers Schneider Electric.

The number of pages in an explanatory note with a volume of graphic material is:

Number of explanatory note letters - 73 letters

Sheet 1 - Diagram of the functional structure

Sheet 2 - Scheme of CTZ

Sheet 3 - Automation scheme

Sheet 4 - Schematic diagrams of electrical principles

Sheet 5 - Wiring diagrams and wiring diagrams

Sheet 6 - Information structure diagram

Sheet 7 - General hierarchical equipment model

Sheet 8 - Layout of PLC and RIO

Sheet 9 - Scheme of network information flows

Sheet 10 - PLC algorithm and program

Sheet 11 - Video frames of display mimics

						5

Зміст

Вступ.....	8
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	9
1.1 Загальна характеристика роботи.....	9
1.2 Виділення основних задач і цілей в даній кваліфікаційній роботі ..	10
1.3 Аналіз подібних схем автоматизації для сушки цукру	10
2. ЗАГАЛЬНО-СИСТЕМНІ РІШЕННЯ	15
2.1 Загальний опис об'єкту та системи	15
2.2 Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання.....	18
2.3 Функціональна структура системи	20
2.4 Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ).....	21
2.5 Структурна схема комплексу технічних засобів	22
2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення	24
3. РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ	26
3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня.....	26
3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS.....	29
3.3. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління, сигналізації та живлення	33
3.4. Схеми з'єднань та підключень провобдок промислових мереж	35
4. СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ	38
4.1. Опис алгоритму	38
4.2. Опис спеціального програмного забезпечення	39

4.1 Перелік вхідних/вихідних сигналів для ПЛК	44
4.2 Масиви вхідних/вихідних даних.....	45
4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога	46
5. УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	53
5.1. Структура системи логічного висновку	53
5.2. ПРАВИЛА НЕЧІТКОГО ВИСНОВКУ	61
Висновок	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65

Вступ

Науково-технічний прогрес у науці та техніці значно посилив роль технічних засобів у процесі автоматизації. Це пояснюється тим, що без випереджаючого розвитку технічних засобів неможливий прогрес багатьох напрямків науки і техніки і передусім розробка нових сучасних засобів вимірювання та їх практичне використання. Одним із важливих завдань технічних засобів є сумісна їх робота в системі та достовірності результатів їхньої роботи, оскільки останім часом різко підвищувались вимоги до точності вимірювань, збільшилася кількість вимірюваних величин.

Значно зросли вимоги до вимірювань у харчовій промисловості, до контролю за показниками якості продукції, що випускається. Як правило, показники якості продукції є комплексними для їхнього визначення потрібні інформаційно-вимірювальні системи з елементами прогнозування та програмованого здійснення складних технологій харчових виробництв.

Управління будь-яким технологічним процесом або об'єктом у формі ручного або автоматичного керування можливо лише при наявності вимірювальної інформації про окремі параметри, характеризуючих процес або стан об'єкту.

Технологічні виміри і вимірювальні прилади використовуються при керуванні багатьма технологічними процесами в різних сферах народного господарства.

В основі виміру параметрів та фізичних величин лежать різні фізичні явища та закономірності. Вимірювальні схеми будуються з використанням сучасних досягнень мікро-електроної техніки та інше.

Використання вимірювальних приладів, перетворювачів, регуляторів та інших технічних засобів - сприяє технічному прогресу, росту виробничої праці та підвищенню культури виробництва.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Загальна характеристика роботи

Актуальність роботи. Цукрове виробництво, як одна із провідних галузей харчових виробництв, пов'язана із задоволенням попиту харчової промисловості на цукор, вирішує комплекс задач у застосуванні передових технологій та сучасного обладнання. Основна увага приділяється поліпшенню якості продукції, раціональному використанню ресурсів і сировини, підвищенню продуктивності технологічних ліній. Розв'язання таких задач неможливе без автоматизації виробництва на основі сучасних інформаційних технологій, передових досягнень в теорії та практиці автоматизованого управління.

Технологічні процеси цукрового виробництва є складним технологічним комплексом, характерними особливостями якого є високий ступінь невизначеності, велика розмірність, латентність показників якості сировини та напівфабрикатів, багатоцільова поведінка, коли пріоритетність цілей залежить від ситуації, яка виникає в залежності від обстановки на об'єкті управління. Існуючі системи автоматизації технологічних процесів цукрового виробництва не забезпечують оперативного комплексного реагування на швидкоплинні зміни ситуаційної поведінки об'єктів управління, яка залежить від багатьох чинників технологічного та організаційного характеру. Поліпшити ситуацію можливо за рахунок використання трьохрівневої системи управління цукровим виробництвом із використанням сучасних високоточних датчиків витрати, температури, рівня.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому розробка систем управління технологічними процесами цукрового виробництва сприятиме підвищенню продуктивності, зменшенню питомих втрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшенню якості продукції.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є підвищення техніко-економічних показників цукрового виробництва шляхом створення автоматизованої трьохрівневої системи багатоцільового управління з використанням сучасних датчиків та механізмів.

1.2 Виділення основних задач і цілей в даній кваліфікаційній роботі

В даній кваліфікаційній роботі вирішуються наступні задачі:

- 1) розробка КІСУ цукровим виробництвом з підсистемою управління відділенням сушкою цукру;
- 2) збільшення продуктивності і оптимізації завантаження обладнання;
- 3) підвищення якості продукції за рахунок точного дотримання технологічних процесів;
- 4) створення системи моніторингу та супервізорного управління технологічним процесом;
- 5) створення ефективної підсистеми операторського контролю та диспетчеризації на виробництві;
- 6) створення трьохрівневої промислової мережі, яка забезпечує зв'язок між засобами польового рівня, ПЛК (програмованими логічними контролерами відділень виробництва цукру) та робочими місцями операторів відділень
- 7) ведення архіву, що відображає технологічні дані про стан виробництва.
- 8) використання механотронних засобів в розробці системи пакування цукру в мішки;
- 9) застосування високоточних датчиків;

1.3 Аналіз подібних схем автоматизації для сушки цукру

Отриманий з центрифуги білий цукор має високу температуру (70 - 80 °С) та високу вологість (близько 1%). Цукор з такими показниками не можна

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відправляти на зберігання. Товарний цукор-пісок повинен мати вологість 0,1 - 0,14% при зберіганні в мішках і 0,03 - 0,05%. У такому вигляді цукор, який повинен бути витриманий і охолоджений до температури зберігання (20 - 25 ° С).

Волога в цукрі-піску знаходиться в основному на поверхні кристалів і незначно утримується останніми, тому вона легко видаляється в процесі сушіння.

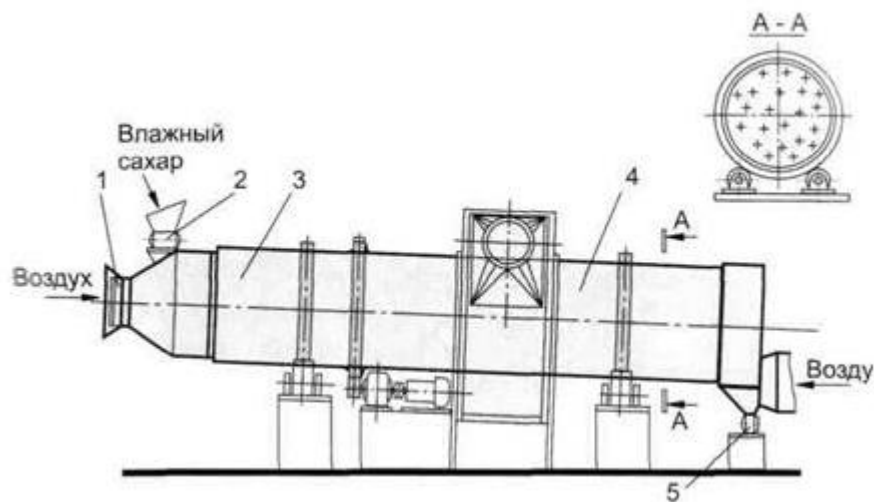
Цукор-пісок є гігроскопічним продуктом. Його гігроскопічність залежить від величини кристалів та вмісту домішок.

Саме на підставі досліджень гігроскопічних властивостей цукору-піску рекомендовані оптимальні параметри його зберігання: вологість 0,05 - 0,12% при зберіганні в складських приміщеннях зі штатною вологістю повітря 65 - 80% і температурі не менше 20 ° С.

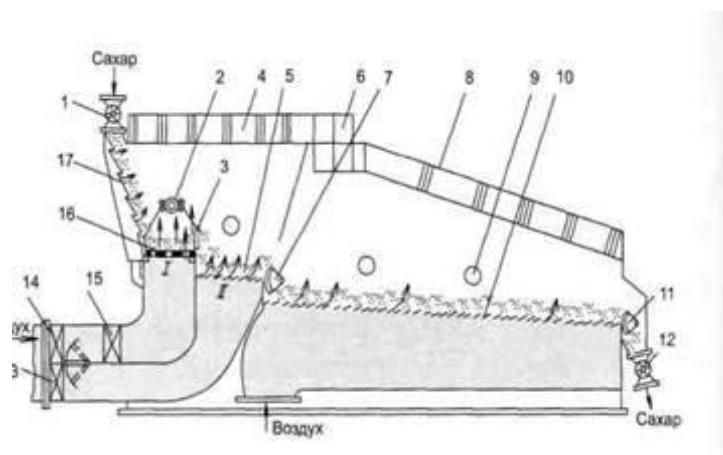
Для сушки цукору-піску застосовуються барабанні сушарки з прямим теплообміном і сушильні апарати з киплячим шаром. Теплоносієм може служити гаряче повітря. Однобарабанна сушильна установка представлена на рис. 7.27. Сушильно-охолоджувальний барабан встановлений з нахилом у стороні переміщення цукру і розділений на дві секції: сушильну (3) і холодильну (4). Перед сушильною секцією встановлено нагрівач для підігріву повітряного та ротаційного подавача, через який цукор подається на розрізнені насадки сушильної секції. При обертанні барабану цукор переміщується по насадкам, перемещается в послідовності (4), де охолоджується і виводиться з барабана. Із сушильної та охолодної секцій повітря очищається від цукрового пилу в пилоуловлювачах (циклонах). Висушений і охолоджений цукор звільняється від металічних домішок і комбінованих цукрів і після цього зберігається в бункері, звідки він потім упакується в мішки або ж в силосний склад для подальшого зберігання.

Цукорний пил із циклонів і грудки цукру розчиняють і подають у апарат продуктового відділення.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



До переваг барабанних сушарок слід віднести: велику продуктивність, високу економічність у витратах тепла й електроенергії, надійність у роботі, простоту конструкції і зручність експлуатації. Недоліки сушарок обумовлюються їх громіздкістю, високими капітальними витратами, подрібненням матеріалу при сушінні, тривалому контакті матеріалу з тепловим агентом (до 40 хв), забрудненню продуктів золюю з топки (0,2-0,7 %), налипанню вологого матеріалу на внутрішню поверхню і насадки барабана, а також пожежонебезпекою та викидами в атмосферу



Останнім часом для сушки цукру використовують сушилбно-холодильні установки СПС-20 або СК-1, в яких використовується принцип киплячого шару.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цих пристроях подають повітря під визначеним тиском до кристалічного цукру, який починає переміщатись у шарі, тому шар цукру-піску, що знаходиться в такому стані, називається кипінням. Корпус установки має прямокутну форму і розділений на дві камери: сушильну, стоячу з двох зон і холодильну. Цукор подається в сушильну камеру і розкладається на кристали. Одночасно під повітряним перекриттям відбувається подача горячого повітря, потік якого забезпечує інтенсивне перемішування кристалів і швидко їх висушування.

Висушений цукор з сушильного барабана пересипається в охолоджувальний барабан, в якому охолоджується очищеним в войлочному фільтрі повітрям, яке продувається в протитоці з цукром через охолоджувальний барабан вентилятором. Відпрацьоване повітря з обох барабанів направляється у пилеуловлювач, де звільняється від цукрового пилу і виходить в атмосферу. Цукровий пил розчиняється соком II сатурації після контрольного фільтрування і перекачується у мішалку стандарт-сиропу. Висушений до вмісту води від 0,04% до 0,10% та охолоджений до температури від 22°C - 25°C, цукор підіймається елеватором і стрічковим транспортером цукру, над яким встановлений магнітний сепаратор для уловлення феродомішок, транспортується у грудковловлювач. Середня продуктивність такого пристрою 23 т/г, вологість висушеного цукру не перевищує 0,05%.

Комплекс СК-1, у відмінній від СПС-апарату, знаходиться у відокремлених трьох агрегатах: сушильний апарат, холодильна камера та сортувальний апарат.

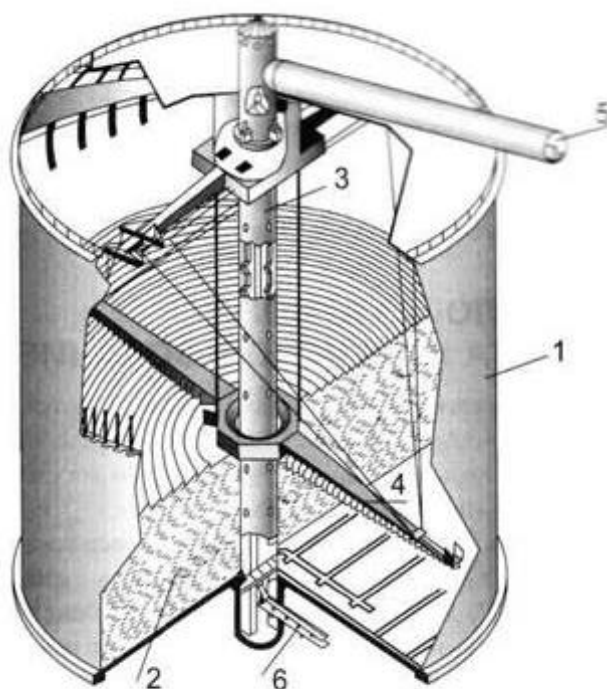
Під час експлуатації сушильно-охолоджуючих установок, особливо для сухого цукру-піску у ктп'ячому шарі, наявні пилеуловлюючі пристрої, в приміщеннях, де працюють ці установки.

У останньому році були широко застосовані силосні склади безтарного зберігання цукру-піску (силоса), що представляють собою вертикальні циліндри діаметром до 70 м і висотою до 45 м. Схема силосу для зберігання

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цукру-піску представлена на рис. 7.29. Силос має залізобетонні або сталеві стінки.

Цукор завантажується в силос через відвернуту опорну колонку (3). Для розподілення цукру за діаметром силоса служить обертаючий в горизонтальній поверхні реверсивний конвеєр (4). Вивантаження цукру з силосу реалізується за допомогою спеціального механізму (6).



Силосна апаратура з системою кондиціонування, яка забезпечує зниження температури $20 \pm 3^\circ \text{C}$ і відносна вологість $60 \pm 3\%$.

Кристали цукру-піску містять вологу на поверхні кристалів і всередині їх, так звана внутрішня волога, обумовлена інклюзією її кристалізації. Кількість води на поверхні кристалів також змінюється з рівнем відносної вологості повітря.

Надлишкова вологість на поверхні може призводити до злипання кристалів. Для промисловості це важливо, що наявна мілка фракція кристала може привести до злипання цукру при зберіганні його в силосах.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ЗАГАЛЬНО-СИСТЕМНІ РІШЕННЯ

2.1 Загальний опис об'єкту та системи

Система автоматизації забезпечує:

- автоматичний розпал топки (подача палива, запалення факела, контроль наявності факела); контур включає електрозапалишк типу Ез (12а, 12б) і прилад контролю полум'я і автоматичного розпалу газомазутних пальників Ф24.2 (13а, 13б)
- автоматику відсічення газу при аварійному порушенні режиму роботи сушарки; відтинає орган па подачі газу – запобіжний клапан типу ПКН (13в) з електромагнітом;
- автоматику стабілізації температури газоповітряної суміші, яка вимірюється термоперетворювачем опору типу ТСП, сигнал від якого надходить па електронний регулюючий прилад Р25.2 (1б) і далі на виконавчий механізм ПР-1М. (1в), що змінює подачу палива в топку:
- автоматичну стабілізацію температури цукру на виході з другої зони, зміну співвідношення витрат газоповітряної суміші - повітря перед вентилятором другого ступеня; температура вимірюється термоперетворювачем опору ТСП (7а); сигнал надходить па пропорційно-інтегральний регулятор Р25.2 (7б), що впливає на виконавчий механізм типу М.ЕО (7в); останній змінює проміжок на спеціальній жалюзній засувці і тим самим змінює співвідношення повітря в газоповітряній суміші;
- автоматичний контроль температури сушильного агента на вході в обидві зони сушарки, температуру цукру на виході з обох зон, температури топкових газів.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Студент		Кравчук П.С.			Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Клименко О.М.						
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ ІА-2-2м		

Система автоматичного управління процесом сушіння передбачає:

- автоматичний контроль розрідження в топці, тиску в магістралі подачі палива і в магістралі вентилятора високого тиску, який здійснюється датчиком напору типу ДН (9а, 10а, 11а.).

Системою передбачена світлова сигналізація відхилення технологічних параметрів від заданих значень, а також сигналізація порушення режиму роботи сушарки. Прилади контролю технологічних параметрів, апаратура управління і сигналізації розташовані на щиті управління сушарки.

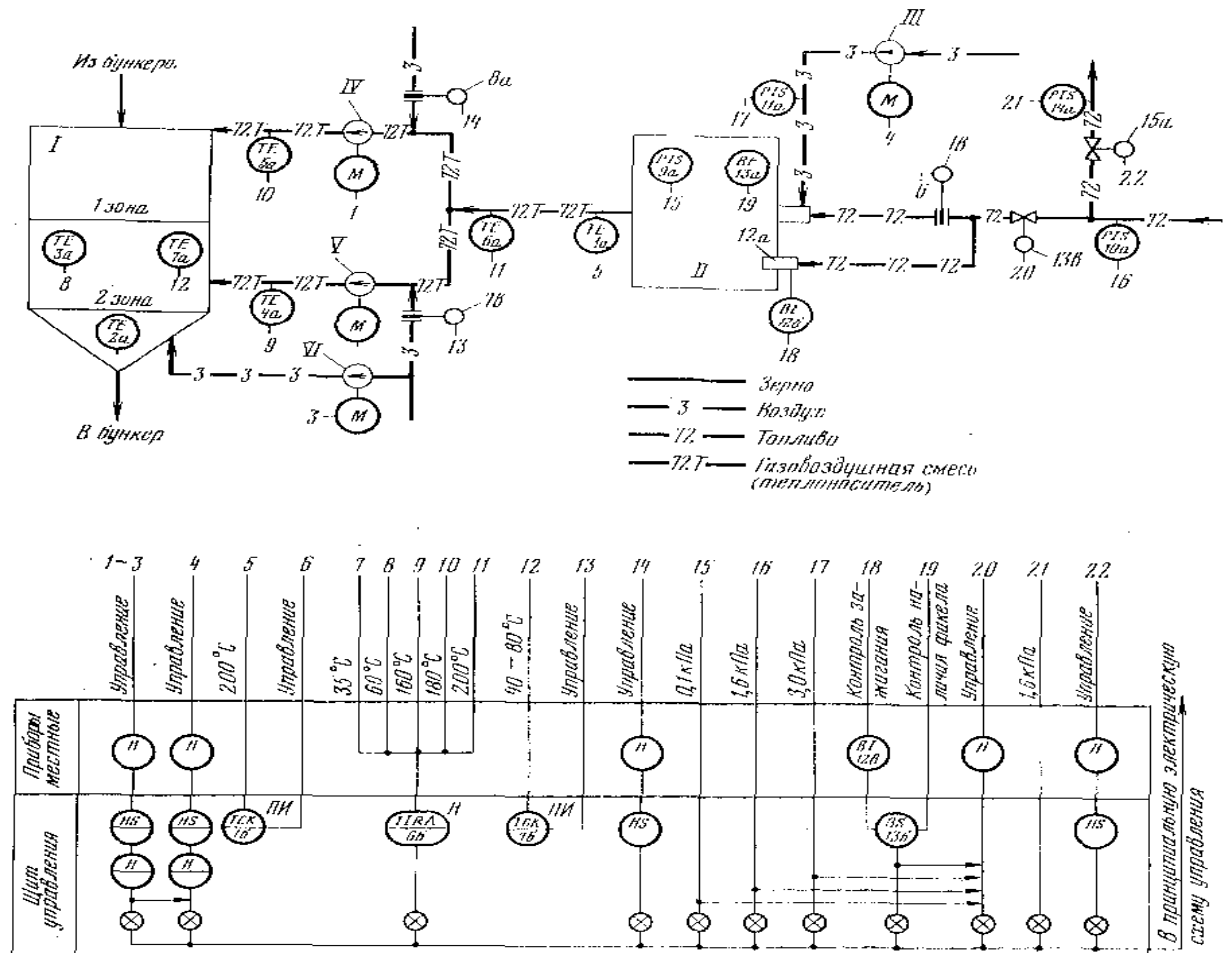


Рис. 2.1 Схема автоматизації відділення сушки цукру

Таблиця 2.1 Технологічні вимоги до системи автоматичного контролю і регулювання

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії
1	Сушильний апарат	Температура газоповітряної суміші в першій зоні	180 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату повітря з компресора
		Температура газоповітряної суміші в другій зоні	60 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
		Температура газоповітряної суміші в низу апарату	60 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
		Вміст сухих речовин в суслі	35%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
		Рівень в апараті	85 % ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун насосу
2	Топка	Температура повітря на виході	200 С ± 3 С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан витрати газу
		Наявність полум'я	Присутність/відсутність	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі газу
		Тиск в топці	0,1 КПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора
		Тиск в трубопроводі подачі газу в топку	1,6 КПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора

2.2 Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання

Аналіз вибраного об'єкту та дослідження дає можливість означити модель обладнання (Equipment) для вибраного підприємства та його частин. Ця модель дасть змогу розробити єдину функціональну структуру. Модель розробляється відповідно до вимог стандартів ISA-95, ISA-88 та ISA-106 та їх аналогів ІЕС. Моделі обладнання перетинаються у всіх наведених вище стандартах і є їх «спільним знаменником» (рис.2.2).

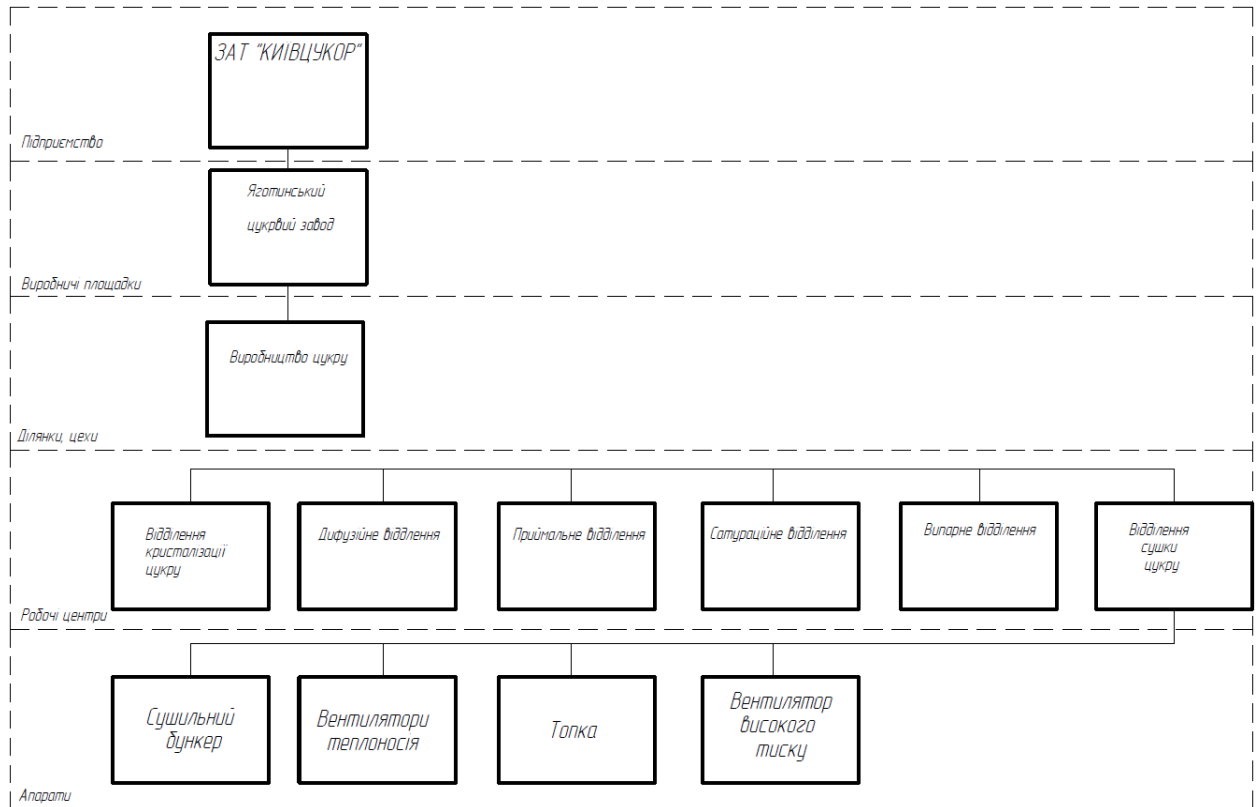


Рис.2.2 Загальна ієрархічна модель цукрового заводу

Стандарт ISA-95 охоплює діяльність верхніх чотирьох рівнів моделі ієрархії обладнання:

1. Підприємство (Enterprise) – це виробничий комплекс, що відповідає за певну номенклатуру виробів, які випускаються. Наприклад, це може бути агропромислове підприємство з декількома цукровими заводами, розташованими в різних місцях.

2. Виробнича площадка (Site) - це група об'єднаних об'єктів що забезпечують виробництво певного набору видів продукції згідно

календарного плану. Наприклад, це може бути цукровий завод, молочний завод.

3. Виробнича ділянка (Area) – це група об’єктів в рамках виробничої площадки, що забезпечує виробництво певних видів продукції згідно виробничої потужності. Наприклад, для цукрового заводу це може бути лінія виробництва цукру-піску або ТЕЦ, а для молочного – сирний цех або масло-цех.

4. Робочий центр – це технологічна комірка (Process Cell) для періодичних процесів, виробнича установка (Production Unit) для неперервних чи виробнича лінія (Production Line) для дискретних:

- представлення моделі технологічної комірки описується в ISA-88. Наприклад, для молочного виробництва технологічною коміркою може бути лінія приготування цільно-молочної продукції, або її частина;

- представлення моделі виробничої установки описується в технічних звітах ISA-106. Прикладом виробничої установки для цукрового виробництва є усі відділення з неперервними процесами, в т.ч. тракт подачі і мийки буряку, дифузійне відділення, відділення очистки і т.д.

- представлення моделі технологічної лінії для дискретних виробництв може бути описана аналогічно як в ISA–TR88.00.02. Це, наприклад, можуть бути склада-льні лінії виробництва побутової техніки.

Нижні три рівня ієрархічної моделі обладнання описується також стандартами ISA-88 або ISA-106, як і четвертий рівень. Вони повністю пов’язані з виробничим обладнанням, декомпозиція якого проводиться за функціональними ознаками.

У кваліфікаційній роботі пропонується наводити окремі схеми ієрархічної моделі обладнання для верхніх трьох рівнів та нижніх. Рівень деталізації збільшується для однієї з вибраних ділянок (цехів) та одного з робочих центрів (відділення).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Функціональна структура системи

Схема функціональної структури наведена у графічній частині (аркуш 1).

Функціональна структура КІСУ виробництвом цукру повинна мати 4-рівневу структуру:

- рівень датчиків (датчики, частотні перетворювачі (PDS), розподілені засоби вводу/виводу (RIO));
- рівень контролерів ;
- рівень SCADA/HMI;
- рівень управління виробництвом.

Система повинна бути функціонально та технічно розподіленою. При відсутності зв'язку всі підсистеми повинні працювати незалежно одна від одної. ПК СУШ з функціями SCADA/HMI є координуючою станцією для всієї лінії виробництва. Рівень управління виробництвом повинен включати робочу станцію головного технолога (диспетчерсько-координуючу станцію) для контролю за основними виробничими параметрами та технологічний сервер (ТС) для ведення архіву по параметрам виробництва.

Таблиця 2.2 Пояснення до схеми інформаційної структури

Позначення	Найменування
Польові ТЗА	Технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК ВАП	мікропроцесорний контролер для відділення вакуум-апаратів
ПЛК ДИФ	мікропроцесорний контролер дифузійного відділення
ПЛК ТРП	мікропроцесорний контролер тракту подіча буряків та мийки
ПЛК САТ	мікропроцесорний контролер сатураційного відділення
ПЛК ВИП	мікропроцесорний контролер випарного відділення
ПЛК СУШ	мікропроцесорний контролер відділення сушки цукру

Позначення	Найменування
ПК ВАП	АРМ оператора відділення вакуум-апаратів (на базі комп'ютера)
ПК ДИФ	АРМ оператора дифузійного відділення (на базі комп'ютера)
ПК ТРП	АРМ оператора відділення тракту подачі та мийки буряку (на базі комп'ютера)
ПК САТ	АРМ оператора сатураційного відділення (на базі комп'ютера)
ПК ВИП	АРМ оператора випарного відділення (на базі комп'ютера)
ПК СУШ	АРМ оператора відділення сушки цукру (на базі комп'ютера)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПК ДКС	диспетчерсько-координуюча станція - АРМ начальника зміни на базі комп'ютера
ТС ВЦ	технологічний сервер виробництва цукру - сервер архівів основних виробничих параметрів
E1.0, E2.0, E3.0, E4.0, E5.0, E6.0	вимірювальне перетворення
V1.0, V2.0, V3.0, E4.0, V5.0, V6.0	управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами
Y1.0, Y1.1, Y1.2, Y2.0, Y2.1, Y2.2, Y3.0, Y3.1, Y3.2, Y4.0, Y4.1, Y4.2, Y5.0, Y5.1, Y5.2, Y6.0, Y6.1, Y6.2, Y10.3, Y11.3	перетворення та обробка інформації
C1.1, C2.1, C3.1, C4.1, C5.1, C6.1	автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом
C1.2, C2.2, C3.2, C4.2, C5.2, C6.2	дистанційне управління, формування завдання, настройка регуляторів
S1.1, S2.1, S3.1, S4.1, S5.1, S6.1	автоматизоване включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач
S1.2, S2.2, S3.2, S4.2, S5.2, S6.2	дистанційне включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач, зміна режимів роботи регуляторів
I1.2, I2.2, I3.2, I4.2, I5.2, I6.2	відображення для контролю за технологічним процесом
I10.3	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом
R2.2, R4.2, R5.2, R6.2	реєстрація параметрів технологічного процесу
R11.3	реєстрація основних виробничих параметрів
A1.2, A2.2, A3.2, A4.2, A5.2, A6.2	контроль стану обладнання, технологічна сигналізація
A10.3	контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва

2.4 Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ)

Таблиця 2.3 Опис функцій, що автоматизуються

№	Найменування змінної	Польові ТЗА СУШ		ПЛК СУШ		Scada СУШ						
		syh.E0	syh.V0	syh.Y1	syh.C1	syh.Y2	syh.I2	syh.HC2	syh.Rtr2	syh.Rlog2	syh.Alog2	syh.Alog2
	Т Температура повітря після топки	0-300 C	-	IN	syh.TC1	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<80C, >130C	1mic
	Т Температура повітря перед в ходом в другу зону бункера	0-300 C	-	IN	-	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<80C, >130C	1mic
	Т Температура в другої зоні	0-300 C	-	IN	-	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<80C, >130C	1mic
	Т Температура в другої зоні	0-300 C	-	IN	syh.TC2	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<80C, >130C	1mic
	Р Тиск в топці	0-3 МПа	-	IN	-	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<0,05 МПа, >2 МПа	1mic
	Р Тиск в трубопроводі подачі газу	0-3 МПа	-	IN	-	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<0,05 МПа, >2 МПа	1mic
	Р Тиск в трубопроводі відводу газу	0-3 МПа	-	IN	-	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<0,05 МПа, >2 МПа	1mic

					Кваліфікаційна робота						Арк.
											21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

№	Найменування змінної	Польові ТЗА СУШ		ПЛК СУШ		Scada СУШ						
		syh.E0	syh.V0	syh.Y1	syh.C1	syh.Y2	syh.I2	syh.HC2	syh.Rtr2	syh.Rlog2	syh.Alog2	syh.Alog2
	BE Наявність полум'я в топці в першій зоні	0/1	-	IN	syh.BC1	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<0,05 МПа, >2 МПа	1mic
	BE Наявність полум'я в топці В другій зоні	0/1	-	IN	syh.BC2	IN	1c	-	4c, 1mic	-	<0,05 МПа, >2 МПа	1mic
	Двигун вентилятора газоповітряної суміші сушки 1ї зони	-	0-650 об/хв	OUT	syh.FC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	>600 об/хв	1mic
	Двигун вентилятора повітря сушки	-	0-650 об/хв	OUT	syh.FC2	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	>600 об/хв	1mic
	Двигун вентилятора газоповітряної суміші сушки 2ї зони	-	0-650 об/хв	OUT	syh.FC3	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	>600 об/хв	1mic
	Двигун вентилятора повітря точки	-	0-650 об/хв	OUT	syh.FC4	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	>600 об/хв	1mic
	Клапан подачі газу в топку	-	0-100 %	OUT	syh.TC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	<200 C	1mic
	Reg T подачі газу в топку Kp	-	-	-	syh.TC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	-	1mic
	Reg T подачі газу в топку Ki	-	-	-	syh.TC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	-	1mic
	Reg T подачі газу в топку p/a	-	-	-	syh.TC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	-	1mic
	Reg T сиропу в збірнику min	-	-	-	syh.TC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	-	1mic
	Reg T подачі газу в топку max	-	-	-	syh.TC1	INOUT	1c	+	4c, 1mic	1mic	-	1mic

2.5 Структурна схема комплексу технічних засобів

Структурна схема КТЗ наведена на листі №2 графічного додатку і відображає зв'язок технічних засобів 6-х відділень виробництва цукру. Нижче наведена таблиця з переліком основних компонентів структурної схеми КТЗ.

Таблиця 2.4. Умовні позначення до структурної схеми КТЗ

Позначення	Найменування
Польові ТЗА	Технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК ВАП	мікропроцесорний контролер для відділення вакуум-апаратів
ПЛК ДИФ	мікропроцесорний контролер дифузійного відділення
ПЛК ТРП	мікропроцесорний контролер тракту подіча буряків та мийки
ПЛК САТ	мікропроцесорний контролер сатураційного відділення
ПЛК ВИП	мікропроцесорний контролер випарного відділення
ПЛК СУШ	мікропроцесорний контролер відділення сушки цукру
ПК ВАП	АРМ оператора відділення вакуум-апаратів (на базі комп'ютера)
ПК ДИФ	АРМ оператора дифузійного відділення (на базі комп'ютера)
ПК ТРП	АРМ оператора відділення тракту подачі та мийки буряку (на базі комп'ютера)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позначення	Найменування
ПК САТ	АРМ оператора сатураційного відділення (на базі комп'ютера)
ПК ВИП	АРМ оператора випарного відділення (на базі комп'ютера)
ПК СУШ	АРМ оператора відділення сушки цукру (на базі комп'ютера)
ПК ДКС	диспетчерсько-координуюча станція - АРМ начальника зміни на базі комп'ютера
ТС ВЦ	технологічний сервер виробництва цукру - сервер архівів основних виробничих параметрів

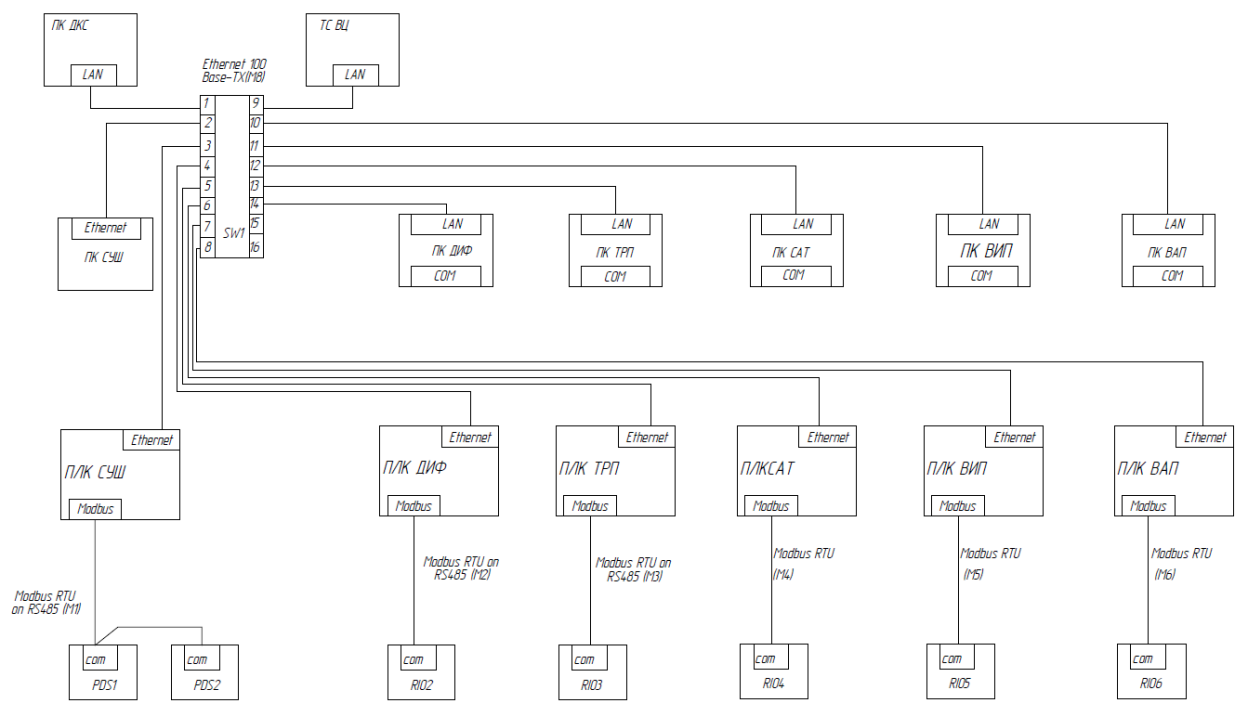


Рис.2.3 Структурна схема КТЗ

Таблиця 2.5. Відомість мережних технічних засобів

Позиція, позначення	Найменування	К-ть	Примітка
ПК ДКС	ПК начальника зміни	1	Офісного виконання
ТС	технологічний сервер виробництва цукру	1	Офісного виконання
ПЛК ВАП	мікропроцесарний контролер для відділення вакуум-апаратів	1	Modicon M340 (BMX P34 2020)
ПЛК ДИФ	мікропроцесарний контролер для дифузійного відділення	1	Modicon M340 (BMX P34 2020)
ПЛК ТРП	мікропроцесарний контролер для відділення тракту подачі та мийки буряків	1	Modicon M340 (BMX P34 2020)
ПЛК САТ	мікропроцесарний контролер для сатураційного відділення	1	Modicon M340 (BMX P34 2020)
ПЛК ВИП	мікропроцесарний контролер для випарного відділення	1	Modicon M340 (BMX P34 2020)
ПЛК СУШ	мікропроцесарний контролер відділення сушки цукру	1	Modicon M340 (BMX P34 2020)
ПК ВАП	ПК оператора відділення вакуум-апаратів	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ДИФ	ПК оператора дифузійного відділення	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ТРП	ПК оператора відділення тракту подачі та мийки буряку	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК САТ	ПК оператора сатураційного відділення	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ВИП	ПК оператора випарного відділення	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК СУШ	ПК оператора відділення сушки цукру	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
SW 1	Промисловий комутатор	1	Ethernet 100 Base-TX(M1)
RIO1,RIO2,RIO3 RIO4,RIO5,RIO6	Засоби віддаленого вводу / виводу	6	VIPA 115SER 6BL32
PDS1,PDS2	Частотні перетворювачі	1	Lenze 8200 Vector

2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення

Для показу реалізації інформаційних потоків з точки зору програмного забезпечення, в дипломному проекті була виконана схема інформаційної структури ІАСУ. Дана схема наведена в графічному додатку до дипломного проекту, лист №7.

Схема інформаційної структури ІАСУ дає:

- уявлення про обмін даними в мережі;
- слугувати інструментом для вияву конфліктних ситуацій, вирішення оптимальної стратегії зв'язку, зменшення надлишкових потоків і т.д.;
- слугувати технічним завданням для програмістів, які відповідають за певну частину проекту.

Наочність дає змогу краще зрозуміти процеси обміну, які діють в системі, тому бажано особливо не насичувати її надлишковою інформацією.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Саме з цієї схеми можна почати розподілення адрес між пристроями, виділення ресурсів (змінних), визначення клієнта та сервера тощо.

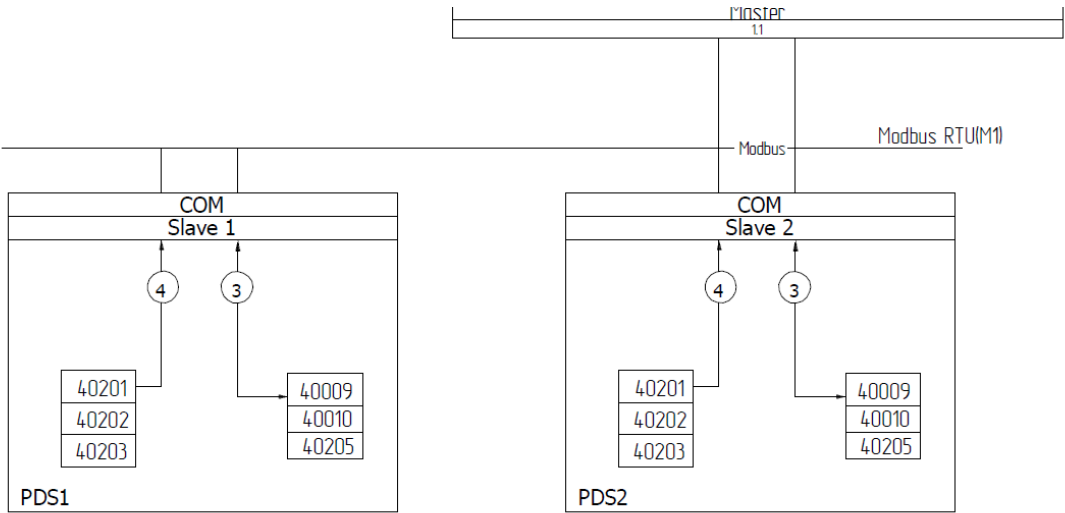


Рис.2.4. Інформаційна структура мережі M4

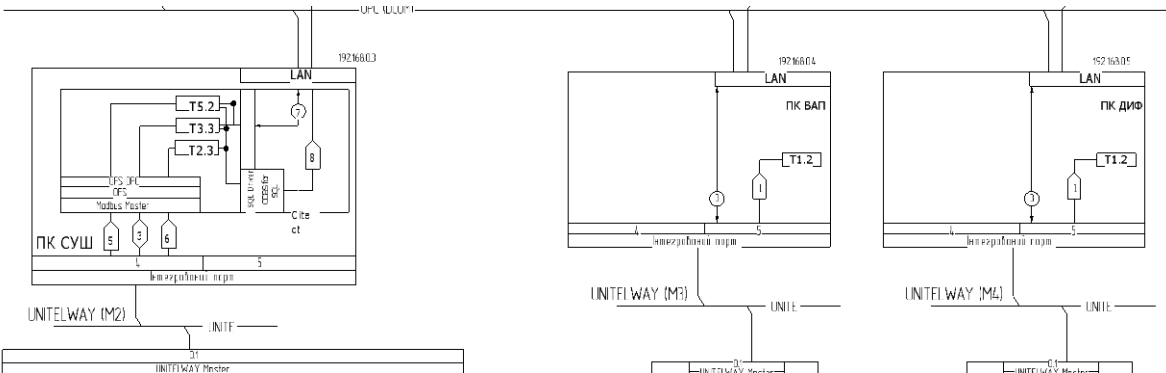


Рис.2.5. Інформаційна структура мережі M2, M3, M4

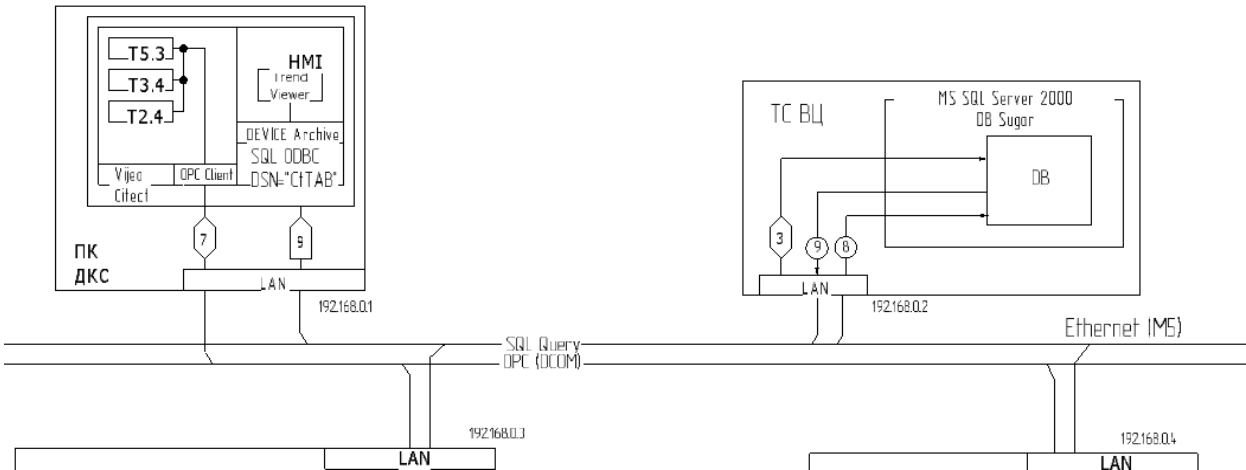


Рис.2.6. Інформаційна структура мережі M5

3. РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

3.1. Схема автоматизації та специфікація приладів та засобів автоматизації польового рівня

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю, сигналізації і регулювання основних технологічних параметрів.

Температура

Важливим параметром контролю є температура повітря після топки та в самому сушильному барабані. В якості первинних перетворювачів були обрані термометри опору ТСМ-1088 із вторинними перетворювачами Rosemount 148 (1а-4а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Регулювання відбувається після топки та в першій зоні барабана. Сигнал 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмо перетворювач Samson 6111 (1б,4б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310 (1в,4в), який змінює кількість повітря або газу, що надходить в топку.

Також присутні 2 контури індикації температури в 2й зоні та внизу барабана. Сигнал 4..20 мА поступає на МПК, та на екран оператора.

Також передбачено ручне та дистанційне управління контуром регулювання температури сула на виході із підігрівача блоку ручного управління БРУ-107 (1г,4г). Якщо режим роботи автоматичний, то управляючий сигнал 4-20 мА, через модуль аналогових виходів МПК надходить на вхід БРУ, на виході із БРУ-107 видається сигнал 4-20 мА модуль аналогових входів МПК, аналогічний як і той що надійшов від модуля аналогових виходів до БРУ.

					Кваліфікаційна робота					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів	Літ.	Арк.	Акрушів		
Студент		Кравчук П.С.								
Керівник		Клименко О.М.								
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.								
						НУХТ ІА-2-2м				

26

А далі сигнал обробляється в програмі, і видається управляючий сигнал з модуля аналогових виходів через електроперетворювач, далі на клапан пневматичний, який змінює ступінь відкриття регулюючого органу. У разі ручного режиму управління ручним задатчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-10, таким чином змінюючи ступінь відкриття клапану, і таким чином процес проводиться інтенсивніше, або повільніше, в залежності яке значення вихідного вихналу БРУ, що ми встановили.

Тиск

Вимірювання тиску здійснюється в трубопроводах подачі газу за допомогою тензометричного перетворювача тиску Sitrans P Compact (5а-7а) з якого уніфікований струмовий сигнал 4..20 мА опрацьовується в МПК, та виводиться відповідне значення на екран оператору.

Розпалювання топки

Контур включає електрозапалюючий пристрій, фотодатчик наявності полум'я (8а,8б). При аварійному порушенні роботи топки за допомогою електропневматичного перетворювача Samson 6111 (8в,9в), який керує пневматичним поворотним клапаном Samson 3310 (8г,9г) припиняється подача газу в топку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірюван ня	Кільк сть, _ро.	Примі тка
1а-4а	Цифрова похибка: $\pm 0,15\%$ інтервалу вимірювання або $0,3^{\circ}\text{C}$ (33°F) для Pt100 Вплив температури навколишнього середовища: $0,009^{\circ}\text{C}$ або $0,006\%$ інтервалу вимірювання для термометрів опору; $0,03^{\circ}\text{C}$ або $0,006\%$ інтервалу вимірювання для термопар Стабільність: $\pm 0,15\%$ або $0,15^{\circ}\text{C}$ (32°F) за 1 рік Вхідний сигнал: 2-, 3- і 4-х провідні термометри опору, термопари, мВ, Ом Вихідний сигнал: Можливість програмування з допомогою комп'ютера Напруга живлення: 12 В	68	Шт.	4	Rose mout
5а-7а	Перетворювач тиску Діапазони вимірювання: $-1 \dots +1000 \text{ bar}$ / $-0,1 \dots +100 \text{ Мпа}$ / $(-14.5 \dots +15000 \text{ psig})$ Найменший діапазон виміру: $+0,1 \text{ bar}$ / $+10 \text{ kPa}$ ($+1.45 \text{ psig}$) Похибка вимірювання: $<0,075\%$; $<0,1\%$; $<0,2\%$ Приєднання Різьблення: від $G\frac{1}{2}$, фланці від DN 25, $1\frac{1}{2}$ «, Гігієнічні приєднання: Температура _роцесу $-40 \dots +200^{\circ}\text{C}$ ($-40 \dots +392^{\circ}\text{F}$) Температура навколишнього середовища, зберігання і транспортування: $-40 \dots +80^{\circ}\text{C}$ ($-40 \dots +176^{\circ}\text{F}$) Робоча напруга: $9,6 \dots 35 \text{ V DC}$	Sitrans P Comp act	МПа	3	Sieme ns
8а,9а	Фотодатчик наявності полум'я Робочий діапазон: спектр, λ , нм ультрафіолетовий, <310 Харчування фотодатчика: - Постійна напруга, В: 24 - Споживаний струм, мА: від 24 до 30 Вихідний сигнал, мА 4 - 20 Температура навколишнього середовища: $^{\circ}\text{C}$ від -40 до $+60$ Ступінь захисту, (код IP): IP54 Габаритні розміри, мм: 60 x 140 x 85 Маса фотодатчика, кг: 0,4	ФДА- 03	Шт.	2	Пром пбор

№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірюван ня	Кільк сть, _ро.	Примі тка
10а-13а	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	8200 Vector	Шт.	4	Lenze
1б,4б. 8в,9в	Елект.-пневмат. Перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. Сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 кПа	6111	Шт.	4	Samso n
1в,4в. 8г,9г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. Сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 76,2 ... 304,8 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 Мпа	3310	Шт.	4	Samso n
1г,4г,13б	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 мА (R _{вх} = 400 Ом); - 0 (4) -20 мА (R _{вх} = 100 Ом); - 0-10 (R _{вх} = 25 кОм). Сигнали РУЧ / АВТ: - логічний "0" - 0-7В; - логічна "1" - 18-30В. Інтерфейс / протокол: - RS-485 / ModBus. Аналоговий вихід: - 0-5 мА (R _н ≤ 2кОм); - 0 (4) -20 мА (R _н ≤ 500 Ом); - 0-10 (R _н ≥ 2кОм). Чотири переключаючих реле: - 1, 2 вихід: до = 34В, 250мА; - 3, 4 вихід: до 220, 0,25А.	БРУ7 0	шт	3	Мікро л

3.2. Схема компонування та специфікація модулів ПЛК та засобів RIO і PDS

Схема проектного компонування ПЛК та пункту управління наведена на листі №7 графічного додатку до дипломного проекту.

Місце розміщення пунктів управління визначається з врахуванням особливостей технологічного процесу, норм протипожежних вимог будівельного проектування компонованих будівельних рішень прийнятих в

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних галузях промисловості, зручності управління автоматизованим об'єктом.

Щитові приміщення не слід розміщувати у виробничих приміщеннях з надлишковим тепловиділенням, наявністю шкідливих газів, технологічним процесом з виділенням вологи, під вентиляційними камерами загальнообмінної вентиляції.

Пункти управління не повинні піддаватися впливу вібрацій, магнітних полів, що виникають від електротехнічних установок та обладнань. Наявність магнітних полів в місці розташування щитового приміщення може викликати додаткову похибку приладів.

Між виробничими приміщеннями і пунктами управління повинне забезпечуватися сполучення. Коридори, що ведуть в щитове приміщення управління не повинні ускладнювати транспортування щита та іншого обладнання, що в них встановлюється.

Через щитові приміщення не можна прокладати транзитні трубопроводи опалення, водопостачання, каналізації, вентиляції, технологічні трубопроводи, газові трубопроводи.

Параметри оточуючого середовища повинні створювати комфортні умови для роботи оператора: температура 19-20°C, відносна вологість 40-60%, рівень шуму не більше 70дБел, вентиляція приміщення повинна забезпечити п'яти кратний обмін очищеного повітря за годину, природне освітлення не менше 100% (площа вікон до площі підлоги 12-18%), освітленість 100-150Люкс. В якості засобів пожежотушіння в пунктах управління слід застосовувати вуглекислотні і порошкові вогнегасники, а також пісок і інші засоби пожежогасіння.

Електрична і трубна проводки в пунктах управління повинні бути прокладені закритим способом. Для цього можуть використовуватись спеціальні канали або подвійні поли чи кабельні поверхи, короби чм захисні труби.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підлога в щитових приміщеннях повинна бути не електропровідною, що дозволяє значно підвищити електробезпеку цих приміщень. Вона не повинна допускати проникнення вологи і шкідливих газів.

Вихід з щитового приміщення в виробниче з хімічно активним середовищем повинний виконуватись через коридор .

Приміщення пунктів управління повинні мати вікна, що забезпечують достатнє природне освітлення.

В приміщеннях щитів управління повинне бути передбачене робоче і аварійне освітлення як від загальної мережі так і від мережі аварійного освітлення об'єкта, що автоматизується. Електропроводка при цьому прокладається захованим способом.

Компонування пункту управління даного проекту зображено на графічному матеріалі (аркуш 5) у масштабі 1:10.

При установці щитів в щитових приміщеннях необхідно виконувати вимоги діючих правил про допустиму ширину проходів між рядами щитів, відстанями між струмоведучими частинами приладів і апаратів розташованих на протилежно встановлених рядах щитів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

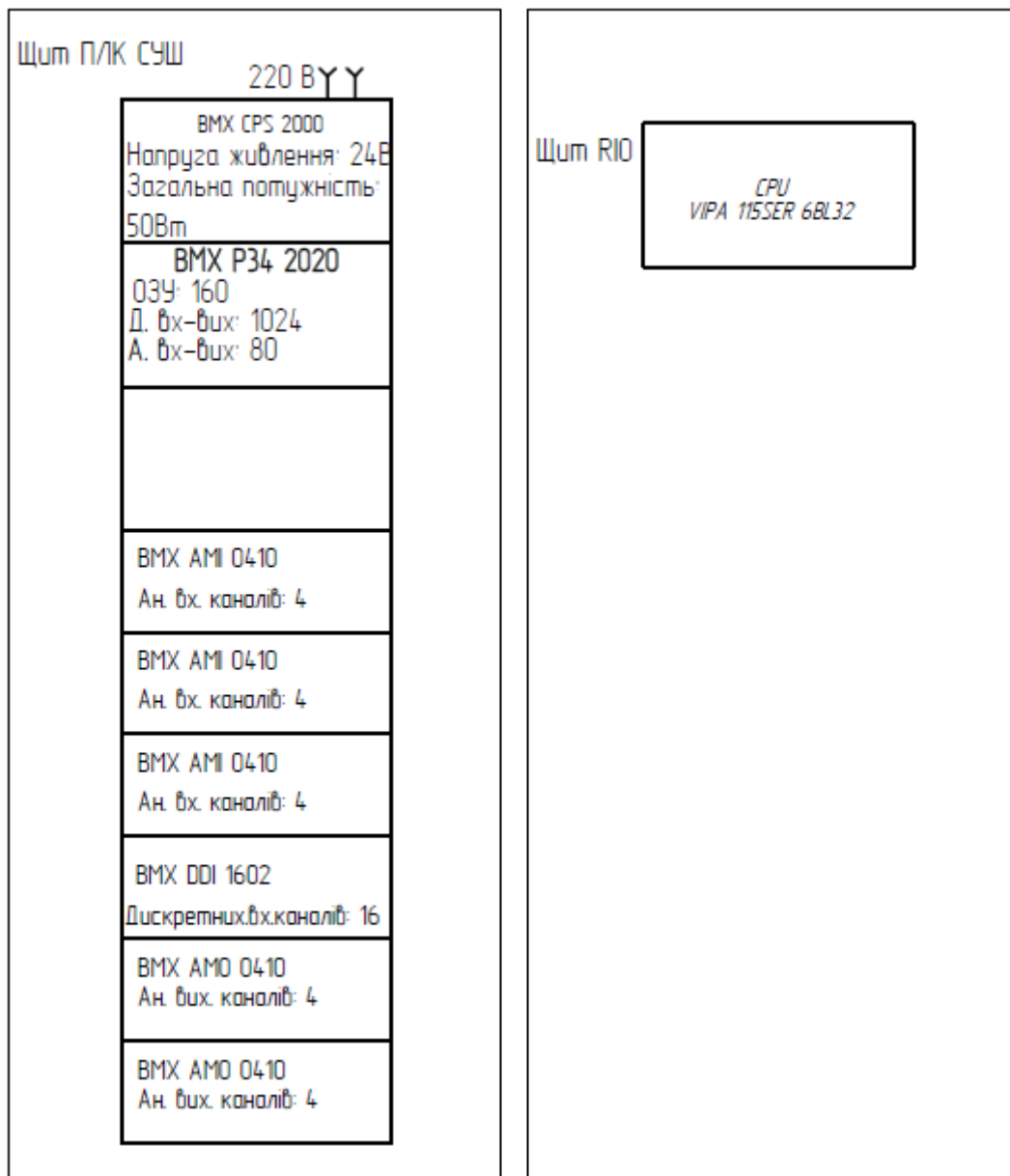


Рис.3.1 Схема компонування ПЛК та засобів RIO

Таблиця 3.2. Специфікація комплексних засобів автоматизації

Пози- ція	Найменування	Шифр для замовлення	Виробник	Одиниця виміру	Кіл- сть
1.	Блок живлення (PS)	BMX CPS 2000	Schneider Electric	шт.	1
2.	Процесорний модуль	BMX P34 2020	Schneider Electric	шт.	1
3	Модуль вхідних аналогових сигналів	BMX AMI 0410	Schneider Electric	шт.	3

Пози- ція	Найменування	Шифр для замовлення	Виробник	Одиниця виміру	Кіл- сть
5.	Модуль вихідних аналогових сигналів	BMX AMO 0410	Schneider Electric	шт.	2
6	Модуль вхідних дискретних сигналів	BMX DDI 1602	Schneider Electric	шт.	1
7	Модуль віддаленого вводу/виводу	VIPA 115SER 6BL32	Schneider Electric	шт.	1

3.3. Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління, сигналізації та живлення

В даному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Modicon M340”.

Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
- 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
- 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
- 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуваними механізмами.

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»)) При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

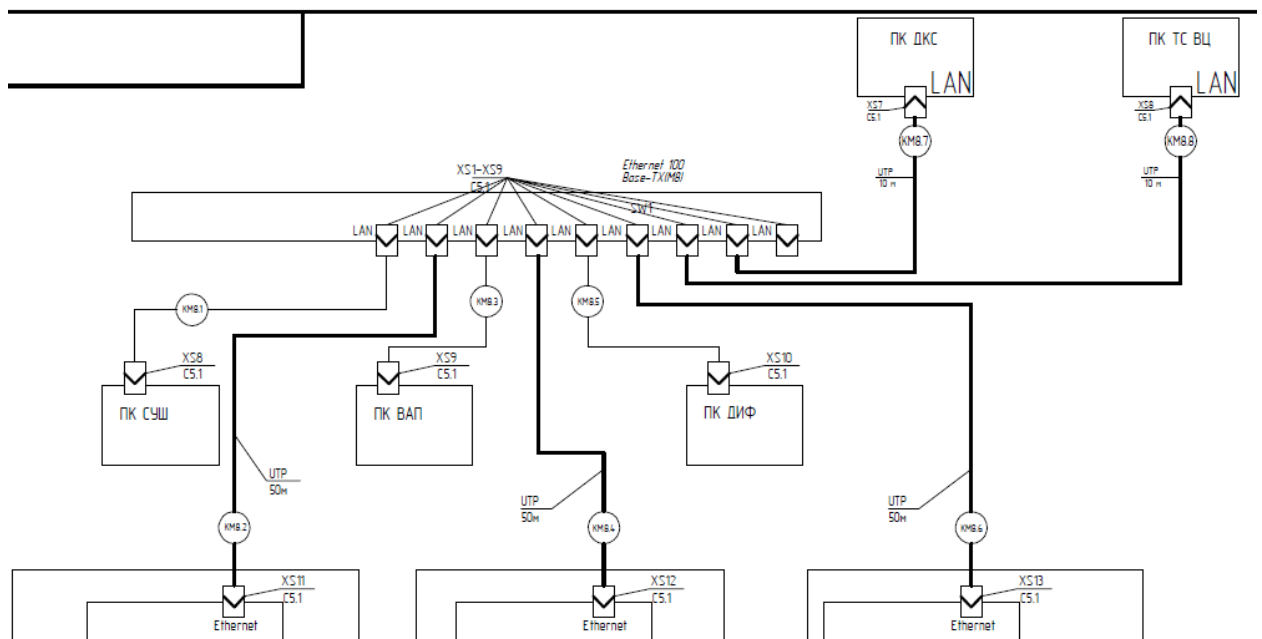
3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж

Схема з'єднань та підключень проводок промислових мереж наведена в графічному додатку до кваліфікаційної роботи, лист №6.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У кваліфікаційній роботі схеми з'єднань та підключень проводок розробляються для промислових мереж ІО та PLC-НМІ АСУТП основного відділення, а також для промислових мереж PLC АСУТП виробництва, якщо інше не обумовлено завданням.

Зображення електричних зв'язків між ТЗА, які використовуються для передачі даних по промисловим мережам проводиться з використанням схеми з'єднань та підключень проводок мереж. У кваліфікаційній роботі дозволяється виконання схеми з'єднань проводок промислових мереж з зображенням на них підключень засобів обчислювальної техніки (суміщений спосіб). Якщо суміщений спосіб дуже ускладнює читання схеми, вона доповнюється схемами підключень.



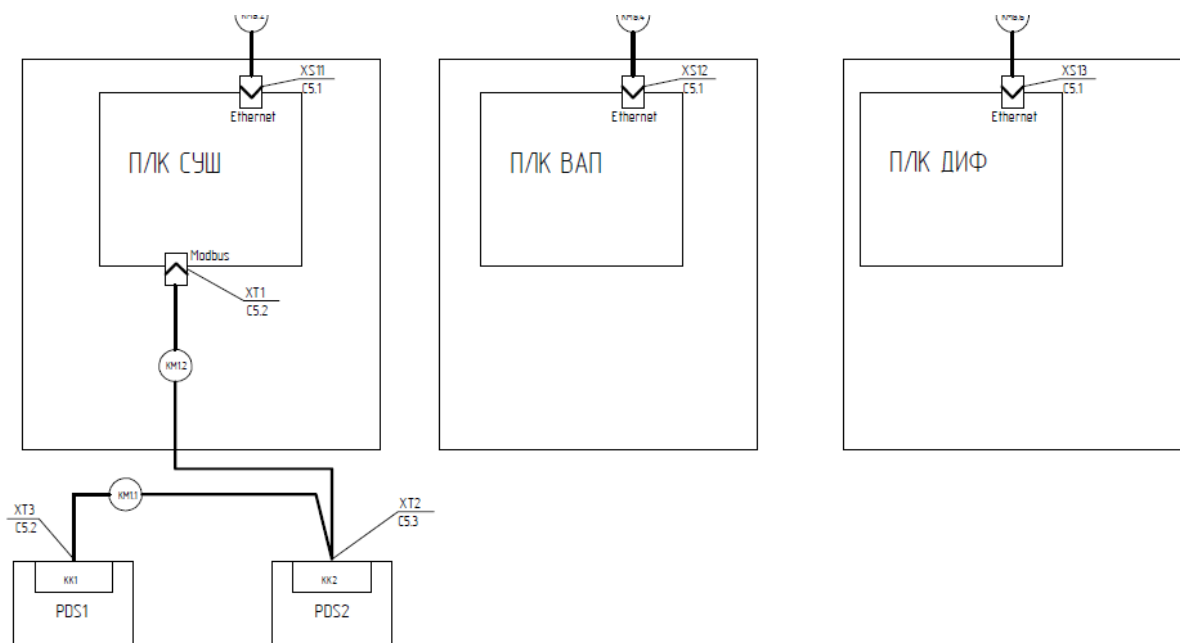


Рис.3.2 Схеми з'єднань проводок мереж

Таблиця 3.3. Перелік елементів до схеми з'єднань

Позиція, позначення	Найменування	К –ть	Примітка
ПК ДКС	ПК начальника зміни	1	Офісного виконання
ТС	технологічний сервер виробництва цукру	1	Офісного виконання
ПЛК ВАП	мікропроцесорний контролер для відділення вакуум-апаратів	1	Modicon M340 (ВМХ Р34 2020)
ПЛК ДИФ	мікропроцесорний контролер для дифузійного відділення	1	Modicon M340 (ВМХ Р34 2020)
ПЛК СУШ	мікропроцесорний контролер для сушильного відділення	1	Modicon M340 (ВМХ Р34 2020)
ПК ДИФ	ПК оператора дифузійного відділення	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК ВАП	ПК оператора вакуум-апарату	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
ПК СУШ	ПК оператора відділення сушки цукру	1	вже експлуатується Celeron 1,7 GHz, RAM 256Mb
SW 1	Промисловий комутатор	1	Ethernet 100 Base-TX(M1)
КМ 8.1 –КМ 8.8	Кабель UTP вита пара		
X S1-XS3	Мережний з'єднувач швидкого монтажу для Ethernet	13	Неекранований RG-45 типу вилка
PDS1/PDS2	Частотний перетворювач	2	Lenze 8200 Vector

4. СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Даний розділ виконується при розробці підсистеми управління технологічним процесом як індивідуальне(спеціальне) завдання роботи. При цьому, як правило, створюються елементи алгоритмічного та програмного забезпечення підсистеми автоматизованого управління технологічним процесом.

4.1. Опис алгоритму



Рис.4.1. Блок-схема алгоритму управління

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Студент		Кравчук П.С.			Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Клименко О.М.						
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ ІА-2-2м		

4.2. Опис спеціального програмного забезпечення

Для програмування ПЛК Modicon M340 використовується програмне забезпечення UnityPro, яке постійно розвивається і існує багато його версій. Тому дуже важливо звертати увагу на те, щоб версія операційної системи, яка записана у пам'ять контролера співпадала з версією

програмного забезпечення, за допомогою якого планується програмувати ПЛК.

Розробка прикладної програми включає в себе декілька етапів. На першому етапі розробки прикладного програмного забезпечення необхідно визначити структуру програми користувача, яка може бути однозначною чи багатозначною. Крім того вона може включати в себе підпрограми та задачі обробки подій. Кожна з цих задач програмується окремо. Програмування кожної задачі може відбуватися з використанням мов програмування, які підтримує ПЛК. У контролерів Modicon можуть використовуватись 4 мови програмування. Для розроблення прикладної програми необхідно виконати процедуру конфігурування контролера та налаштування окремих модулів.

У процесі роботи зі змінними можна використовувати не тільки адресну форму їх представлення а й присвоювати змінним символічні імена, які можна використовувати як при програмуванні, так і при відлагоджуванні програми.

Може бути рекомендована та послідовність розробки ПРК:

- виконується конфігурування контролера;
- визначається структура програми користувача;
- якщо структура програми багатозначна, то вхідні і вихідні сигнали групуються по задачам;
- змінним присвоюються символічні імена;
- готується та налагоджується програма для окремих під задач програми.

У процесі конфігурування контролера розрізняють програмну та апаратну конфігурацію.

Для виконання програмної конфігурації задається кількість

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

функціональних блоків (таймерів, лічильників, одновібраторів, драм-контролерів та регістрів), а також кількість бітів, слів пам'яті і констант які будуть використовуватись у прикладній програмі користувача.

Апаратна конфігурація виконується за кілька етапів. Спочатку за допомогою спеціального редактора у графічному вигляді задається розташування у шасі контролера модулів, яке повинно відповідати реальному фізичному розташуванню модулів у ПЛК. Це дуже важливо, оскільки у контролерах цього типу прийнята географічна адресація змінних. У разі зміни складу, або розташування модулів у ПЛК необхідно буде зробити переадресацію змінних. На другому етапі виконується конфігурування окремих модулів і, в залежності від типу модуля, задаються його параметри.

Для даного проекту використовується мову структурованого тексту (Structured Text. Програма на мові структурованого тексту, подібна до правил написання на відомих алгоритмічних мовах і складається з програмних рядків, написаних із використанням відповідних правил побудови, інструкцій, стандартних процедур, зарезервованих слів і мнемонічних значень, які визначають алгоритм обробки змінних різних типів. Текст програми на мові структурованого тексту організована в послідовності рядків, яка починається з знаку оклику, який генерується автоматично, і може включати в себе наступні елементи: мітку, коментарі і одну або більшість інструкцій і команд, розподілених знаком «;». Для розробки інтерфейсу SCADA/HMI в даному проекті було використано програми Zenon v6.5, Unity Pro XL, та OFS server. Щоб забезпечити зв'язок розробленої програми з мнемосхемою було використано OFS server, шляхом конфігурування нової мережі, та прив'язки кожної зміни створеної в Unity Pro до нового тегу в Zenon. Програмне забезпечення Zenon використовувалося для побудови мнемосхеми управління відділенням сушіння цукру та вистою вальним відділенням, з метою забезпечення найбільш зручного управління процесом випікання. Всі технологічні параметри відображені на основній мнемосхемі. Для реєстрації, архівування та зберігання технологічних

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

даних, в програмному забезпеченні Zenon було створено 3 вікна трендів, для реєстрації технологічних параметрів, що змінюються, а також вікно алармів, для відображення подій, тривог та аварій. Зображення мнемосхем та трендів знаходяться в графічному додатку до дипломного проекту, лист №8.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

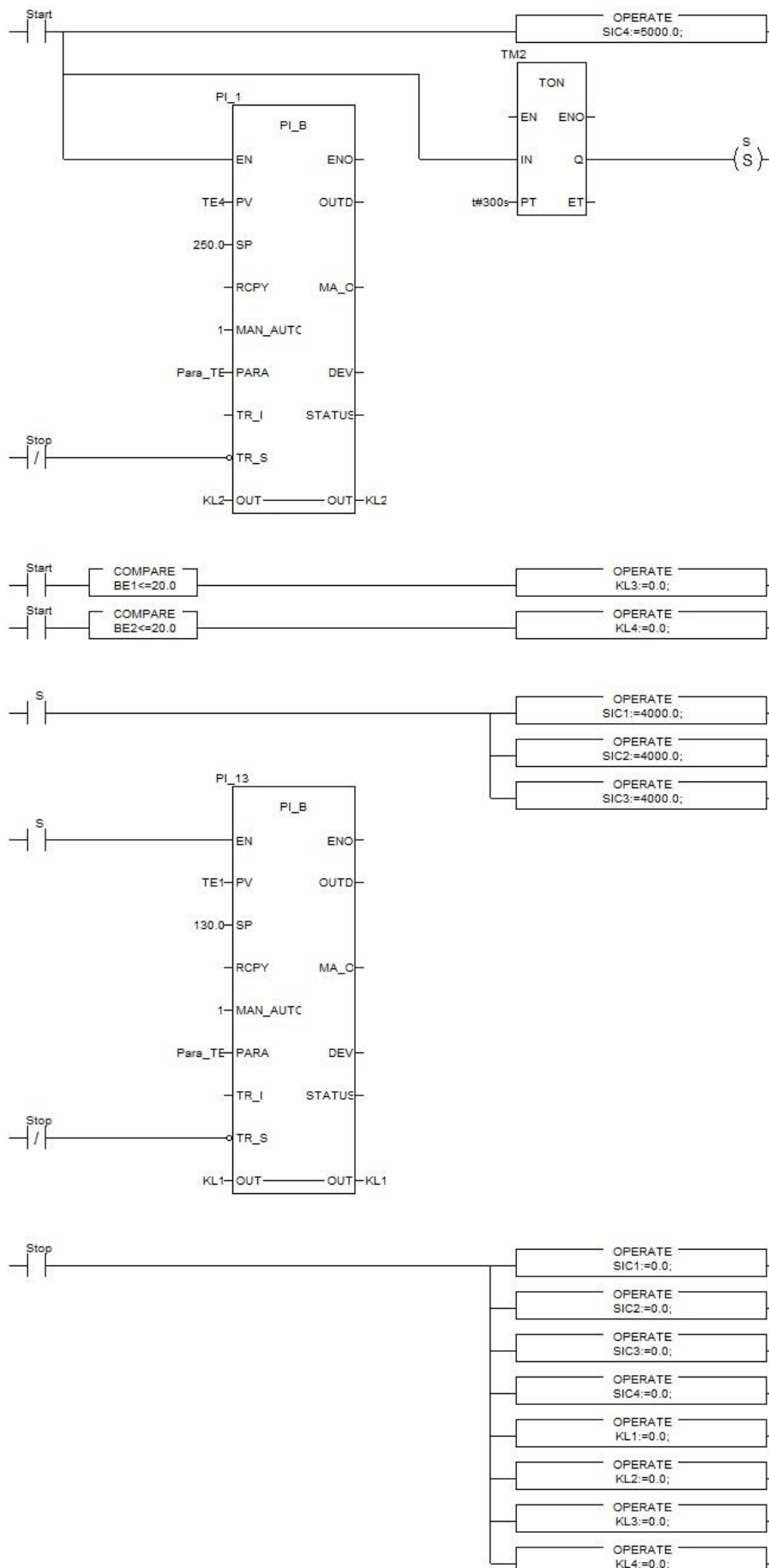
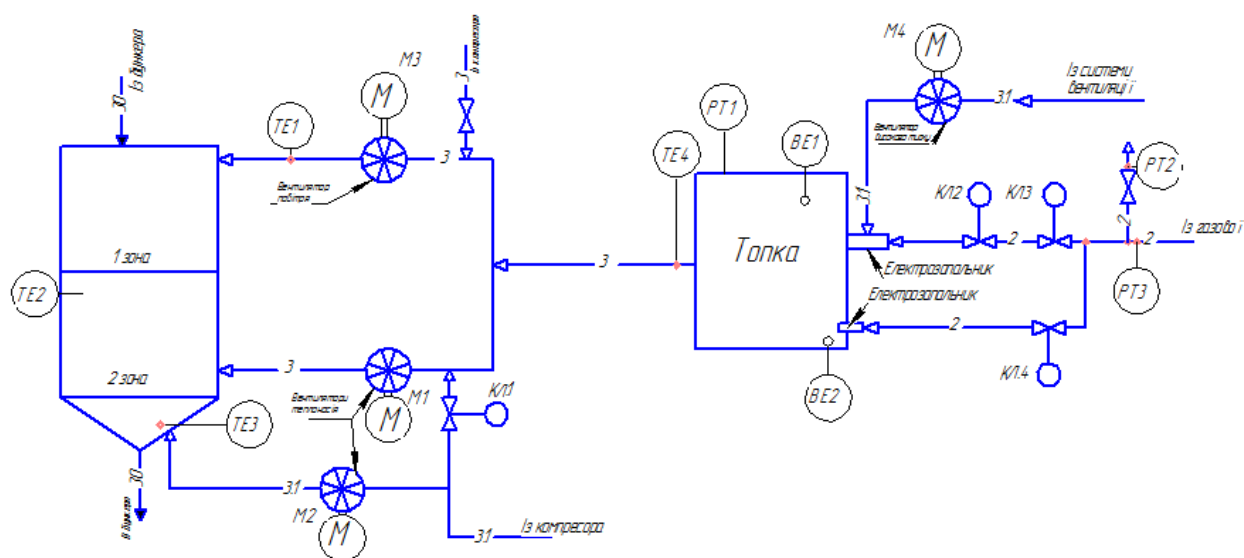


Рис.4.2. Приклад фрагменту програми для ПЛК

Алгоритм функціонування

Об'єктом автоматизації є відділення сушки цукру. При натисненій кнопці ПУСК спочатку вмикається регулятор температури в топці. Вимірювання температури термометром ТЕ4, регулювання клапаном 2 подачі газу. Одночасно вмикається регулятор наявності полум'я в топці зоні. Вимірювання фотометричним датчиком ВЕ1, ВЕ2 регулювання клапаном 3,4. Також вмикається частотний перетворювач двигуна М4 на 50% повної потужності. Після проходження часу в 5 хвилин вмикається двигун М1-М3 на 40%, і теплоносій з повітрям надходить в сушильний барабан. Вмикається регулятор температури в першій зоні, вимірювання термометром ТЕ1, регулювання клапаном 1 подачі повітря. У відділенні проводиться індикація тиску в трубопроводі подачі газу в топку. В самій топці, та температури в 2й зоні сушильного барабану



4.1 Перелік вхідних/вихідних сигналів для ПЛК

Таблиця 4.1. Аналогові вхідні сигнали для ПЛК СУШ

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	Одиниці та діапазон виміру	Тип та діапазон вимір сигналу	Періодичність, с	Точність виміру, %
1a	Температура повітря після топки	0-600 °C	4-20 мА	0.1	0.5
2a	Температура повітря перед входом в другу зону бункера	0-600 °C	4-20 мА	0.1	0.5
3a	Температура в другій зоні	0-600 °C	4-20 мА	0.1	0.5
4a	Температура в другій зоні	0-600 °C	4-20 мА	0.1	0.5
5a	Тиск в топці	0-3 МПа	4-20 мА	0.1	0.5
6a	Тиск в трубопроводі подачі газу	0-3 МПа	4-20 мА	0.1	0.5
7a	Тиск в трубопроводі відводу газу	0-3 МПа	4-20 мА	0.1	0.5
8a	Наявність полум'я в топці в першій зоні	Так/Ні	-	-	-
9a	Наявність полум'я в топці в другій зоні	Так/Ні	-	-	-

Таблиця 4.2. Аналогові вихідні сигнали для ПЛК СУШ

Поз. перетв.	Найменування вихідної величини	Одиниці та діапазон виходу	Тип та діапазон вихідного сигналу	Період опитування, с	Точність формування, %	Споживана потужність, ВА	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
10a	Двигун вентилятора газоповітряної суміші сушки 1-ї зони	0-650 Гц	4-20 мА	0.1	0.1	1	Частотний перетворювач
11a	Двигун вентилятора повітря сушки	0-650 Гц	4-20 мА	0.1	0.1	1	Частотний перетворювач
12a	Двигун вентилятора газоповітряної суміші сушки 2ї зони	0-650 Гц	4-20 мА	0.1	0.1	1	Частотний перетворювач
1в	Клапан подачі газу в топку	0-100%ХРО	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану
4в	Клапан подачі повітря на вентилятор	0-100%ХРО	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану

Поз. перетв.	Найменування вихідної величини	Одиниці та діапазон виходу	Тип та діапазон вихідного сигналу	Період опитування, с	Точність формування, %	Споживана потужність, ВА	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
8в	Клапан перекриття подачі газу в топку	0-100%XPO	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану
9в	Клапан перекриття подачі газу в топку	0-100%XPO	4-20 мА	0.1	0.1	1	ВМ клапану

Таблиця 4.3. Мережні вхідні сигнали від польових ТЗА для ПЛК СУШ

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
PDS1-PDS3	Статус вкл. /викл	-	11 біт	0.1	0.5	
	Вихідна частота	0-400 Гц	11 біт	0.1	0.5	
	Швидкість обертання	1-9998 об/хв	11 біт	0.1	0.5	Крок = 0,1 %
	Струм	0 -500 А	11 біт	0.1	0.5	
	Напруга живлення	-480 В	11 біт	0.1	0.5	

Таблиця 4.4. Мережні вихідні сигнали на польові ТЗА від ПЛК СУШ

Поз. вим. перетв.	Найменування вимірювальної величини	одиниці та діапазон виміру	тип та діапазон вимір сигналу	періодичність, с	точність виміру, %	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
RIO1	Команда вкл./викл	-	11 біт	0.1	0.2	
	Задана частота	0-400 Гц	11 біт	0.1	0.2	

4.2 Масиви вхідних/вихідних даних

В таблиці 4.5. наведено перелік даних в масивах В6(вхідні дані) та В8(вихідні дані). Дані цих масивів містять перелік мережних змінних ІАСУ виробництва цукру. Від зміни значень даних масивів оператор може зробити висновки про функціонування відділення і системи в цілому. Масиви створюються за допомогою програми MS SQL Server. Функціонування системи передачі даних забезпечується програмним забезпеченням Unity Pro XL та OPC OFS Server, що забезпечують передачу та архівування даних в реальному часі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Дані зберігаються на технологічному сервері.

Таблиця 4.5. Мережні змінні ІАСУ виробництвом цукру

Призначення	ПЛК СУШ (SCADA)		ПЛК СУШ	ЧРП СУШ
	L_1	T5	%MW100	
	L_2_1	T5	%MW101	
	L_2_2	T5	%MW102	
	QE_1	T5	%MW103	
	Temp_2	T5	%MW104	
	VE_1	T5	%MW105	
	Tusk_1	T5	%MW106	
	FE1	T5	%MW107	
	FE2	T5	%MW108	
	FE3	T5	%MW109	
	FE4	T5	%MW110	
	Kl_1	T5	%MW111	
	Kl_2	T5	%MW112	
	Kl_3	T5	%MW113	
	Kl_4	T5	%MW114	
	Kl_5	T5	%MW115	
	Danffos _Status	T5	40009	inverter status/control input instruction
	Danffos _Mode	T5	40010	operation mode/inverter settings
	Danffos _FR	T5	40201	output frequency
	Danffos _OC	T5	40202	output current
	Danffos _OV	T5	40203	output voltage
	Danffos _FS	T5	40205	frequency settings

4.3 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога

Система диспетчерського управління виробництвом цукру наочно показана на схемах функціональної структури (лист №10 графічного додатку) та схемі інформаційної структури ІАСУ(лист №7 графічного додатку). Дані схеми показують зв'язок операторів 6-ти виробничих відділень з технологічним

сервером (ТС) та АРМ головного технолога (ПК ГТЕХ). Зв'язок між операторами відділень на рівні SCADA/HMI забезпечується за допомогою мережі Modbus RTU. Зв'язок з технологічним сервером та АРМ головного технолога здійснюється на рівні управління виробництвом за допомогою мережі Ethernet.

Робоче місце оператора відділення містить: стіл, крісло, ПК Pentium 1.8 GHz(512mb RAM), кондиціонер, що достатньо для комфортної роботи. Комп'ютер оснащений необхідним програмним забезпеченням для максимальної продуктивності та функціональності роботи, а саме – Scada/HMI , MS SQL Server, Unity Pro XL, OFS server.

Таблиця 4.6. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. Вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.2.0	0	10000	0	150	INT
TE2	%IW0.2.1	0	10000	0	150	INT
TE3	%IW0.2.2	0	10000	0	150	INT
TE4	%IW0.2.3	0	10000	0	150	INT
PT1	%IW0.3.0	0	10000	0	3	INT
PT2	%IW0.3.1	0	10000	0	3	INT
PT3	%IW0.3.2	0	10000	0	3	INT
BE1	%IW0.3.3	0	10000	0	100	INT
BE2	%IW0.4.0	0	10000	0	100	INT
KL1	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.5.2	0	10000	0	100	INT
KL4	%QW0.5.3	0	10000	0	100	INT
M1	%QW0.6.0	0	10000	0	650	INT
M2	%QW0.6.1	0	10000	0	650	INT
M3	%QW0.6.2	0	10000	0	650	INT
M4	%QW0.6.3	0	10000	0	650	INT

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

Переменные теги [Scada]

Имя переменного тега: PT1

Имя кластера: tract

Адрес: plc001!%MW10

Название устройства в/в: IODev1

Тип данных: REAL

Мин. исходное значение: 0

Макс. исходное значение: 10000

Мин. значение в единицах изм.: 0

Макс. значение в единицах изм.: 100

Единица измерения: [dropdown]

Формат: ###

Нечувствительность: [input]

Комментарий: [input]

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 3 Связанный: [dropdown]

Рис.4.3. Вікно опису змінної для тренду

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Аналоговые алармы [Scada]

Тэг аларма: a_PT

Имя кластера: tract

Название аларма: Високий тиск в трубопроводі подачі газу в топку

Переменный тег: PT1

Уставка: [dropdown]

Критически высокий: 90

Верхний: 80

Задержка по критически высокому: 00:00:00

Задержка по верхнему: 00:00:00

Низкий: [input]

Критически низкий: [input]

Задержка по низкому: [input]

Задержка по критически низкому: [input]

Отклонение: [input]

Скорость: [input]

Задержка отклонения: [input]

Нечувствительность: [input]

Формат: [dropdown]

Категория: 2

Помощь: [dropdown]

Комментарий: [input]

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 10 Запись замещена Связанный: [dropdown]

Рис.4.4. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 4.7. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
A_TE_1	Температура в першій зоні барабанної сушилкм	TE1	-	95 С
A_PT_1	Тиск трубопроводі подачі газу	PT	-	0.3 МПа

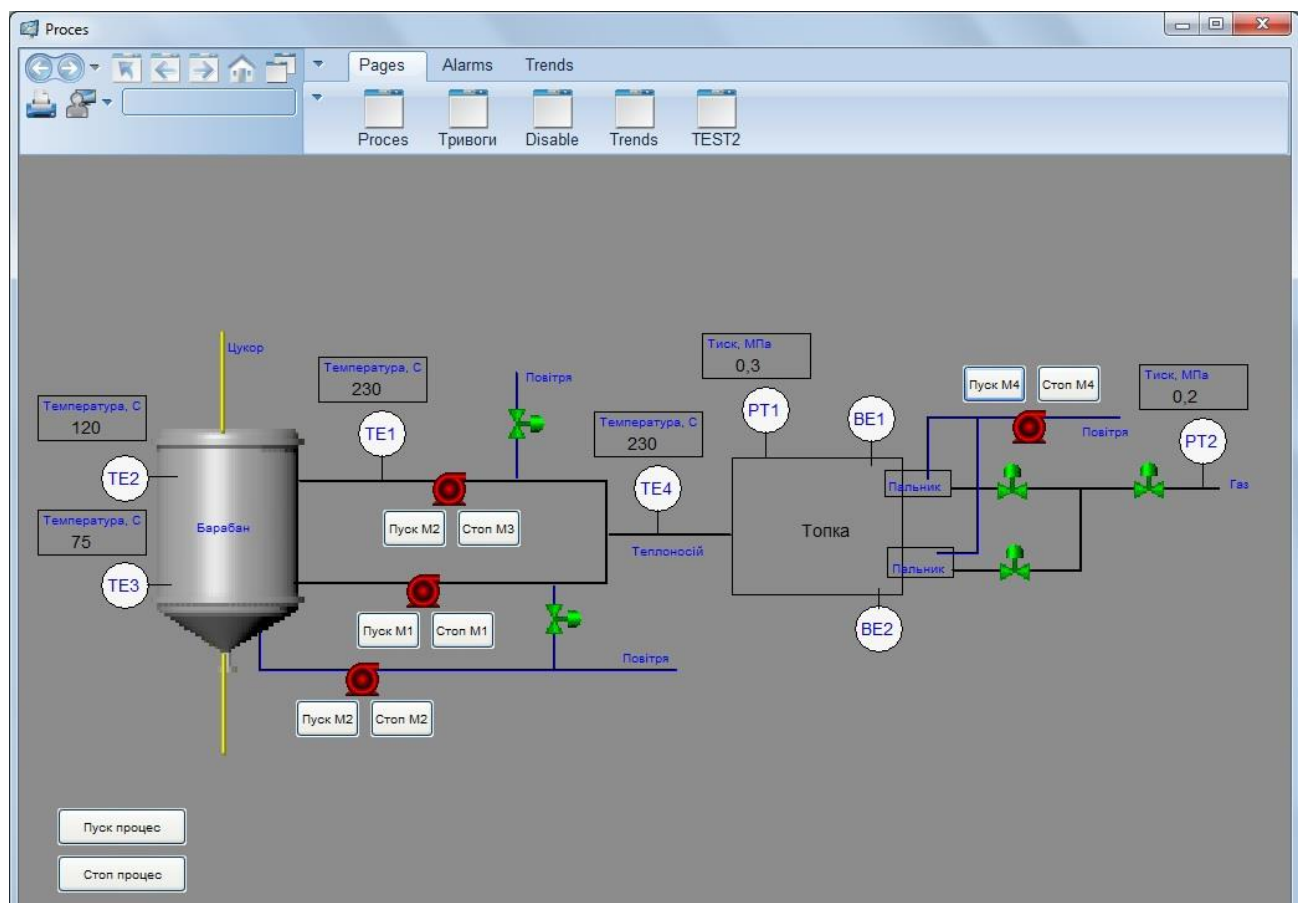
В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відображатись аларми:

Рис.4.5. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

Рис.4.6. Вікно створення запису користувача

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за цей чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають зелений колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – білий.



					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Рис.4.7. Мнемосхема апарату

На сторінці Alarm ми можемо налаштовувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

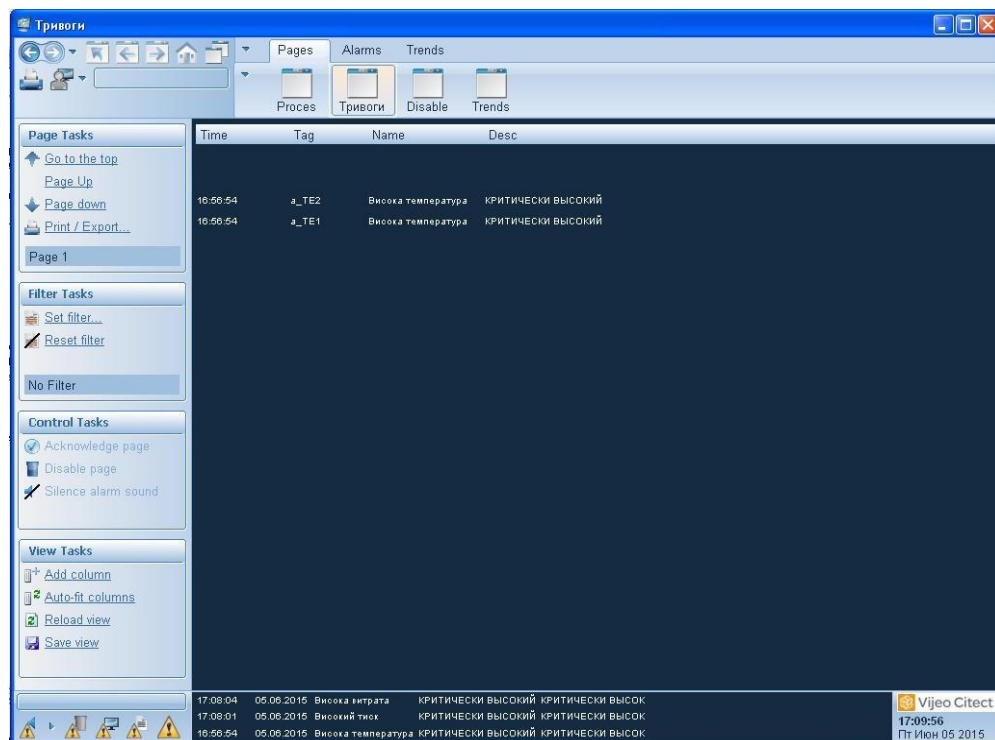


Рис.4.8. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштовувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

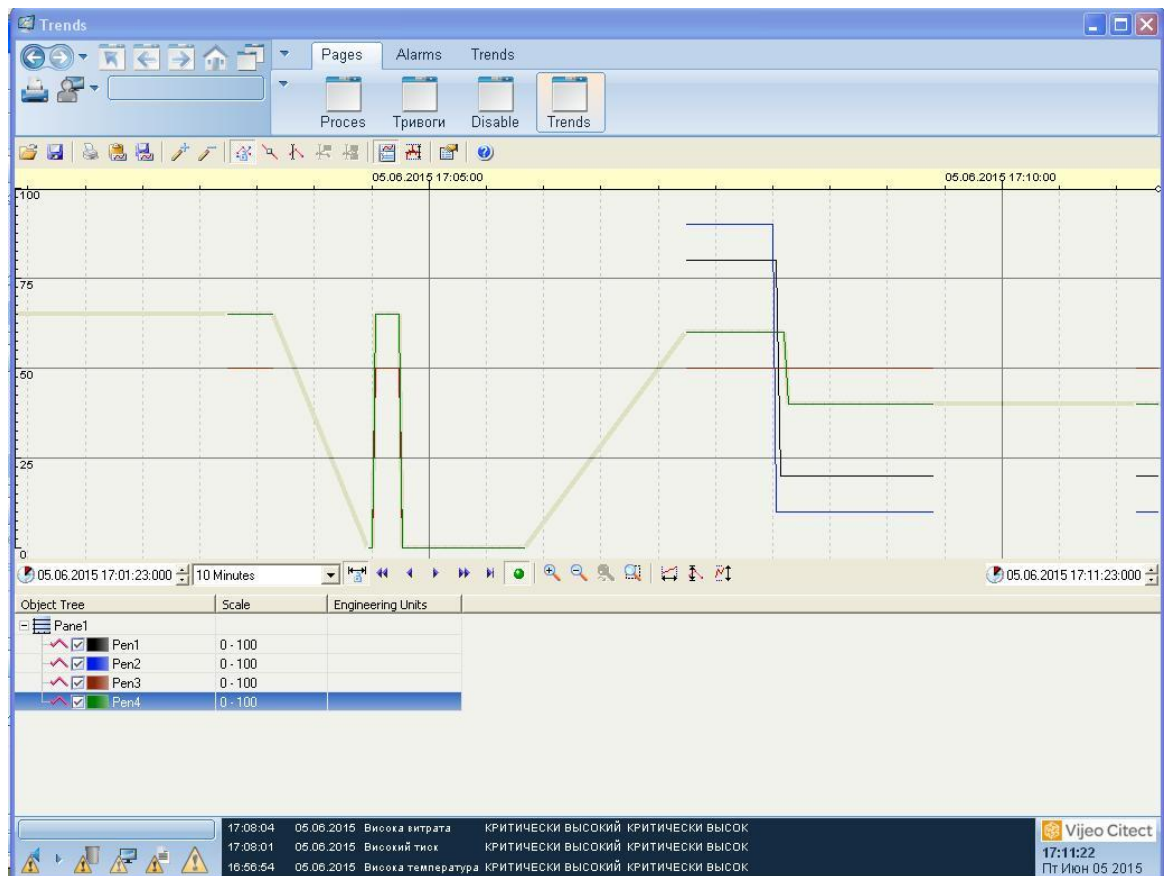


Рис.4.9. Вікно трендів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача

5. УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

5.1. Структура системи логічного висновку

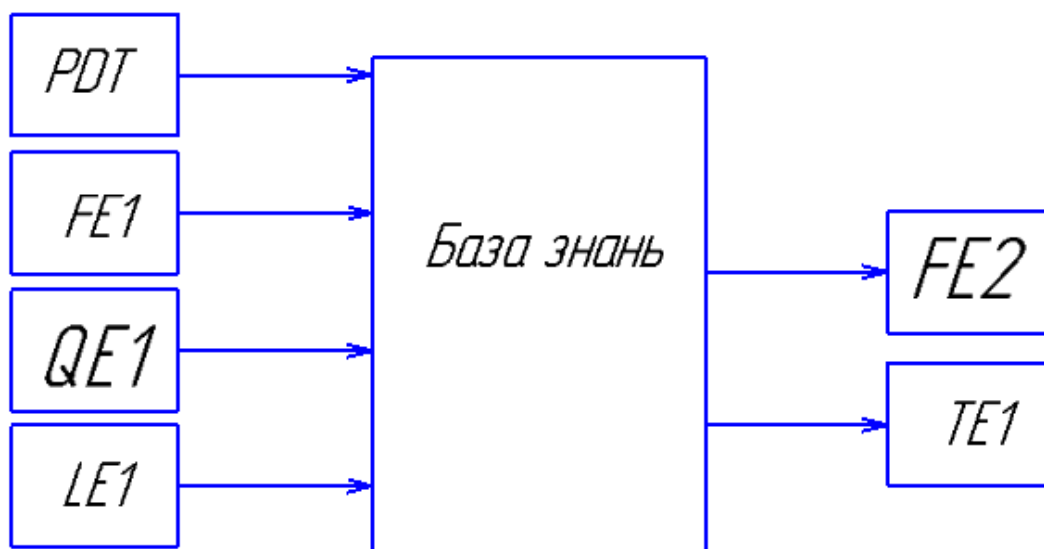


Рисунок 3.1 – Параметрична структура підсистеми (нечіткого висновку)

За основу взято 4 вхідні змінні:

PDT: [(0-100)КПа] - перепад тиску в трубопроводі подачі повітря (витрат повітря в топку);

FE1: [(0-500)м3./год.] - витрата газу в топку;

QE1: [(0-30)%] - концентрація CO₂ в димових газах;

LE1: [(0-100)%] - рівень в барабані котла;

Вихідна змінна:

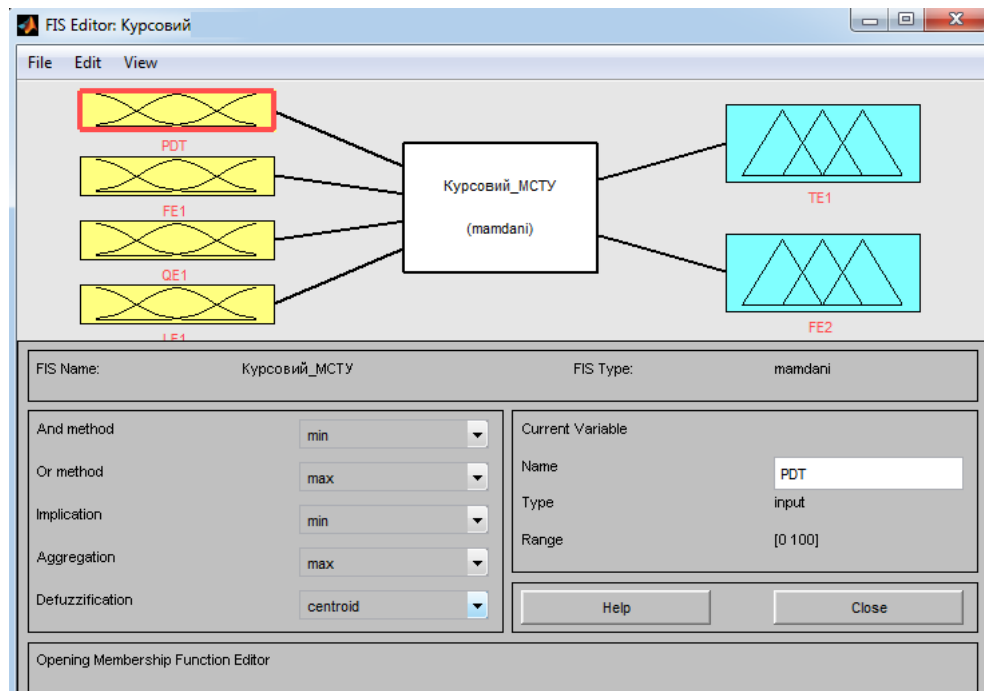
TE1: [(0-250)C] - температура пари на виході;

FE2: [(0-500)м3./год.] - витрата пари на виході;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписП	Дат				
СтудентС	Кравчук				Автоматизована система управління технологічним процесом сушіння цукру-піску з використанням методів	Літ.Літ	Арк.Арк	АкрушівАкр
КерівникКе	Клименко							
Зав.кафедр	Смітюх					НУХТ ІА-2-2м		

В роботі використовуються трикутні функції належності. Нечіткі змінні: дуже низька, низька, нижче норми, норма, вище норми, висока.

В протоколі роботи зафіксувати правила нечіткого висновку, поверхні відгуку бази знань та зробити відповідні висновки.



Настроювання функції належності:

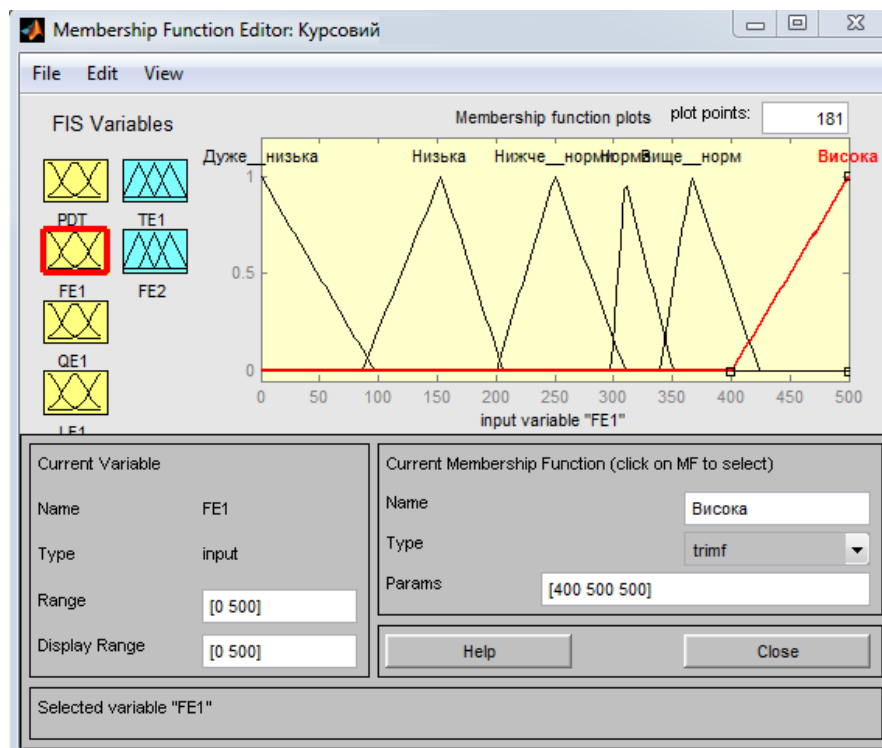


Рисунок 5.2 – Вікно редагування функції належності (витрата газу)

Лінгвістичні поняття	Витрата газу		
Низька	89	153	206
Нижче норми	200	250	310
Норма	300	309	351
Вище норми	339	366	424
Висока	400	500	500

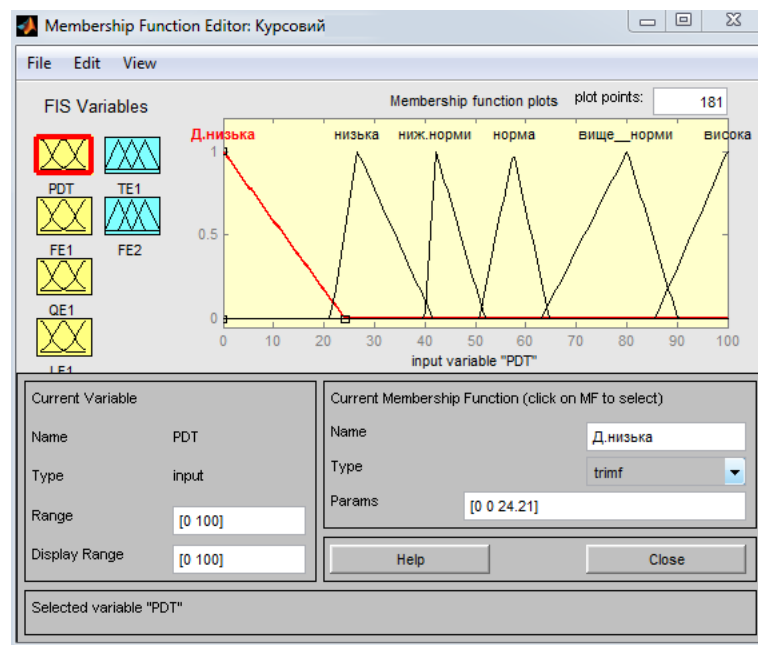


Рисунок 5.3 - Вікно редагування функції належності (перепад тиску в трубопроводі подачі повітря в топку)

Лінгвістичні поняття	Перепад тиску		
Низька	21	27	42
Нижче норми	40	42	52
Норма	51	58	68
Вище норми	63	80	90
Висока	85	100	100

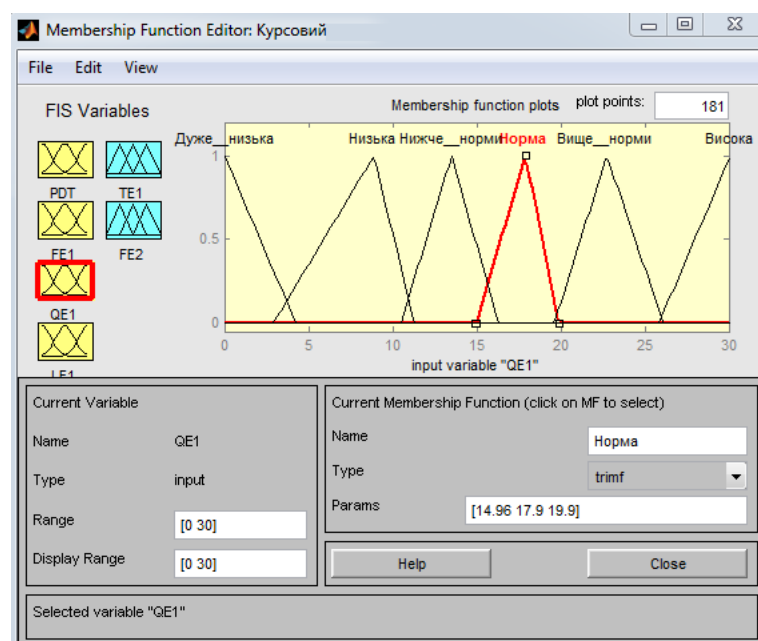


Рисунок 5.4 - Вікно редагування функцій належності (концентрація вуглекислого газу)

Лінгвістичні поняття	Концентрація вуглекислого газу		
Низька	0	0	11
Нижче норми	12	14	16
Норма	15	18	20
Вище норми	20	23	26
Висока	25	30	30

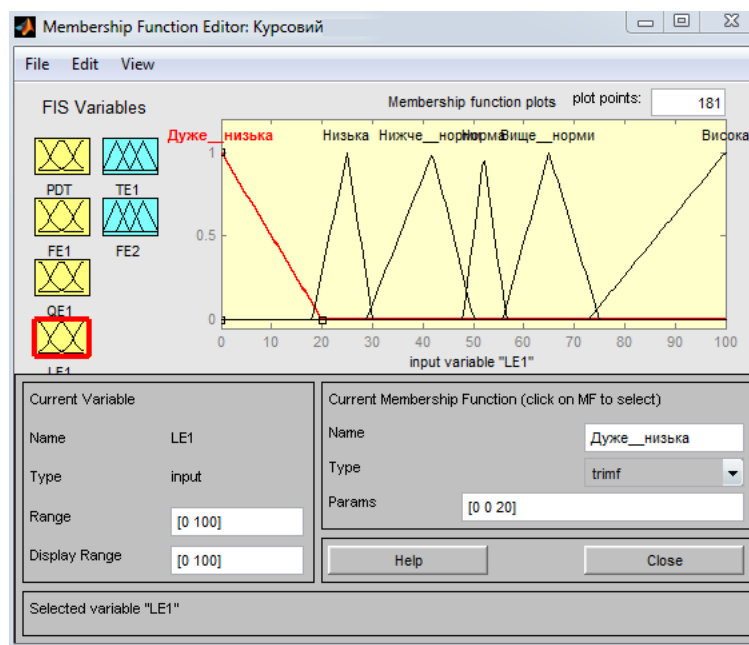


Рисунок 5.5 - Вікно редагування функцій належності (рівень в барабані)

Лінгвістичні поняття	Рівень в барабані		
Низька	0	0	30
Нижче норми	28	40	50
Норма	48	54	58
Вище норми	55	68	75
Висока	72	100	100

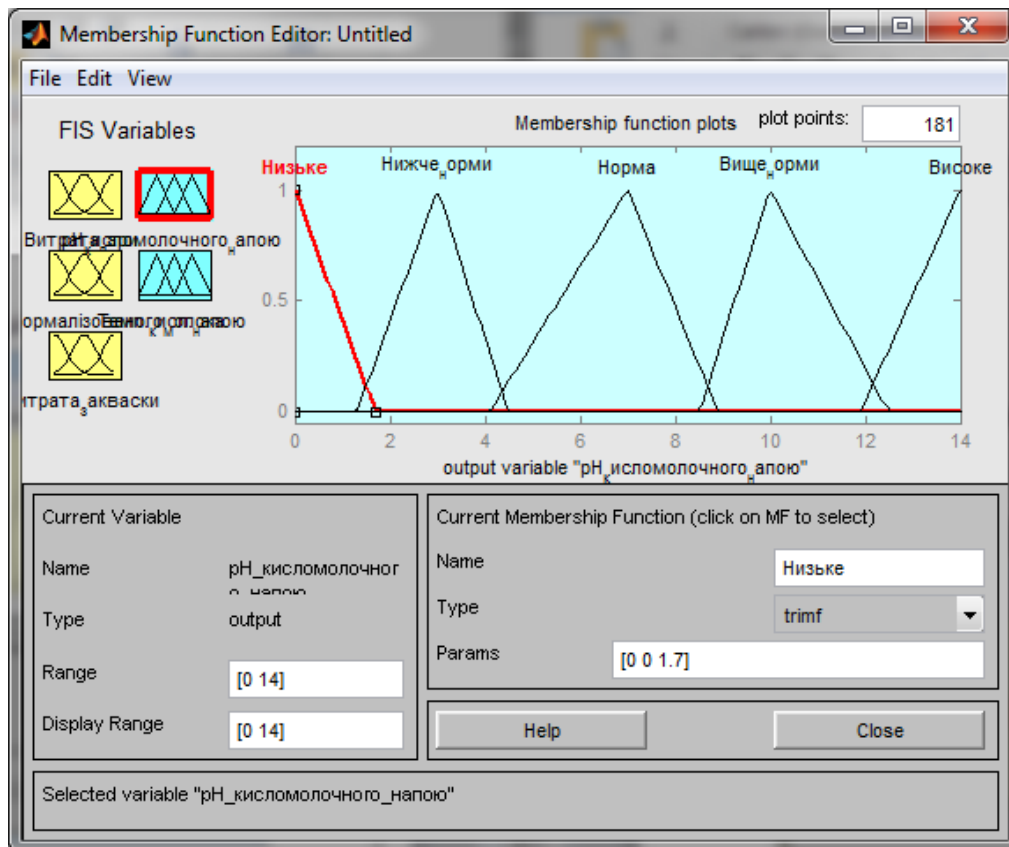


Рисунок 5.6 - Вікно редагування функцій належності (рН кисломолочного напою)

Лінгвістичні поняття	Витрата води		
Низька	0	0	1,7
Нижче норми	1,3	3	4,5
Норма	4,1	7	8,9
Вище норми	8,5	10	12,5
Висока	11,9	14	14

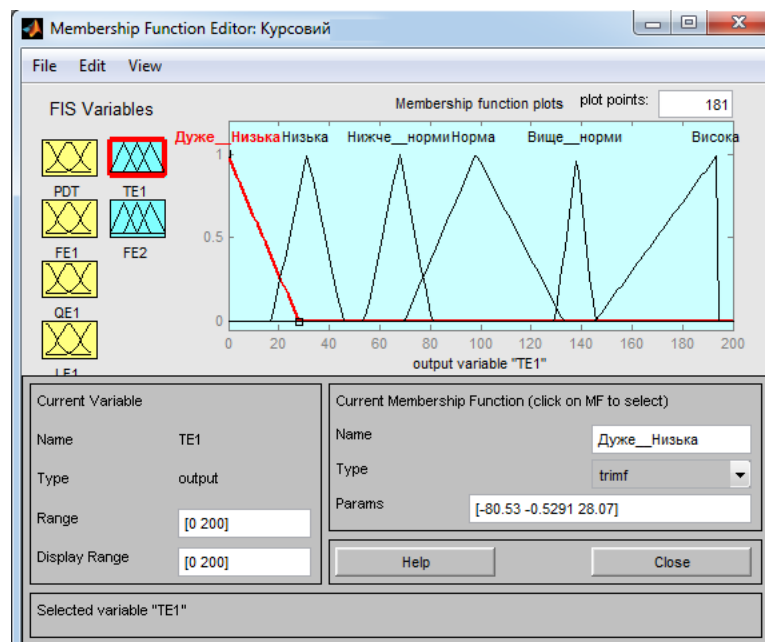


Рисунок 5.7 - Вікно редагування функцій належності (Температура пари на виході)

Лінгвістичні поняття	Температура пари на виході		
Низька	0	0	45
Нижче норми	51	65	80
Норма	78	100	135
Вище норми	130	140	150
Висока	148	200	200

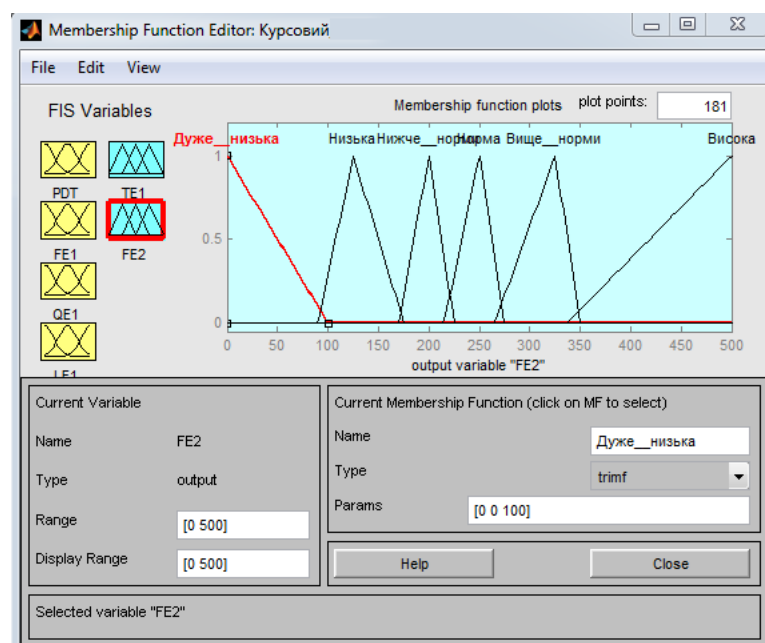


Рисунок 5.8 - Вікно редагування функцій належності (витрата пари)

Лінгвістичні поняття	Витрата пари		
Низька	90	125	175
Нижче норми	170	200	225
Норма	215	250	275
Вище норми	265	325	350
Висока	336	500	500

5.2. ПРАВИЛА НЕЧІТКОГО ВИСНОВКУ

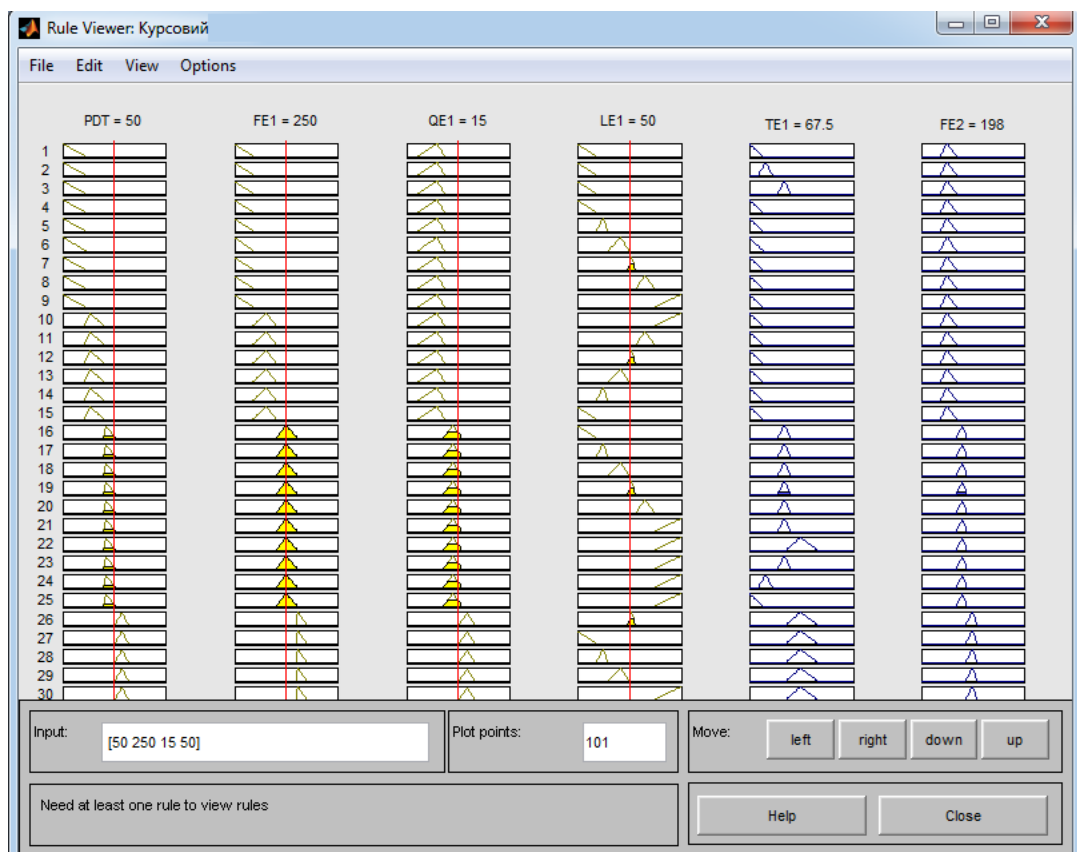
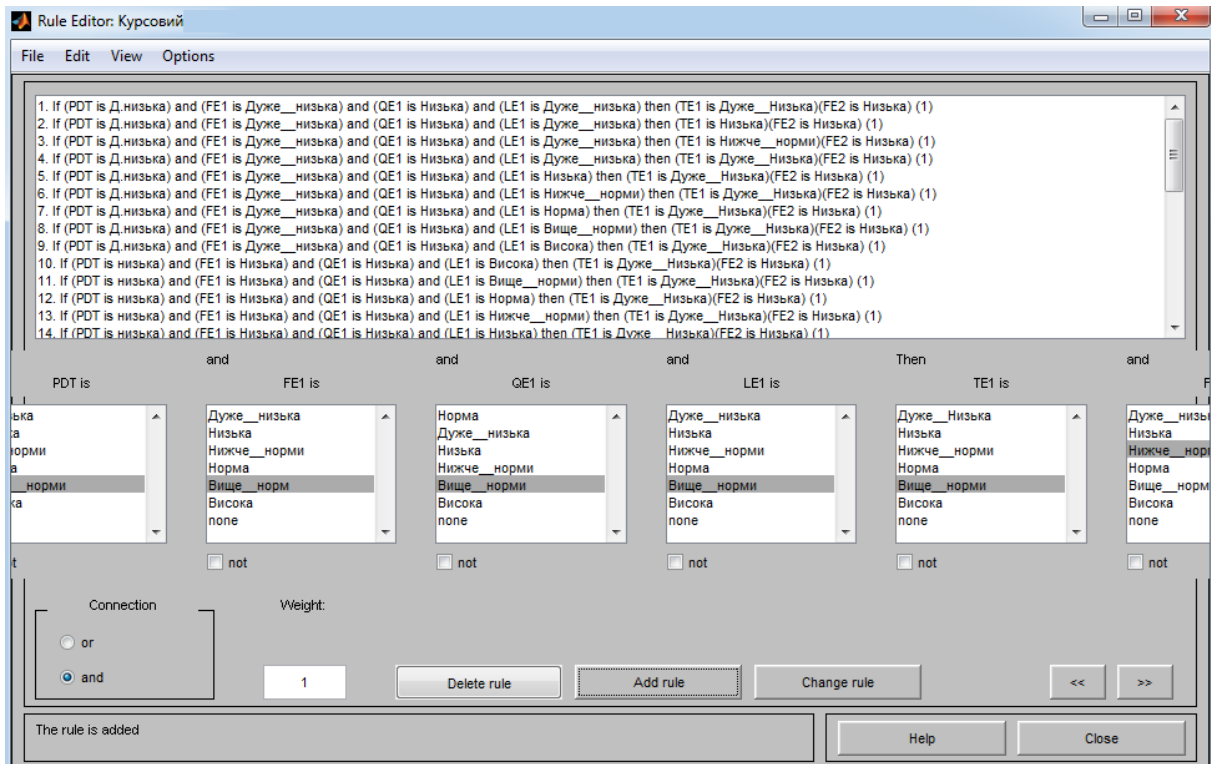


Рисунок 5.9 – Вікно графічного відображення роботи алгоритму нечіткого висновку

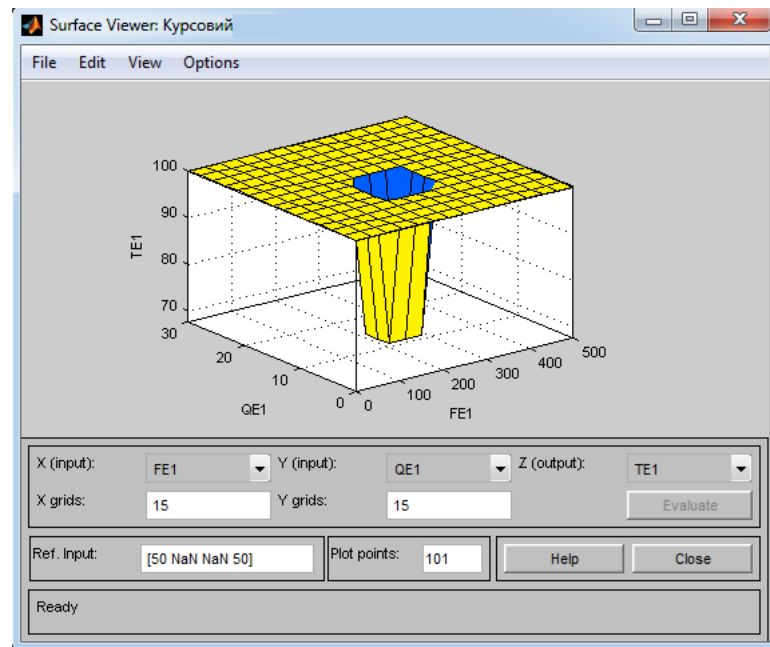


Рисунок 5.10 – Віно відображення температури пари від зміни витрати газу від витрати повітря

Рекомендовані значення для отримання значення заданої температури: витрата газу 220 м³/год та перепад тиску в трубопроводі одачі повітря 50 КПа.

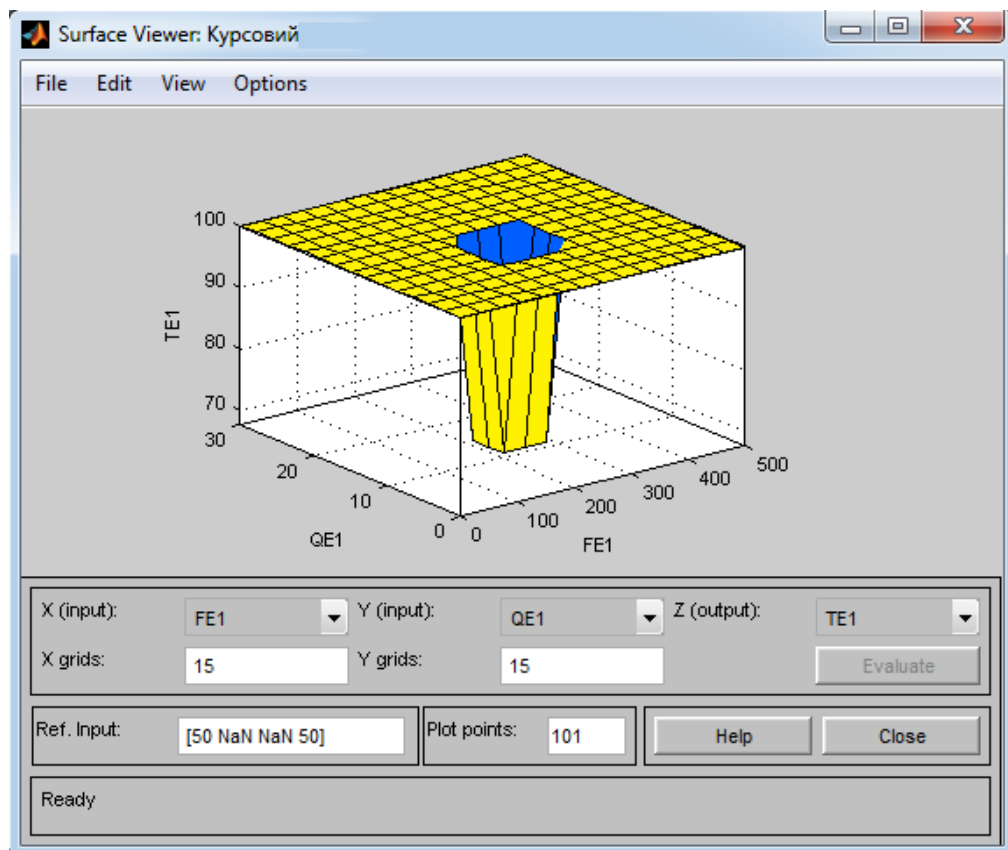
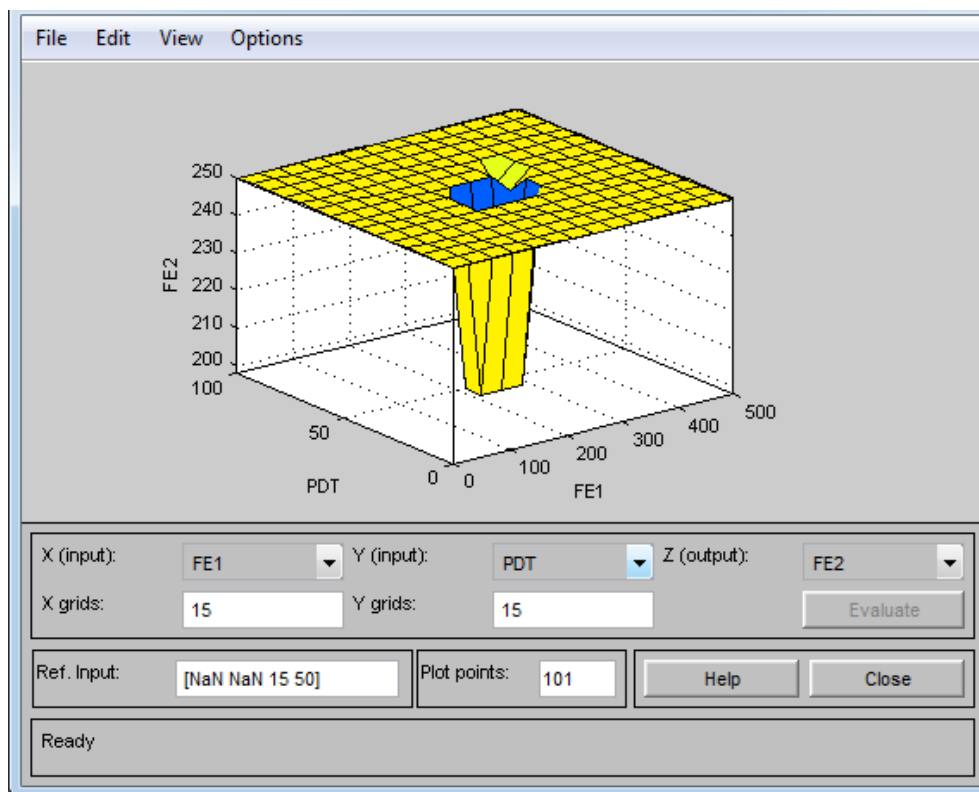


Рисунок 5.11 – Віно відображення температури пари від зміни витрати газу та вмісту вуглекислого газу в димових газах.

Рекомендовані значення для отримання значення заданої температури пари : витрата газу 250 м3/год, вміст CO2 15 %.



Висновок

У роботі було розроблено інтегровану автоматизовану систему управління з застосуванням нової мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації, використанням контролерів та ПЕОМ. Використовувалися найновіші технічні засоби для вимірювання виконавчих механізмів та регулюючого органу.

Також, дана відповідь на перелік питань, щодо автоматизації системи. Серед них: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, проектне компонування мікропроцесорного контролера та схема підключення датчиків, та виконавчих механізмів до нього. Обрано одні з найкращи технічних засобів автоматизації.

Розроблено систему управління вакуум апарату (SCADA/HMI) за допомогою новітнього програмного забезпечення. Побудовані функціональні та інформаційні структури управління 4-х відділень.

Система керування розроблена на базі одного з найрозповсюджених мікропроцесорних контролерів SchneiderElectric. Забезпечено зв'язок між контроллерами 4-х відділень та узгодження технологічних параметрів між ними.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ладанюк А. П. Системний аналіз складних систем управління [Текст] / А.П. Ладанюк, Я. В. Смітюх, Л. О. Власенко та ін. –К.: НУХТ, 2013. –274 с.
2. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості [Текст] / Ладанюк А. П., Трегуб В. Г., Ельперін І. В., Цюцюра В. Д. - К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
3. Загальні технології харчових виробництв: підручник [Текст] / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура, Л. Ф. Романенко, Л. М. Хомічак, О. О. Василенко, І. В. Мельник, Л. М. Мельник. –К.:Університет «Україна», 2010. – 814 с.
4. Ліпець А. А. Технологія цукру: підручник у 3-х т. Т. 1: Вирощування та зберігання цукрових буряків. Видобування сахарози [Текст] / А. А. Ліпець, В. М. Логвін, А. І. Українець, М. П. Купчик. – К.: ДП «Експрес-об'ява», - 2015. 288 с.
5. Ліпець А. А. Технологія цукру: підручник у 3-х т. Т. 2: Очищення дифузійного соку [Текст] / А. А. Ліпець, В. М. Логвін, А. І. Українець, М. П. Купчик. – К.: ДП «Експрес-об'ява», 2015. – 272 с.
6. Рева Л. П. Фізико-хімічні основи технологічних процесів очищення дифузійного соку у виробництві цукру: Монографія [Текст] / Л. П. Рева. – К.: НУХТ, 2012. – 371 с.
7. Ліпець А. А. Технологія цукру: підручник у 3-х т. Т. 3: Кристалізація [Текст] / А. А. Ліпець, В. М. Логвін, А. І. Українець, М. П. Купчик. – К.: ДП «Експрес-об'ява», 2015. – 208 с.
8. Пархоменко, І. І. Автоматизована система управління ділянкою очищення дифузійного соку на базі нечіткої логіки : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / І. І. Пархоменко. - К., 2002. - 16 с.
9. Наталич, О. М. Автоматизація технологічних процесів сокоочистки в цукровому виробництві : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Наталич О. М. ; Нац. ун-т харч. технологій. - К., 2004. - 24 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Заєць, Н. А. Автоматизоване управління колонною дифузійною установкою з використанням принципів координації та адаптації : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / НУХТ. - К., 2008. - 18 с.
11. Луцька, Н. М. Дослідження та синтез оптимальних регуляторів для систем автоматизації технологічних комплексів неперервного типу: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Н. М. Луцька ; НУХТ. - К., 2006. - 19 с. (ВУ, ДУ)
12. Власенко, Л. О. Автоматизоване управління підсистемами технологічного комплексу цукрового заводу з використанням методів діагностики і прогнозування : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / НУХТ. - К., 2010. - 19 с.
13. Іващук, В. В. Автоматизоване управління складними технологічними об'єктами та комплексами харчової промисловості з використанням методів оперативної ідентифікації : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 / НУХТ. - К., 2006. - 20 с.(Сокооч)
14. Зігунов, О. М. Підсистема технологічного моніторингу в системах управління складними технологічними комплексами харчових виробництв (на прикладі дифузійного відділення цукрового заводу) : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / НУХТ. - К., 2012. - 21 с.
15. Заїка, В. І. Автоматизоване управління відділенням дефекосатурації цукрового заводу на основі принципів нелінійної динаміки заводу : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Заїка Володимир Іванович ; НУХТ. – К., 2013. – 20 с.
16. Шумигай, Д. А. Автоматизація процесів координації підсистем технологічного комплексу цукрового заводу : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Шумигай Дмитро Анатолійович ; НУХТ. – К., 2014. – 22 с.
17. Загорулько, А. Я. Исследование и разработка методов контроля и путей снижения потерь сахара в свеклоцукорном производстве [Текст] : Дис... д-ра техн. наук: 05.18.05 / А. Я. Загорулько ; Всес. науч.-производ. объединение "Цукор" (Киев); Всес. науч.-исслед. ин-т сахар. пром-сти (Киев). — К., 1973. — 401 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Однорівневі системи автоматизації цукрового виробництва [Електронний ресурс] // Цукор. - 2008. - №11 - З 52 - 53. - Режим доступу до журналу: <http://www.nt-prom.ru/upload/iblock/7ee/7eeff48d524a64584437c9875c4d1c30.pdf> (13.10.14).
19. Скаковский, Ю. М. Автоматизированная система управления технологическими потоками и производительностью сахарного завода : автореф. дис. канд. техн. наук. Одеса, 1988. – 16 с.
20. Teplocom. Energy saving solutions [Електронний ресурс] / ТОВ "Теплоком", 2010. - Режим доступу: <http://www.teplocom.kiev.ua/> - Загл. з екрану.
21. Teplocom. Energy saving solutions [Електронний ресурс] / ТОВ "Теплоком", 2010. - Режим доступу: <http://www.teplocom.kiev.ua>
22. АСУ ТП станції дефекосатурації [Електронний ресурс] // CTSystems: [Сайт] - Режим доступу: <http://www.cts.com.ua/ru/references/?pid=469> (13.10.16).
63. Сучасні технології в АСУ ТП [Електронний ресурс] / ТОВ «ТО-Міус-ПРОЕКТ», 2010 - Режим доступу: <http://tomics.tomsk.ru/site/pages.php> - Загл. з екрану.
23. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст] / О. М. Пупена, І. В. Ельперін, Н. М. Луцька, А. П. Ладанюк: Навчальний посібник. – К.:Вид.-во "Ліра-К", 2011. - 552 с.
24. Сич, М. А. Аналіз часових рядів технологічного комплексу цукрового заводу з використанням методів хаотичної динаміки / М. А. Сич, В. Д. Кишенько // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. – К.: НУХТ, 2016. – Ч. 2. – С. 295.
25. Сич, М. А. Рекурентний аналіз часових рядів цукрового заводу як складної системи / М. А. Сич // XXIII Міжнародна конференція з автоматичного управління. «Автоматика – 2016» / Сумський державний ун-т, Суми, 22-23 вересня 2016 р. Секція 5 Інтелектуальні системи управління та аналізу даних. – С. 184-185.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26. Zong, Y. Multi-scale recurrence plot analysis of inclined oil-water two phase flow structure based on conductance fluctuation signals [Text] / Y. B. Zong, N. D. Jin // European Physical Journal –Special Topics. 2008. –N. 164 (1). –P. 165–177.
102. Ding, H. A New Heart Rate Variability Analysis Method by Means of Quantifying the Variation of Nonlinear Dynamic Patterns [Text] / H. Ding, S. Crozier, S. Wilson // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2007. –N. 54 (2). –P. 150–157.
27. Carrubba, S. The Effects of Low-Frequency Environmental-Strength Electromagnetic Fields on Brain Electrical Activity [Text] / S. Carrubba, A. Marino // Critical Review of the Literature, Electromagnetic Biology and Medicine. 2008. –N. 27 (2). –P. 83–101.
28. Rabarimanantsoa, H. Recurrence plots and Shannon entropy for a dynamical analysis of asynchronisms in noninvasive mechanical ventilation [Text] / H. Rabarimanantsoa, L. Achour, C. Letellier, A. Cuvelier, J.–F. Muir // Chaos. 2007. –N. 17. –P. 131.
29. Antoniou, A. Recurrence plots and financial time series analysis / A. Antoniou, C. Vorlow // Neural Network World. 2000. –N. 10(1/2). –P. 131–145.
106. Lee J.W. Multifractal behavior of the Korean stock-market index KOSPI [Text] / J.W. Lee, K.E. Lee, P.A. Rikvold // Physica A. – 2006. – Vol. 364. – 355 – 361 p.p.
30. Дремін, І. М. Вейвлетні методи управління технологічним комплексом цукрового заводу / І.М. Дремін, О.В. Іванов, В.А. Нечитайло // Успехи фізических наук. – 2001. – Т. 171, № 5. – С. 465–561.
31. Сич, М. А. Фрактально-вейвлетні методи управління технологічним комплексом цукрового заводу/ М.А. Сич // XXII Міжнародна конференція з автоматичного управління. «Автоматика – 2015» / Одеський нац. політехнічний ун-т, Одеса, 10-11 вересня 2015 р. – С. 44-45.
32. Короновский А.А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения [Текст] / А.А. Короновский, А.Е. Храмов. – М.: Физматлит, 2003. – 176 с.
110. Bofetta G. Predictability: a way to characterize complexity [Text] / G. Bofetta, M. Cencini, M. Falcioni, A. Vulpiani // Phys. Rep. – 2002. – Vol. 356. – 367 – 474 p.p.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

33. Makowiec D. Long-range dependencies in heart rate signal revisited [Text] / D. Makowiec, R. Galaska, A. Dudkowska, A. Rynkiewicz, M. Zwierg // Physica A. – 2006. – Vol. 369. – 632 – 644 p.p.
34. Feder J. Fractals [Text] / J. Feder. – New York: Plenum Publishers, 1988.– 283 p.
35. Sauer T. Embedology [Text] / T. Sauer, J. Yorke, M. Casdagli. – J. Stat. Phys. 65, 1991. – 579 p.
36. Grassberger P. Characterization of strange attractors [Text] / P. Grassberger, I. Procaccia // Phys. Rev. Lett. 50. – 1983. – 346 – 349 p.p.
37. Kyshenko, V. D. The analysis of sugar plant as a complex nonlinear and dynamic object of control / V. D. Kyshenko, M. A. Sych // WORLD SCIENCE. – Dubai, UAE, 2016. – P. 22-24.
38. Мандельброт Б.Б. Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса [Текст] / Б.Б. Мандельброт. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. – 392 с.
39. Erzan A. q-Analysis of Fractal Sets [Text] / A. Erzan, J.-P. Eckmann // Phys. Rev.Lett. – 1997. – Vol. 78. – 3245–3248 p.p.
40. Пригожин И. Порядок из хаоса [Текст] / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
41. Kantellhardt J.W. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series [Text] / J.W. Kantellhardt, S.A. Zschiegner, E. Koscielny-Bunde, S. Havlin, A. Bunde // Physica A. – 2002. – Vol. 316. – 87 – 114 p.p.
42. Сич, М. А. Категорійно-функторний аналіз об'єктів керування цукрового виробництва / М. А. Сич, В. Д. Кишенько // ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ, ТА АВТОМАТИКИ В АПК : IV Міжнародна науково-практична конференція / Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 20-21 листопада 2016 р. – К.: НУБіП України, 2016. – С. 64-66.
43. Сич, М.А. Automated control of the evaporator station at the sugar refinery plant with algorithms of diagnostics / М. А. Сич // Матеріали 81-ої Міжнародної наукової

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конференції молодих учених, аспірантів і студентів. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23-24 квітня 2015 р. – К.: НУХТ.– С. 334-335.

44. Kyshenko, V. Scripted control of technological process of the sugar prodaction / V. Kyshenko, M. Sych // Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach. - B&M Publishing (San Francisco, California, USA), 2016. - №7. – P. 215-219.

45. Сич М. А. Когнітивний підхід до моделювання поведінки технологічного комплексу цукрового заводу як об'єкта керування / М. А. Сич // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами : III Міжнародна науково-технічна Internet-конференція, 23 листопада 2016 р. – К.: НУХТ, 2016. – С. 145.

46. Song Q. Forecasting enrollments with fuzzy time series Part I. / Song Q., Chissom B. // Fuzzy Sets and Systems. – 1993. – №54. – P. 1-9.

139. Kacprzyk J. Linguistic summarization of time series by using the Choquet integral / J. Kacprzyk, A. Wilbik, S. Zadrozny // Theoretical Advances and Applications of Fuzzy Logic. – 2007. – IFSA'07

47. Pedrycz W. Granular correlation analysis in data mining / W. Pedrycz, M. Smith // Proc. IEEE Int. Fuzzy Systems Conf. – 1999. – III-1235 IH-1240.

48. Сич, М. А. Інтелектуальний аналіз часових рядів в системі технологічного моніторингу цукрового заводу / М. А. Сич, В. Д. Кишенько // ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ЕКОНОМІКА, ТЕХНІКА, ОСВІТА '2015: VI Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, 19–20 листопада 2015 р. – К.: НУБіП України, 2015. – С. 172 - 174.

49. Sych, M. Intelligent control of rhythmicality functioning of the technological complex of the sugar refinery / M. Sych, V. Kyshenko // CEFood congress : 8th Central European Congress on Food, 23–26 May 2016 : Book of abstracts. - Kyiv, Ukraine, 2016. - P. 196.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

50. Афанасьева Т. В. Моделирование нечетких тенденций временных рядов / Т. В. Афанасьева. – У. : УЛГТУ, 2013. – 215 с.
51. Сич, М. А. Інтелектуальна система управління технологічним комплексом цукрового заводу в умовах конфліктності/ М.А. Сич, В. Д. Кишенько // III Міжнародна науково-практична конференція. «Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи)» (ComInt-2015) – Черкаси, 12-15 травня 2015 р. - С. 259.
52. Кишенько, В. Д. Інтелектуальний аналіз в задачах прогнозування тенденцій розвитку технологічного комплексу цукрового заводу / В. Д. Кишенько, М. А. Сич // Цукор України. - 2016. - №6-7 (126-127). – С. 36-40.
53. Ladanyuk, A. P. Developing an defining algorithm of the evaporator state using neural networks / A. P. Ladanyuk, V. D. Kyshenko, O. V. Shkolna, M. A. Sych // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 4, № 3(83). – P. 54-62.
54. Goncharenko, B. M. Synthesis systems robust control nonlinear object with delay / B. M. Goncharenko, M. A. Sych // CEFood congress : 8th Central European Congress on Food, 23–26 May 2016 : Book of abstracts. - Kyiv, Ukraine, 2016. - P. 193.
55. Gembicki, F.W., "Vector Optimization for Control with Performance and Parameter Sensitivity Indices," Ph.D. Thesis, Case Western Reserve Univ., Cleveland, Ohio, 1974.
56. Sych, M. Synthesis of systems of the synergetic control of material flows in sugar production / M. Sych, V. Kyshenko // BUILD MASTER CLASS : International scientific-practical conference of young scientist, 16–18 November 2016. – К.: CNUCA, 2016. – P. 154.
57. Кишенько, В. Д. Синергетичне керування технологічним комплексом цукрового заводу / В. Д. Кишенько, М. А. Сич // Цукор України. - 2017. - №1 (133). – С. 32-36.
58. Томашевський В. М. Моделювання систем [Текст] / В. М. Томашевський. – К.: BHV, – 2005. – 352 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

59. Томашевський В.М. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання [Текст] / В.М. Томашевський, О.Г. Жданова, О.О. Жолдакова. – Навч. посіб-ник. – К.:Корнійчук, – 2001. – 267 с.
60. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука [Текст]/ Р. Шеннон. – М., – 1986. – 418 с.
176. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Текст] / І.В. Стеценко. – М-о освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, – 2010. – 399 с.
61. Власенко, Л. О. Статистическая диагностика процесса функционирования выпарной станции сахарного завода / Л. О. Власенко, А. П. Ладанюк, М. А. Сич //Автоматизація технологічних та бізнес процесів. – 2014.-№2. – С. 50-60.
178. Дьяконов В.П. Matlab. Учебный курс [Текст] / В.П. Дьяконов. – СПб.: Питер, – 2001. – 592 с.2 роз
62. Сич, М. А. Технологічний моніторинг в системах управління складними технологічними об'єктами цукрового заводу / М. А. Сич, В. Д. Кишенько // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними комплексами : II Міжнародна науково-технічна Internet- конференція, 25 листопада 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – С. 83.
63. Freeman R.A., Kokotovic P. V. Robust Control of Nonlinear Systems. [Текст] / R.A. Freeman, P. V. Kokotovic. – Boston: Birkhauser, – 1996. – 258 p.
191. Kokotovic P. V. Constructive nonlinear control: progress in the 90's. [Текст] / P. V. Kokotovic. – Prepr. 14th IF AC World Congress. Beijing, China, – 1999. Plenary vol. – 49 – 77 p.p.
64. Сич, М.А. Технологічний моніторинг системи управління матеріальними потоками цукрового заводу/ М. А. Сич, В. Д. Кишенько // Матеріали 81-ої Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 23-24 квітня 2015 р. – К.: НУХТ. –С. 311.
65. Data Mining for extraction of fuzzy IF-THEN rules using Mamdani and Takagi-Sugeno-Kang FIS / J.E. Moreno, O. Castillo, J. R. Castro, L.G. Martínez, P. Melin /

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Engineering Letters: [Електрон. ресурс]. – Режим доступ:
http://www.engineeringletters.com/issues_v15/issue_1/EL_15_1_13.pdf

66. Ipek H. Technical note on Application of Statistical Process Control/ H. Ipek, H. Ankara, H. Ozdag// Journal of Quality Technology, 1999.–Vol. 26.– pp. 79–83.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		