

**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»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Андрій ФОРСЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Комп'ютерні технології та програмування в автоматизованих системах управління»
на тему: Розробка інтегрованої автоматизованої системи управління молочним виробництвом з підсистемою технологічного моніторингу

Виконав: здобувач 6 курсу, групи ІА-2-2М

_____ Дмитрук Дмитро Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Кишенько Василь Дмитрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____ Олена Андріюк
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь магістр

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

Освітньо-професійна програма Комп'ютерні технології та програмування в автоматизованих системах управління

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри **Ярослав Смітюх**

“ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дмитрука Дмитра Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка інтегрованої автоматизованої системи управління молочним виробництвом з підсистемою технологічного моніторингу

керівник роботи професор, кандидат технічних наук Кишенько Василь Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 16 ” листопада 2022 року № 820-к

2. Строк подання здобувачем роботи 1 лютого 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління. 1.1 Виділення основних задач і цілей в даній магістерській роботі. 1.2 Особливості автоматизації процесу пастеризації. 1.3 Розробка завдання на систему автоматизації. Розділ 2. Загальносистемні рішення. 2.1 Загальний опис об'єкту та системи. 2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання. 2.3 Функціональна структура системи. 2.4. Опис функцій, що автоматизуються. 2.5. Структурна схема комплексу технічних засобів. 2.6. Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення. Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням). 3.1. Схема автоматизації та специфікація засобів автоматизації польового рівня. 3.2 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів 3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації. 3.4. Схеми з'єднання та підключення проводок промислових мереж. Розділ 4. Спеціальне завдання. 4.1. Опис алгоритму. 4.2. Опис спеціального програмного забезпечення. 4.3 Розробка ІСК технологічного моніторингу. Висновок. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації. 2. Принципова електрична схема. 3. Схема інформаційної структури. 4. Структурна схема комплексу технічних засобів. 5. Схеми з'єднань та підключень проводок мереж.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 16 листопада 2022 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2.	<i>Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління.</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3.	<i>Розділ 2. Загальносистемні рішення</i>	<i>3 тиждень</i>	
4.	<i>Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням)</i>	<i>5 тиждень</i>	
5.	<i>Розділ 4. Спеціальне завдання</i>	<i>8 тиждень</i>	
6.	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>11 тиждень</i>	

Здобувач

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Дмитрук Д.О.

(прізвище та ініціали)

Кишенько В.Д.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації лінії виробництва пастеризованого молока.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для ділянки пастеризації молока. Програма розроблена в програмному забезпеченні Step7 від Siemens.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Окреме місце виділено дослідженню пастеризаційно – охолоджувальної установки як об'єкта управління. Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора.

В ході роботи зроблений економічний розрахунок ефективності впровадження системи автоматизації, а також приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Annotation

This qualification work is devoted to the development of the automation system of the pasteurized milk production line.

The project developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological control object, an automation scheme, basic control and signaling schemes.

Developed software for the milk pasteurization section. The program is developed in Step7 software from Siemens.

In the project, options for technological solutions for the implementation of the automation system were considered in detail, as well as an analysis of the existing and developed system was made.

A separate place is devoted to the study of the pasteurization-cooling installation as a management object. A comparative analysis of transient processes for different values of the regulator parameters was carried out.

In the course of the work, an economic calculation of the effectiveness of the implementation of the automation system was made, as well as an assessment of the level of automation of the technological process as a whole was give.

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління..9	
1.1 Виділення основних задач і цілей в даній магістерській роботі	9
1.2 Особливості автоматизації процесу пастеризації.....	10
1.3 Розробка завдання на систему автоматизації	13
Розділ 2. Загальносистемні рішення.....	15
2.1 Загальний опис об'єкту та системи	15
2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання	24
2.3. Функціональна структура системи.....	26
2.4 Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ).....	31
2.5 Структурна схема комплексу технічних засобів	38
2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення	40
Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням)	43
3.1. Схема автоматизації та специфікація засобів автоматизації польового рівня	43
3.2. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	48
3.3 Схеми електричні принципи контурів вимірювання, управління та сигналізації	52
3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж.....	53
Розділ 4. Спеціальне завдання.....	56
4.1. Опис алгоритму	56
4.2. Опис спеціального програмного забезпечення	59
4.3 Розробка ІСК технологічного моніторингу	76
Висновок	87
Список використаної літератури	88

Вступ

Актуальність роботи. Молочне виробництво, як одна із провідних галузей харчових виробництв, пов'язана із задоволенням попиту харчової промисловості на молочні продукти, 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 молочного 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 молочного 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 3ох рівневої системи управління молочним виробництвом із використанням сучасних високоточних датчиків витрати, температури, рівня.

Виробництво молока – один з напрямів спеціалізації сільсько-господарських підприємств центрального регіону України. Незважаючи на збитковість, багато переробних підприємств не відмовляється від нього, оскільки збут молока є джерелом систематичного надходження готівкових коштів протягом календарного року. Це пов'язано з тим, що продукція молочної галузі займає важливе місце у споживанні. Частка витрат на молочні

продукти становить 15% від загальних витрат на харчування, але молокопродуктовий підкомплекс АПК України знаходиться в стані кризи.

Ринок молочних продуктів в Україні формується переважно під тиском рівня купівельної спроможності населення. Водночас, головними принципами сегментування ринку молочних продуктів є: вік споживачів молочних продуктів, місце проживання споживачів, рівень доходів споживачів. На поведінку споживачів значно впливає динаміка цін, якість товарів, обсяг та асортимент пропозиції, загальний рівень добробуту населення. Поряд з цим на ринку молочних продуктів існує певна кількість проблем, до яких можна віднести стан сировинної бази, конкуренція за постачальників, мікробіологічні вдосконалення а також вдосконалення установок і систем.

Молочна промисловість – одна з провідних галузей народного господарства, яка забезпечує населення продуктами харчування. Фактичне виробництво молока в Україні значно нижче необхідних обсягів споживання, що позначається на якості харчування населення України. Збільшення ж виробництва молока стримується низькою рентабельністю тваринництва і тим, що більшість населення України не може купувати необхідну кількість молочної продукції через високу його вартість. Харчова галузь характеризується спадом виробництва, значним зниженням асортименту продукції, тяжким фінансово-економічним станом більшості підприємств, високим коефіцієнтом зносу основних виробничих фондів, особливо їх активної частини.

Розділ 1. Аналітичний огляд літератури та використовувані методи при побудові систем управління

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є підвищення техніко-економічних показників молочного виробництва шляхом створення автоматизованої 3-ох рівневої системи багатоцільового управління з використанням сучасних датчиків та механізмів.

1.1 Виділення основних задач і цілей в даній магістерській роботі

В даній магістерській роботі вирішуються наступні задачі:

- 1) розробка АСУ ТП пастеризації молока;
- 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 3-ох рівневої промислової мережі, яка забезпечує зв'язок між засобами польового рівня, ПЛК (програмованими логічними контролерами відділень пастеризації молока) та робочими місцями операторів відділень.

1.2 Особливості автоматизації процесу пастеризації

Пастеризація – процес одноразового нагрівання найчастіше рідких продуктів або речовин до 60 ° С протягом 60 хвилин або при температурі 70-80 °С протягом 30 хв. Технологія була відкрита в середині ХІХ століття французьким мікробіологом Луї Пастером. Застосовується для знезараження харчових продуктів, а також для продовження терміну їх зберігання.

При такій обробці в продукті гинуть вегетативні форми мікроорганізмів, однак суперечки залишаються в життєздатному стані та при виникненні сприятливих умов починають інтенсивно розвиватися. Тому пастеризовані продукти (молоко, пиво і інше) зберігають при знижених температурах протягом обмеженого періоду часу. Вважається, що харчова цінність продуктів при пастеризації практично не змінюється, оскільки зберігаються смакові якості та цінні компоненти (вітаміни, ферменти).

Залежно від виду і властивостей харчової сировини використовують різні режими пастеризації. Розрізняють тривалу (при температурі 63-65 ° С протягом 30-40 хв), коротку (при температурі 85-90 ° С протягом 0,5-1 хв) і миттєву пастеризацію (при температурі 98 ° С протягом декількох секунд). Пастеризація не може застосовуватися при консервуванні продуктів, так як герметично закрита тара є сприятливим середовищем для проростання спор анаеробної мікрофлори). З метою довготривалого консервування продуктів (особливо забруднених спочатку землею, наприклад, грибів, ягоди), а також у медичних та фармацевтичних цілях застосовують дробову пастеризацію – тиндалізація. Дія пастеризації на мікроорганізми, що містяться в молоці, залежить від температури, до якої нагрівають молоко, і тривалості витримки при цій температурі. Пастеризацією знищуються мікроби, а при стерилізації (нагріванні молока вище температури кипіння) – одночасно і спори.

Кип'ятінням знищується вся мікрофлора молока, за винятком спор, стійких до температури кипіння. Пастеризацією без помітної зміни органолептичних властивостей молока (смак, запах і консистенція) знищуються туберкульозні, бруцельозні та інші хвороботворні бактерії. У звичайному збірному молоці гине 99% бактерій лише за умови гарної, надійної стерилізації апаратури, інвентарю, посуду, використовуваних в процесі пастеризації. Так, добавка до пастеризованого молока забрудненого молока, що містить 1 млрд. бактерій (тобто таку кількість, яка може залишитися по недогляду у молочному інвентарі), підвищить кількість бактерій в молоці до 1 млн. в 1 мл. Ці бактерії будуть активно розмножуватися і неминуче призведуть до псування молока. Пастеризація, отже, найбільш простий і дешевий спосіб знезараження молока. Молоко пастеризують також при виробництві всіх молочних продуктів, щоб охоронити їх у подальшому від небажаних процесів, які викликаються життєдіяльністю бактерій і особливо кишкової палички, маслянокислих бактерій та інших.

При пасовищному утриманні худоби мікрофлора молока знищується нагріванням більш повно, ніж при стійловому утриманні. Пояснюється це тим, що при стійловому утриманні бактерії потрапляють в молоко головним чином з гнойових часток. Ці бактерії по своїх властивостях більш стійкі до нагрівання. При пасовищному утриманні в молоці виявляються переважно бактерії, що розмножуються на рослинах. Перед пастеризацією необхідна ретельна очистка молока.

На практиці застосовуються три режими пастеризації: при тривалій пастеризації молоко нагрівають до 63-65 ° С і витримують при цій температурі 30 хв; короткочасна пастеризація проводиться при 72-75 ° С з витримкою протягом 15-20 с, що здійснюється в потоці; миттєва пастеризація - нагрівання молока до температури 85-90 ° С без витримки.

Термічний вплив на молоко приводить до деяких змін його складових речовин. При нагріванні з молока вивітрюються розчинені в ньому гази. Внаслідок видалення вуглекислоти кислотність молока знижується на 0,5-1 ° Т. При температурі вище 85 ° частково змінюється казеїн. Але найбільшому впливу піддається альбумін молока: при 60 - 65 ° С він починає денатурувати. Порушується при пастеризації і сольовий склад молока. Розчинні фосфорнокисліє солі переходять у нерозчинні. Від часткового згортання білків і утворення нерозчинних солей на поверхні нагрівальних приладів (пастеризатори) відкладається осад-молочний камінь (пригару). Пастеризоване молоко повільніше згортається сичужним ферментом. Це пояснюється випаданням кальцієвих солей. Додавання до такого молока розчину хлористого кальцію відновлює його здатність згортатися.

Вітаміни стійки до впливу високої температури, особливо якщо молоко нагрівається без доступу кисню повітря. Нагрівання до високих температур (80-85 °) додає молоку особливий присмак і аромат, які в міру підвищення температури підсилюються. При кип'ятінні склад молока також змінюється. Наприклад, майже в 2 рази зменшується зміст вітамінів А і С. Втрачаються живильні речовини в межах від 15 до 20% внаслідок утворення опадів білків, жиру і солей кальцію на стінках посуду. Тому кип'ятити пастеризоване молоко без особливої потреби не слід. Цілі пастеризації наступні:

- знищення патогенної мікрофлори, отримання продукту, безпечного для споживача в санітарно-гігієнічному відношенні;
- зниження загальної бактеріального обсіменіння, руйнування ферментів сирого продукту, що викликають псування пастеризованого продукту, зниження його стійкості при збереженні;

- спрямована зміна фізико-хімічних властивостей продукту для отримання заданих властивостей готового продукту, зокрема, органолептичних властивостей, в'язкості, щільності згустку і т.д.

Обсяги продуктів, що підлягають пастеризації, величезні. Тому пріоритетними напрямками робіт з вдосконалення та створення нових пастеризаційно-охолоджувальних установок є зниження енергоємності теплообмінних процесів, мінімізація їх геометричних параметрів, зниження вартості.

1.3 Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Збірник не пастеризованого молока	Рівень в апараті	85 % ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі молока	
2	Зрівнювальний бачок	Рівень в апараті	85 % ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі молока	
		Витрата на ПОУ	600 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос подачі молока	
3	ПОУ	Температура молока після секції пастеризації	90 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
		її		Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі гар.води	
		Витрата гар.води в ПОУ	300 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос подачі гар.води	
		Витрата молока після ПОУ	550 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
		Температура молока після секції охолодження	10 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	

Розділ 2. Загальносистемні рішення

2.1 Загальний опис об'єкту та системи

Автоматизація молочного виробництва забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки у випадках комплексного підходу до розв'язання цієї задачі. При такому підході слід підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних ділянок.

Технологічний процес молочного виробництва є в основному безперервно-поточним і здійснюється головним чином в безперервно діючому обладнанні, а тому задовольняє основним вимогам з точки зору його автоматизації. Разом з цим впровадження автоматизації передбачає велику і трудомістку роботу пов'язану з капітальними витратами.

Велике значення при підготовці об'єкту до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, за якими здійснюється об'єктивне управління процесом.

Короткий опис технологічного процесу

Молоко – один із найскладніших продуктів за своїм хімічним складом. В склад молока входять : вода, білки, молочний жир, молочний цукор – лактоза, мінеральні речовини і мікроелементи – кальцій і фосфор, більшість відомих вітамінів, ферменти, що сприяють травленню, гормони, імунні тіла, гази, мікроорганізми, пігменти. В залежності від фізико-хімічних показників, натуральне молоко розділяють на сорти в залежності з нормами наведеними в табл.1

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники молока

Показник	Норма для молока			
	вищого сорту	першого сорту	другого сорту	несортованого
Кислотність, °Т	16...18	16...18	16...21	Менше 16 чи більше 21
Група чистоти по еталону, не нижче групи	I	I	II	III
Густина, кг/м ³ , не менше	1028	1027	1027	Менше 1027
Температура замерзання, °С	Не вище - 0,52		Вище - 0,52	

Очистку проводять для того щоб видалити механічні забруднення і мікроорганізми. Якість молока, особливо бактеріологічні показники, в значній мірі залежать від строку і температури його зберігання.

В неохолодженому молоці швидко розвиваються мікроорганізми, що визивають його скисання. Охолодження молока – один із основних факторів, сприяючих подавленню розвитку небажаної патогенної мікрофлори і зберігання якості молока. Розмноження більшості мікроорганізмів, що зустрічаються в молоці, майже повністю припиняється при температурі 2...4 °С.

Далі молоко поступає на нормалізацію, так як на молочні підприємства молоко поступає з різним складом жиру і сухого обезжиреного молочного залишку (СОМО), а в готовому продукті жир і СОМО повинні бути в певній кількості чи співвідношенні. В зв'язку з цим, необхідна нормалізація сировини.

Нормалізація – це регулювання складу сировини для отримання готового продукту, що відповідає вимогам стандарту. Нормалізація молока призначена для опрацювання натурального молока у натуральному вигляді, для розділення молочної сировини різної концентрації, тобто, знежиреного молока від

вершків, розподілення молочних жирів поетапно. Для нормалізації молока використовують різні пристрої.

Натуральне молоко, направлене на переробку, нормалізують обезжиреним молоком чи вершками безпосередньо в резервуарі чи в потоці. Одним із найпростіших способів нормалізації по жиру є нормалізація змішуванням в ємкості розрахованої кількості нормалізуємого молока і нормалізуючого компоненту(вершків або обезжиреного молока).

Автоматизовані установки для нормалізації молока в потоці повинні бути обладнані вимірювачами маси (витрати) нормалізуємого і обезжиреного молока (вершків) і приладами, що підтримують постійним відношення витрати обезжиреного (вершків) і нормалізуємого молока.

Після нормалізації молоко поступає на гомогенізацію та теплову обробку.

Теплова обробка молочної сировини проводиться з метою його обеззараження. Вона повинна забезпечити не тільки надійне подавлення життєдіяльності мікроорганізмів а й максимально можливе зберігання вихідних властивостей молока. Будь-яка теплова дія на молоко порушує його початковий склад і фізико-хімічні властивості. Степінь фізико-хімічних змін молока головним чином залежить від температури і тривалості теплової обробки.

До видів теплової обробки відноситься пастеризація і стерилізація. Різновидами пастеризації є ультра високотемпературна (УВТ) обробка і термізація.

Пастеризація молока - це теплова обробка молока з ціллю знищення вегетативних форм мікрофлори, в тому числі патогенних. Режим пастеризації повинен забезпечити також отримання заданих властивостей готового продукту, зокрема органолептичних показників (смак, потрібні в'язкість і щільність згустку). Ефект пастеризації, обумовлений ступенем загибелі патогенної мікрофлори, впливає на вибір режимів і способів пастеризації. З

патогенних мікроорганізмів найбільш стійкі до теплової обробки бактерії туберкульозу. Оскільки робота з визначення збудників туберкульозу складна, то ефективність пастеризації прийнято визначати за загибелі не менш стійкою кишкової палички. Ефект пастеризації залежить від температури t і тривалості теплової обробки z .

Залежно від цих факторів розрізняють три режими пастеризації: тривала пастеризація - при температурі $60 \dots 63 \text{ }^\circ\text{C}$ з витримкою 30 хв; короткочасна - при $74 \dots 78 \text{ }^\circ\text{C}$ з витримкою 20 с; моментальна - при температурі $85 \dots 87 \text{ }^\circ\text{C}$ або $95 \dots 98 \text{ }^\circ\text{C}$ без витримки.

Вибір режимів пастеризації зумовлюється технологічними умовами і властивостями продукту. При вмісті в продукті компонентів, що відрізняються низькою термостійкістю, слід застосовувати тривалу пастеризацію.

Процес тривалої пастеризації хоча і забезпечує надійне знищення патогенних мікробів і найменшу зміну фізико-хімічних властивостей молока, однак вимагає більших витрат, пов'язаних з використанням малопродуктивного обладнання.

Найбільш поширений спосіб у виробництві пастеризованого молока - короткочасна пастеризація. Цей спосіб також надійний для інактивації мікробів і максимального збереження вихідних властивостей молока. Миттєва пастеризація по впливу на мікроби і властивості молока аналогічна короткочасній. Вона рекомендується для пастеризації вершків, з яких виробляють масло, і при виробництві молочних консервів. Таким чином, всі способи пастеризації дозволяють отримати продукт, нешкідливий для безпосереднього вживання в їжу, але він має обмежений термін зберігання.

Опірність мікроорганізмів тепловій обробці збільшується при підвищенні вмісту жиру і сухих речовин в продуктах (вершки, суміш для морозива), так як жирові і білкові речовини надають захисну дію на мікробні клітини. Тому для продуктів з підвищеним вмістом жиру і сухих речовин температура

пастеризації повинна бути збільшена на 10 ... 15 °С у порівнянні з температурою пастеризації молока.

Нормалізоване і гомогенізоване молоко пастеризується при 76 °С з витримкою 15-20 с. Потім молоко охолоджується до 4-6 °С. Охолодження йде на пластинчастій пастеризаційно-охолоджувальній установці. Після цього молоко направляють у резервуар для проміжного зберігання або безпосередньо на розлив.

Пастеризаційні установки бувають пластинчастого і трубчастого типів. Пастеризаційні установки пластинчастого типу, або пастеризаційно-охолоджувальні, призначені для пастеризації та охолодження в потоці питного молока, молока при виробленні кисломолочних продуктів, вершків і суміші морозива, пастеризаційної установки трубчастого типу - для пастеризації в потоці молока і вершків.

Пастеризаційно-охолоджувальні установки для питного молока розрізняють по продуктивності. Випускають пастеризаційно-охолоджувальні установки продуктивністю 3000, 5000, 10000, 15 000 і 25 000 л / год.

Найбільш поширеною є пастеризаційно-охолоджувальна установка продуктивністю 10 000 л / год.

Пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки призначені для швидкого нагріву продукту в безперервному тонкому шарі

його закритого потоку з послідуєчим охолодженням. Їх застосовують на молочних заводах, великих тваринницьких комплексах молочного напрямку, що поставляють молоко безпосередньо споживачу, і фермах, де є худоба із захворюваннями, що вимагають пастеризації молока до його відправки з господарств на завод.

При роботі установки сире молоко з місткості для збору і зберігання самоплив або насосом подають в зрівнювальний бак при температурі +4...7°С,

де підтримують постійний рівень. З приймального бака насосом нагнітають в секцію рекуперації пластинчатого апарату, звідки направляють на молокоочищувач, під тиском 0,35 МПа. Після відцентрового очищення тиском, створюваним молокоочищувачем, молоко подають в секцію пастеризації, де нагрівають гарячою водою +98 °С до температури +75...90 °С.

Секція пастеризації розрахована на роботу при малому температурному перепаді між молоком і гарячою водою. Такий незначний температурний перепад забезпечує зменшення швидкості утворення пригару і створює передумови для тривалої роботи апарату, стійкої продуктивності.

Задана температура пастеризації підтримується автоматично. Вихід нагрітого молока з секції пастеризації у витримувач виключається, воно автоматично поступає в зрівняльний бак, для повторного нагріву.

З секції пастеризації гаряче молоко поступає у витримувач і знаходиться там при температурі пастеризації певний час (25-30 хв). З витримувача молоко направляють в секцію рекуперації, де охолоджують зістрічним потоком холодного сирого молока, і поступає в секцію охолодження. Цим досягається економія теплоти, що витрачається на теплову обробку молока. В секції охолодження молоко охолоджують льодяною водою або розсолем при температурі +1 °С. З установки молоко виходить при цьому маючи температуру +5 °С. Витрата молока складає 10 т/год.

В секції пастеризації молоко нагрівається водою, що проходить в одному напрямі через більшу кількість паралельних каналів, ніж продукт. Таким розподілом каналів досягається рівність швидкостей і тиску по обидві сторони теплообмінних пластин, оскільки кратність циркуляції гарячої води у декілька разів перевищує продуктивність установки по молоку.

В секції рекуперації, яка в деяких випадках може бути розбита на дві частини, гаряче молоко віддає своє тепло стрічному потоку холодного молока.

В пластинчатих апаратах економія тепла в секції рекуперації досягає 85-90 %. Таким чином, витрата пару на пастеризацію молока скорочується у декілька разів в порівнянні з ваннами тривалої пастеризації і іншими апаратами, що не мають рекуператорів.

В секції охолодження кількість циркулюючого холодоносія у декілька разів перевищує кількість протікаючого молока. Тому кількість паралельних каналів для проходу льодяної води або розсолу в 3-4 більша, ніж для молока. Витримувач - найважливіший елемент пластинчатих пастеризаційно-охолоджувальних установок. В ньому молоко знаходиться при температурі пастеризації протягом певного часу,, необхідного для завершення бактерицидної дії температури.

Гаряча вода для нагрівання молока подається в секцію пастеризації насосом . З цієї секції охолоджена вода, після того як вона віддасть тепло молоку, повертається в бачок-акумулятор (бойлер). Вода нагрівається до температури (78 - 82) ° С паром в пароконтактному нагрівачі. У пароконтактний нагрівач подається пар регулюючими клапанами подачі.

На виході пастеризованого молока з секції пастеризації встановлений датчик температури , який призначений для контролю температури охолодженого пастеризованого молока.

Пастеризатор-охолоджувач встановлюють на підлозі цеху молочного заводу без фундаменту строго за рівнем, використовуючи регулюючі пристрої ніжок апарату. Після огляду всіх елементів апарату, переконавшись у їх справності і чистоті, а також у правильному розташуванні теплообмінних пластин у відповідності з їх нумерацією, його збирають.

Пластини і проміжні плити вручну пересувають по тягам на робочі місця. Для зменшення зусиль під час зсуву пластин і плит необхідно робочі поверхні тяг і різьби затискних пристроїв злегка змащувати. Остаточо притискають

теплообмінні пластини і плити гвинтовим затиском за допомогою спеціального ключа.

Необхідну для герметичності ступінь стиснення теплових секцій визначають стрілкою, нанесеною на верхній і нижній розпірках, яка повинна збігатися з центром вертикальної розпірки обох тяг. При цьому, враховуючи наявність двохвінтового зажиму, необхідно виробляти рівномірну затяжку кожним гвинтовим пристроєм для запобігання перекосу.

Перед пуском установки в роботу її обов'язково чистять, миють і стерилізують гарячою водою, а при безрозбірному митті - миючими засобами за допомогою спеціальних установок для цих цілей. Безрозбірна мийка, при якій миючі розчини циркулюють в замкнутій системі з відключеним молокоочищувачем, допустима лише в тому випадку, якщо відсутні деталі, виготовлені з бронзи і алюмінію.

Для припинення роботи установки вимикають подачу молока і замість нього подають воду. Після витіснення молока з апарату вимикають пару, гарячу воду і розсіл, вимикають молокоочищувач, знеструмлюють щит управління і випускають весь розсіл. Після цього всю установку піддають санітарній обробці. Під час чищення і миття не можна користуватися металевими щітками та іншими абразивними матеріалами.

При високотемпературної пастеризації необхідно апарат постачати захисним кожухом.

У неробочий час не можна залишати розсіл в апараті, він повинен бути повністю злитий, а секції промиті, інакше термін служби пластин скоротиться через їх корозію.

Машинно-апаратурна схема

Процес виробництва пастеризованого молока складається із наступних технологічних операцій: приймання молока, охолодження, попереднє

зберігання, нормалізація, пастеризація, зберігання пастеризованого молока, розлив його в упаковку.

На ділянці приймання молока та його зберігання розташовані установки для приймання молока, які укомплектовані лічильником, охолоджувачем, пристроєм для нормалізації молока, системою трубопроводів для транспортування молока із запірною-розподільною арматурою.

Як правило, молоко приходить на завод в автоцистернах, які підключаються до установки приймання. Молоко перемішується і береться середня проба для виміру параметрів складу та якості: кислотність, масового вмісту жиру, температури, ступеня чистоти і бактеріальної цінності. Одержані показники порівнюються з даними документації й вирішується питання про прийомку молока.

На ділянці теплової обробки молока розташована пастеризаційно-охолоджувальна установка, яка складається з пластинчастого теплообмінного апарата, приймального бака, насоса М1, сепаратора молоко-очисника, насоса для подачі гарячої води М2, конвекційного бака з інжектором, трубчатого витримувача.

Молоко знаходить в приймальний бак, в якому завдяки сигналізації чому рівнеміру відбувається його заповнення до визначеного рівня. З приймального бака молоко насосом М1 подається в секцію регенерації пластинчастого теплообмінного апарата для попереднього нагріву і далі в сепаратор для очищення від механічних та інших домішок. Як правило, пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки комплектуються саморозвантажувальними сепараторами молоко-очисниками .

Після очистки молоко прямує в секцію пастеризації, де нагрівається до температури 76-80 °с і за допомогою перемикального клапана прямує на витримувач. Далі молоко надходить знову в секцію регенерації, де попередньо

охолоджується, а потім – в секцію охолодження для досягнення температури 2-6 °C.

Нагрівання в секції пастеризації молока до температури 76-80 °C відбувається завдяки гарячій воді, що циркулює з допомогою насоса в замкнутому контурі бойлерно-інжекторного баку, проходячи послідовно через секцію інжектора пари, секцію пастеризації, конвекційний блок. В інжекторі відбувається нагрівання води паром. При порушенні заданого режиму молоко прямує на повторну пастеризацію. Надходження в приймальний бак припиняється.

Якщо в ході роботи припиняється подача продукту, то після спорожнення приймального баку відключається насос . Молоко, яке залишилося в трубопроводі , де встановлений датчик температури, охолоджується. Це призводить до збільшення витрати пари. Тому при зниженні молока в баці доцільно робити циркуляцію продукту.

Ефективність пастеризації молока визначається ступінню нейтралізованих мікроорганізмів у процесі теплової обробки і може досягнути 99% .

2.2. Розробка загальної ієрархічної моделі обладнання

Аналіз вибраного об'єкту та дослідження подібних в літературі дає можливість означити модель обладнання (Equipment) 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 пересікаються у всіх наведених вище стандартах і являються їх «спільним знаменником» (рис.2).

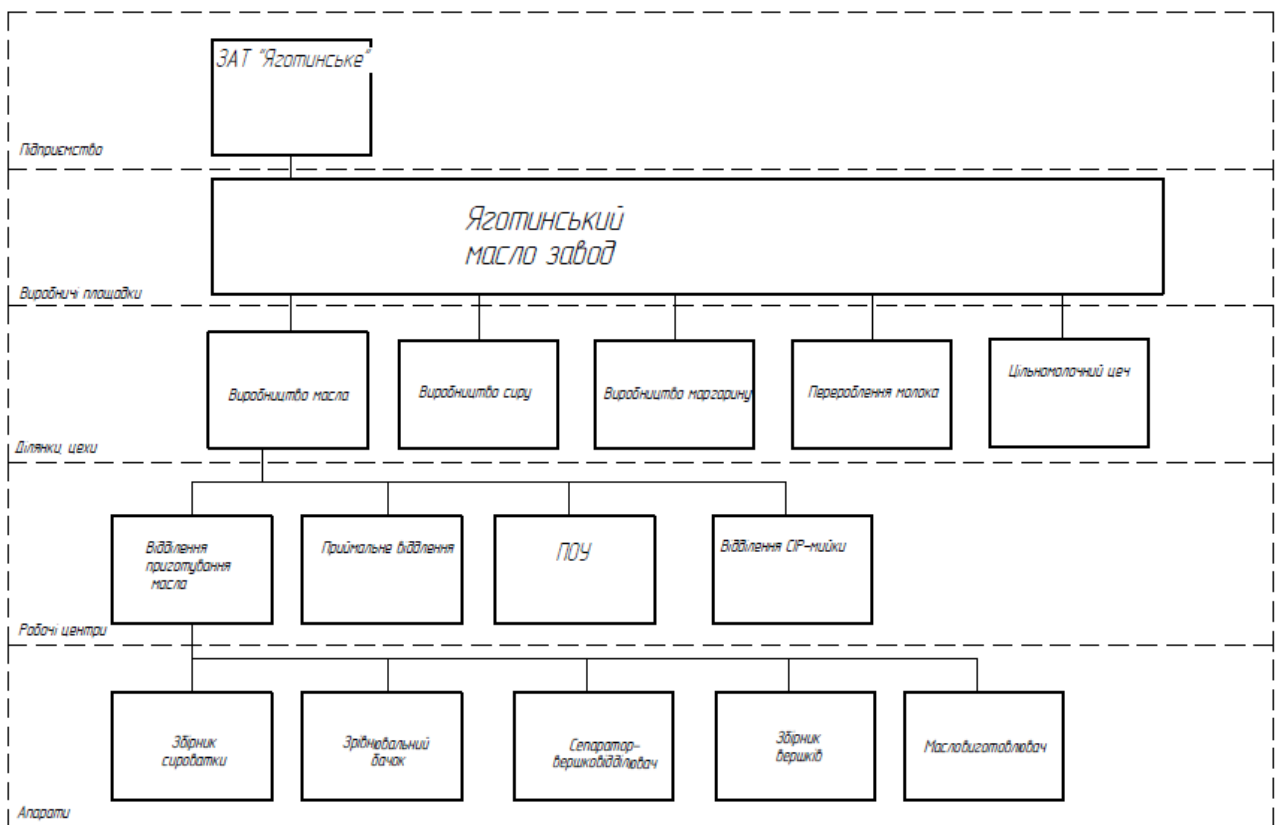


Рис.2 Ієрархічна модель обладнання молочного заводу

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 магістерській 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).

2.3. Функціональна структура системи

Функціональна структура виробництвом молока повинна мати 4-рівневу структуру:

- рівень датчиків (датчики, частотні перетворювачі (PDS), розподілені засоби вводу/виводу);

- 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 РЗ 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.

Функціональна структура розробляється для автоматизованої системи управління виробництвом, якщо інше не оговорене в завданні. Вона створюється на основі вихідних даних, які являють собою викладені характеристики об'єкту (все виробництво та ділянка основного відділення) та вимог до нього.

Характеристика функціональної структури повинна включати схему функціональної структури та опис автоматизованих функцій. Функції, що повинні виконуватися системою, розбиваються на декілька взаємопов'язаних інформаційними зв'язками підфункцій, згідно їх реалізації на окремих технічних засобах. Ці функції та інформаційні зв'язки показуються на функціональній структурі. Схема функціональної структури виконується в довільній формі. Вона включає:

елементи функціональної структури АСУТП виробництвом; автоматизовані функції та (або) задачі (комплекси задач); сукупність дій (операцій), які виконуються при реалізації автоматизованих функцій тільки технічними засобами (автоматично) або тільки людиною;

інформаційні зв'язки між елементами структури з вказівкою змісту повідомлень та (або) сигналів, які передаються за зв'язками, а, при

необхідності, зв'язки інших типів; деталізовані схеми частин функціональної структури (за потреби).

У кваліфікаційній роботі схему загальної функціональної структури АСУТП виробництвом рекомендується показувати зі збереженням функціональної ієрархичності рівнів управління (рис.5). Наприклад: 0-й (нижній) рівень – рівень польових засобів, 1-й – рівень контролерів, 2-й рівень – рівень SCADA/HMI, 3-й рівень – рівень управління виробництвом. До схеми функціональної структури додається таблиця умовних позначень згідно Д1.1. Приклад наведений в табл.1.

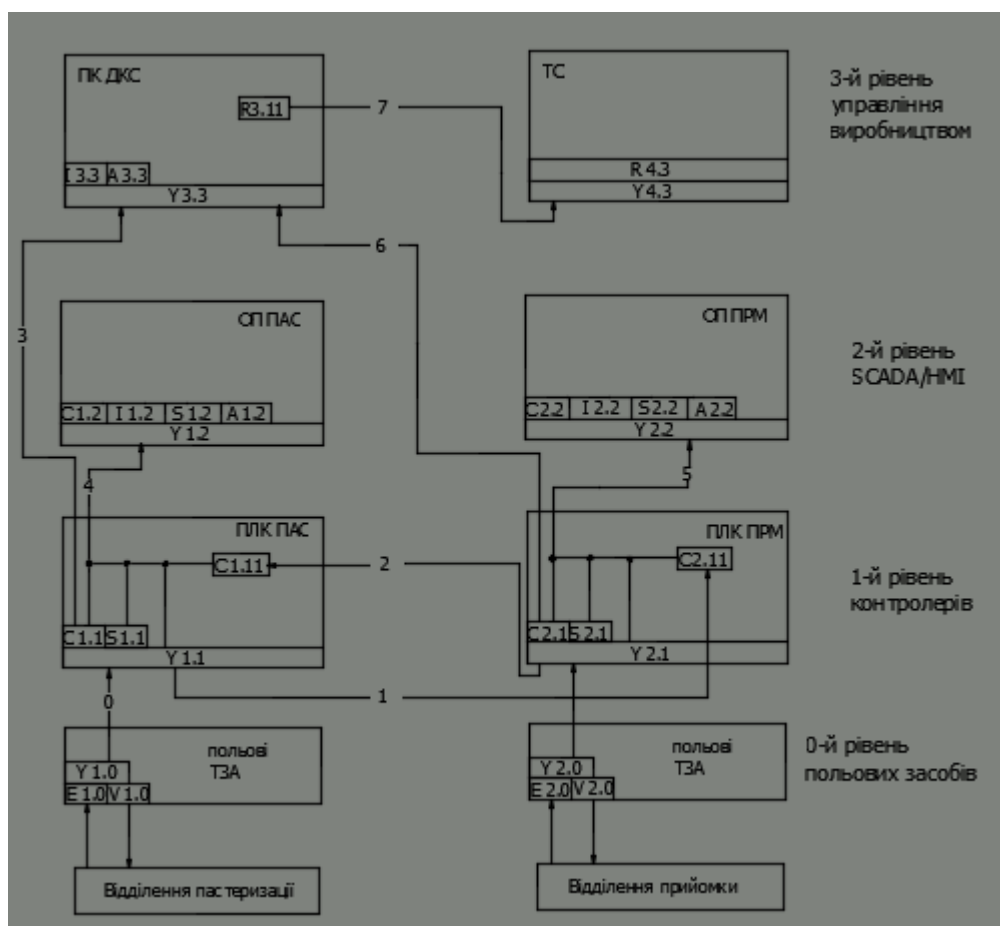


Рис.5. Фрагмент функціональної структури інтегрованої АСУ виробництвом
молока

Таблиця 1. Таблиця умовних позначень до схеми функціональної структури

с	Найменування
польові ТЗА	технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК ПАС	мікропроцесорний контролер для ПАС
ПЛК ПРМ	мікропроцесорний контролер для ПРМ
ОП ПАС	операторська панель для ПРМ
ОП ПРМ	операторська панель для ПРМ
ПК ДКС	диспетчерсько-координуюча станція – АРМ начальника зміни на базі комп'ютера
ТС	технологічний сервер молочного виробництва - сервер архівів основних виробничих параметрів
E1.0, E2.0	первинне вимірювальне перетворення
V1.0, V2.0	управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами
У	перетворення та обробка інформації
C1.1, C2.1	автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом
S1.2, S2.2	дистанційне включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач, зміна режимів роботи регуляторів
I1.2, I2.2	відображення для контролю за технологічним процесом
A1.2, A2.2	контроль стану обладнання, технологічна сигналізація
C2.11	функція перенаправлення потоку молока
C1.11	функція визначення параметрів продукції в танках
I3.3	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом
R3.11	Рестрація даних по всьому виробництву
A3.3	контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва
R4.3	реєстрація основних виробничих параметрів

Перелік підсистем, їх призначення та основні характеристики, вимоги до кількості рівнів ієрархії та степені централізації системи. Технічна структура ІАСУ технологічної лінії виробництва цільномолочної продукції в спрощеному вигляді повинна мати вигляд як на рис.4.

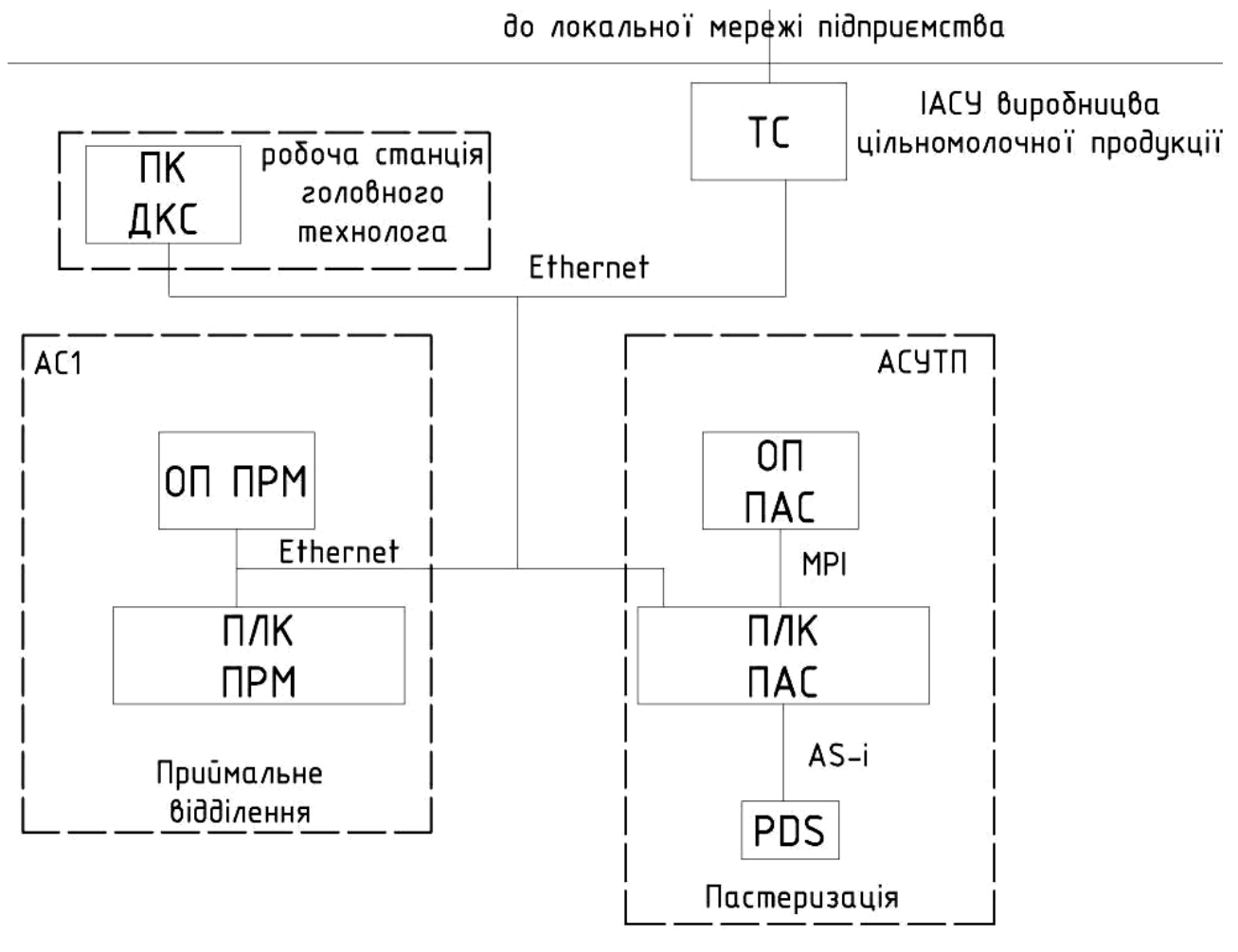


Рис. 4. Технічна структура ІАСУ виготовлення цільномолочної продукції

Функціональна структура ІАСУ ЦМП виробництва цільномолочної продукції, повинна мати 3-рівневу структуру:

- 1) рівень датчиків (датчики, перетворювачі частоти PDS, розподілені засоби вводу/виводу);
- 2) рівень контролерів (ПЛК ПАС);
- 3) рівень SCADA/HMI (ОП ПАС).

Система повинна бути функціонально та технічно розподіленою, при відсутності зв'язку всі підсистеми повинні працювати незалежно одна від одної. ОП ПАС з функціями SCADA/HMI являється координуючою станцією для всієї лінії. Рівень виробництва повинен включати робочу станцію головного технолога з ПК ДКС для контролю за основними виробничими параметрами та технологічний сервер (ТС) для ведення архіву по параметрам

виробництва.

2.4 Опис функцій, що автоматизуються (ПЗ)

Вимоги до способів та засобів зв'язку для інформаційного обміну між компонентами системи. Подані у таблиці 1.

Таблиця 1. Вимоги до способів зв'язку між компонентами системи

компонент	компонент	спосіб зв'язку	примітка
ІАСУ			
всі підсистеми		телефон	
ПЛК ПАС	ПЛК ПРМ	S5 on TCP/IP Send/Receive	
ПК ДКС	ОП ПАС, ОП ПРМ	S7 TCP/IP	ПК ПАС – сервер
ТС	ПК ДКС	Ethernet (100BaseTX), SQL	ПК ТС – SQL сервер
АСУТП			
ОП ПАС	ПЛК ПАС	MPI	
ПЛК ПАС	PDS	AS-i	
АС1			
ОП ПРМ	ПЛК ПРМ	S7 on TCP/IP	

Вимоги до характеристик зв'язку систем АСУТП та ІАСУ з суміжними системами.

Вимоги до зв'язку АСУТП ПАС з іншими підсистемами ІАСУ ВМ наведені в таблиці 1. У ІАСУ пастеризації молока повинен бути передбачено доступ до читання архівних технологічних даних виробництва на технологічному сервері (ТС) з використанням мережі Ethernet (окремий канал) та SQL запитів. Для узгодження та координації з рівнем управління підприємством повинен використовуватись телефонний зв'язок.

У текстовій частині в описі автоматизованих функцій (ПЗ) пояснюється та уточнюється схема функціональної структури. Зокрема необхідно вказати:

- перелік функцій/задач та вимоги до періодичності та тривалості їх виконання;
- перелік сигналів та даних, які формують інформаційні зв'язки між функціями/за-дачами;
- вимоги до періодичності відновлення сигналів та даних на входах функцій/задач.

У магістерській роботі перелік функцій/задач та вимог до них, а також перелік даних рекомендується розробляти у вигляді таблиць, які зручно додавати до відомостей конкретного розділу роботи. Таблиці рекомендується розробляти в Excel, для зручності оперування даними (групування, фільтрація тощо). Структура та формат таблиць може бути довільний, однак наповнення повинно вміщувати перелік всіх функцій та даних, які використовуються на рівнях АСУТП виробництвом та основним відділенням. Нижче приведений приклад виконання таких таблиць.

Таблиця 2 Перелік функцій/задач ІАСУВ.

№	Назва функції/задачі (комплексу)	підсистема або ТЗА системи, де виконується функція/задача
1	Диспетчерський контроль та управління основними технологічними параметрами виробництва.	ПК ПАС, ПК ПРМ - контроль та управління, ПК головного технолога - тільки контроль аналогічно ПК ДКС
2	Централізоване ведення архіву основної технологічної інформації	<i>ТС</i>
3	Координації роботи АСУТП з суміжними відділеннями:	
	Задача управління загрузкою/вигрузкою приймальних танків	АСУТП ПАС, АС1 ПРМ
	Визначення параметрів продукції в танках	<i>АС1 ПРМ</i>

Таблиця 3. Вимоги до функції диспетчерського контролю та управління основними технологічними параметрами виробництва.

Технологічний параметр	джерело ->приймач даних	Періодичність,(с)	примітка
Стан клапану подачі молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Стан двигуну	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Температура молока у сепараторі	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Температура охолодженого пастеризованого молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Рівень у резервуарі гарячої води	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	
Витрата молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	
Рівень у приймальному резервуарі	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	
Жирність молока у танках	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Рівень у танках	ОП ПРМ ->ПК ДКС	10	
Кислотність у танках	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Температура молока з резервуару	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Температура молока в резервуарі	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	

Таблиця 4.Перелік та вимоги до локальних функцій/задач АС координації роботи АСУТП ЦМП з суміжними відділеннями.

Функція/задача ІАСУ ЦМП	локальна функція/задача АС	АС, де виконується функція/задача	вимоги до початку і закінчення задачі або періодичності виконання функції	примітка
Задача управління загрузкою/вигрузкою приймальних танків	<i>Управління клапаном подачі молока</i>	<i>АСУТП ПАС</i>	<i>5 с</i>	
	<i>Запит на переключення клапану подачі молока</i>	<i>АС1 ПРМ</i>	<i>5 с</i>	

Функція/ задача ІАСУ ЦМП	локальна функція/задача АС	АС, де виконує вся функція/ задача	вимоги до початку і закінчення задачі або періодичності виконання функції	примітка
Визначення параметрів продукції в танках	<i>Кислотність молока</i>	<i>АС1 ПРМ</i>	<i>5 с</i>	
	<i>Жирність молока</i>	<i>АС1 ПРМ</i>	<i>5 с</i>	
	<i>Рівень молока</i>	<i>АС1 ПРМ</i>	<i>5с</i>	

Таблиця 5. Вимоги до функції централізованого ведення архіву основної технологічної інформації.

ТЗА системи, де виконується функція/задача	ТС		
	джерело->приймач даних	періодичність	примітка
Стан клапану подачі молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Стан двигуну	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Температура молока у сепараторі	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Температура охолодженого пастеризованого молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Рівень у резервуарі гарячої води	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	
Витрата молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	
Рівень у приймальному резервуарі	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	
Жирність молока у танках	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Рівень у танках	ОП ПРМ ->ПК ДКС	10	

ТЗА системи, де виконується функція/задача		ТС	
Технологічний параметр	джерело->приймач даних	періодичність	примітка
Кислотність у танках	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Температура молока з резервуару	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Температура молока в резервуарі	ОП ПРМ ->ПК ДКС	5	
Стан клапану подачі молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Стан двигуну	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Температура молока у сепараторі	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Температура охолодженого пастеризованого молока	ОП ПАС ->ПК ДКС	5	
Рівень у резервуарі гарячої води	ОП ПАС ->ПК ДКС	10	

Перелік технологічних параметрів та функцій по відношенню до них наведені в таб.6, зокрема:

- I - відображення, вказана періодичність оновлення;
- C - автоматизоване регулювання, вказана допустима статична похибка;
- A - сигналізація, вказані умови спрацювання;
- R - архівування, вказана періодичність запису та глибина архіву.

Таблиця 6.Перелік технологічних параметрів та функцій по відношенню до них.

Назва параметру	Номінальне значення	Діапазон зміни	Функція				примітка
			C	I	A	R	
Температура молока у приймальному резервуарі	6°C	-20-150 °C	-	1 с	<4°C >8°C	10 с, 1 міс	

Назва параметру	Номінальн е значення	Діапазон зміни	Функція				приміт ка
			C	I	A	R	
Температура молока у відділювачі повітря	6°C	-20-150 °C	-	1 с	<4°C >8°C	10 с, 1 міс	
Температура молока у сепараторі	40°C	-20-150 °C	±0.5 °C	1 с	<37°C >45°C	10 с, 1 міс	Кл. 3
Температура молока у пастеризаторі	80°C	-20-150 °C	±0.5 °C	1 с	<78°C >82°C	10 с, 1 міс	Кл. 6
Температура молока після витримувача	80°C	-20-150 °C	-	1 с	<78°C >82°C	10 с, 1 міс	
Температура охолодженого молока	3°C	-20-150 °C	±0.5 °C	1 с	<0°C >6°C	10 с, 1 міс	Кл. 2
Температура молока у витримувачі	0°C	-20-150 °C	-	5 с	>2°C, <-2 °C	10 с, 1міс	
Температура гарячої води	95°C	-20-150 °C	-	5 с	>100°C, <90 °C	10 с, 1міс	
Тиск у відділювачі повітря	1МПа	0-2 МПа	-	5 с	>1.1МП а <0.9МП а	10 с, 1міс	
Тиск у ПОУ	0,06МПа	0-2МПа	-	10 с	>0.07М Па <0.05М Па	10 с, 1міс	-
Тиск в пастеризаторі	0,3МПа	0-2МПа	-	10 с	>0.5МП а <0.3МП а	10 с, 1міс	-
Тиск в сепараторі	0,3МПа	0-2МПа	-	10 с	>0.5МП а <0.7МП а	10 с, 1міс	-
Рівень у приймальному резервуарі	2,5м	0-3м	-	1 с	>2.7м <2.2м	10 с,1мі с	Кл.1

Назва параметру	Номінальн е значення	Діапазон зміни	Функція				приміт ка
			C	I	A	R	
Рівень у відділювачі повітря	2м	0-3м	-	1 с	>2.1м <1.9м	10 с,1мі с	-
Рівень у в резервуарі для гарячої води	2м	0-3м	-	1 с	>2.1м <1.9м	10 с,1мі с	Кл.5
Витрата дифузійного соку	50 л/год	0- 100л/год	-	1 с	-	10 с,1мі с	М

Вимоги до програмного забезпечення.

Таблиця Д8.Перелік вимог до програмного забезпечення.

Тип програмного засобу	Виробник	назва	примітки
ПЗ для ПЛК ПАС	VIPA	WinPLC7	-
ПЗ для ПЛК ПРМ	VIPA	WinPLC7	-
SCADA для ОП ПАС	VIPA	Без обмежень	-
SCADA для ОП ПРМ	VIPA	Без обмежень	-
ПЗ для ТС ВЦ	Microsoft	MS SQL Server	-
ПЗ для АРМ ДКС	Schneider Eletric\ COPA-DATA	Vijeo/Citect	-

Вимоги до технічного забезпечення.

Таблиця Д9. Перелік вимог до технічного забезпечення.

Тип технічного засобу	виробник	модель	додаткові вимоги
ПЛК ПАС	VIPA	VIPA SPEED 7	IP20, в щитовій
ПЛК ПРМ	VIPA	VIPA SPEED 7	IP20, в щитовій
ОП ПАС	VIPA	без обмежень	-
ОП ПРМ	VIPA	без обмежень	-

PDS	Danfoss	без обмежень	IP20, в щитах по місцю
Датчики	без обмежень	без обмежень	IP65
Виконавчі механізми (ВМ)	без обмежень	без обмежень	IP65, пневматичне або електричне живлення
Регулюючі органи (РО)	без обмежень	без обмежень	-----

2.5 Структурна схема комплексу технічних засобів

Структурна схема комплексу технічних засобів (КТС) розробляється для АСУТП виробництва в цілому. Враховуючи наявність ТЗА польового рівня на схемі автоматизації, на структурній схемі КТС їх можна не вказувати. Винятком є тільки ті ТЗА, які інтегруються в єдину систему з використанням промислових мереж.

Розробка структури КТС передбачає:

- вибір промислових та комп'ютерних мереж, на базі яких проводиться технічна інтеграція засобів;
- створення мережної структури, в якій технічні засоби являються вузлами мережі;
- вибір мережного обладнання (комунікаційні модулі, карти) для всіх мережних вузлів;
- вибір мережних складових з функціями перетворення: репітерів, концентраторів, комутаторів, маршрутизаторів та шлюзів.

Процес створення структури КТС може мати ітераційний характер. Спочатку проводиться аналіз функціональної структури, характер і напрямки інформаційних потоків між вузлами, оцінюється інформаційне навантаження. Враховуючи вимоги, що наведені в завданні, вибирається мережна структура та мережне обладнання. Мережна структура аналізується на придатність до розв'язання задач управління виробництвом. Якщо вона не задовольняє по

певним причинам вимогам (не вистачає ресурсів мережі або мережних засобів)
– процес повторюється.

Структурну схему КТС рекомендується зображати зі збереженням функціональної ієрархичності рівнів управління відповідно до схеми функціональної структури. Схема повинна містити інформацію про засоби (комунікаційні карти, модулі) та порти, через які кожен вузол підключається до загальної мережі, а також додаткові перетворювачі. Приклад фрагменту структурної схеми показаний на рис.6, приклад переліку елементів ТЗА наведений в табл. 6.

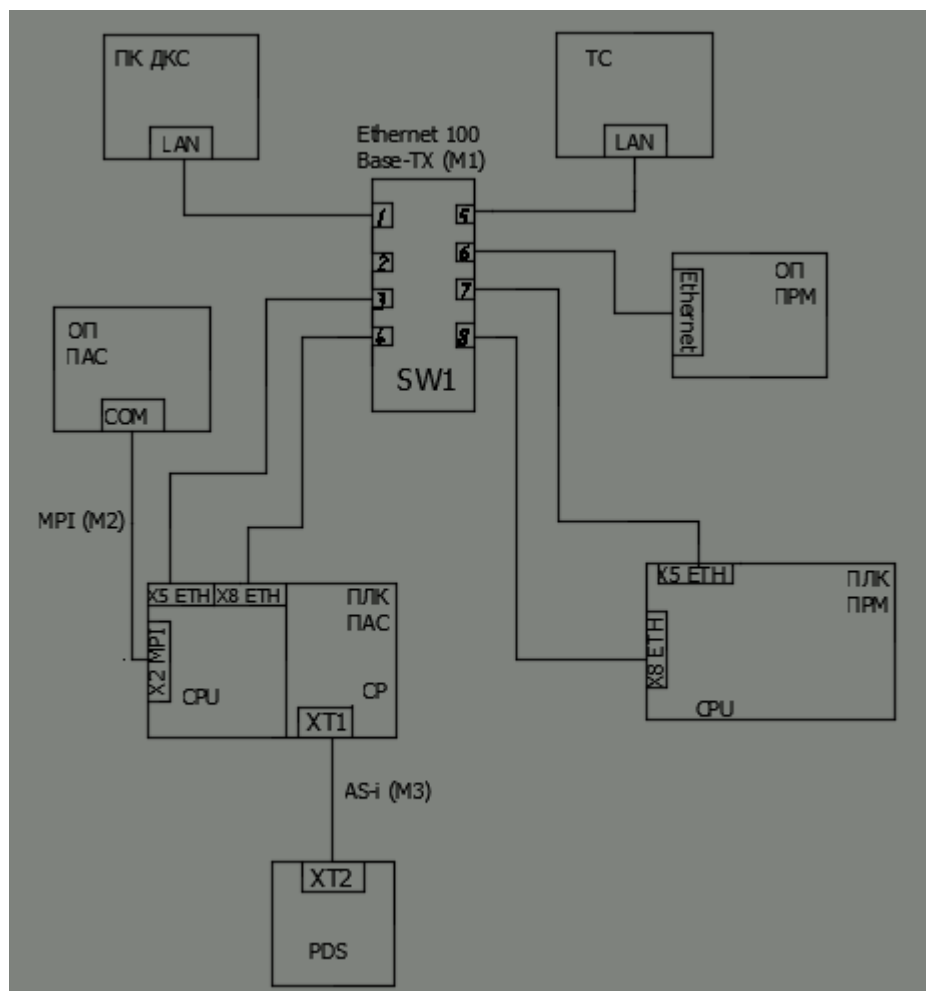


Рис.6.Фрагмент структурної схеми КТС АСУТП виробництва

Таблиця 6. Відомість мережних технічних засобів

Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
ТС	Технологічний сервер	1	Офісне виконання
ПК ДКС	ПК начальника зміни	1	Офісне виконання
ОП ПАС	Операторська панель відділення пастеризації	1	VIPA TP605CQ
ОП ПРМ	Операторська панель відділення прийомки молока	1	VIPA TP605CQ
ПЛК ПАС	Програмно-логічний контролер відділення пастеритазації	1	VIPA 312
ПЛК ПРМ	Програмно-логічний контролер відділення прийомки молока	1	VIPA 312
PDS	Децентралізований частотний перетворювач Danfoss	1	DNF FCD 300
SW1	8 портовий 10/100M Ethernet mini- switch	1	EP-808X Surecom

2.6 Опис інформаційного забезпечення АСУТП виробництва та основного відділення

Для показу реалізації інформаційних потоків з точки зору програмного забезпечення, в кваліфікаційній роботі була виконана схема інформаційної структури ІАСУ.

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 роботи.

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

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

Позначення	Найменування
польові ТЗА	технічні засоби автоматизації, які відносяться до польового рівня
ПЛК ПАС	мікропроцесорний контролер для ПАС
ПЛК ПРМ	мікропроцесорний контролер для ПРМ
ОП ПАС	операторська панель для ПРМ
ОП ПРМ	операторська панель для ПРМ
ПК ДКС	диспетчерсько-координуюча станція – АРМ начальника зміни на базі комп'ютера
ТС	технологічний сервер цукрового виробництва - сервер архівів основних виробничих параметрів
E1.0, E2.0	первинне вимірювальне перетворення
V1.0, V2.0	управління технологічним обладнанням та виконавчими механізмами
У	перетворення та обробка інформації
C1.1, C2.1	автоматизоване регулювання, управління технологічним процесом
S1.2, S2.2	дистанційне включення, відключення, переключення, блокування, запуск задач, зміна режимів роботи регуляторів
I1.2, I2.2	відображення для контролю за технологічним процесом
A1.2, A2.2	контроль стану обладнання, технологічна сигналізація
C2.11	функція перенаправлення потоку молока
C1.11	функція визначення параметрів продукції в танках
I3.3	відображення для диспетчерського контролю за виробничим процесом
R3.11	Рєстрація даних по всьому виробництву
A3.3	контроль виробничих параметрів, контроль якості виробництва
R4.3	реєстрація основних виробничих параметрів

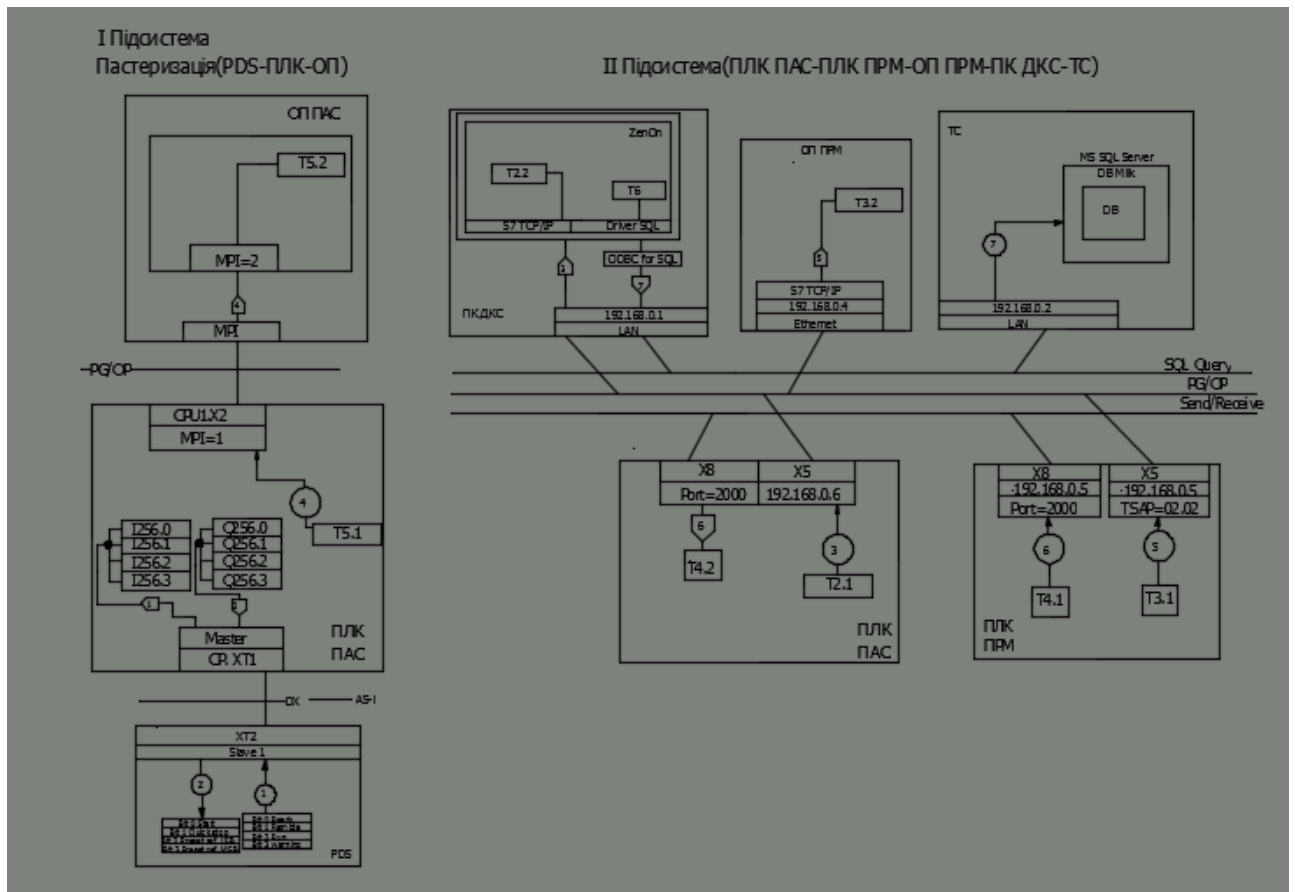


Рис.7. Інформаційна структура мереж М1-М4

Розділ 3. Розробка підсистеми управління технологічним процесом (обладнанням)

3.1. Схема автоматизації та специфікація засобів автоматизації польового рівня

При проектуванні САУ в кваліфікаційній роботі для реалізації функцій логічного управління та регулювання використаємо мікропроцесорний контролер - VIPA312. Цей контролер використовують при значній кількості задач логічного управління як автономний пристрій, який вирішує різноманітні задачі на різних рівнях системи і є багатоцільовим, так як співставляє задачі логічного, дистанційного та програмного управління, регулювання в аналоговому, релейному та імпульсному режимах.

При роботі з VIPA312 ефективно використовують персональний комп'ютер (ПК) на якому розроблена мнемосхема об'єкту за допомогою програмного забезпечення SCADA програм.

З точки зору ієрархічної структури розроблена СА є двоєрівневою. Нижній рівень включає датчики, перетворювачі, які розташовані по місцю. Верхній рівень включає в себе МПК та ПК.

Функцією нижнього рівня системи є збір та передача інформації на верхній рівень, верхнього – контроль та управління ходом технологічного процесу.

Система автоматизації повинна забезпечувати роботу установки в автоматичному та ручному режимах. В автоматичному режимі всі функції по регулюванню, управлінню та сигналізації виконує контролер, який забезпечує роботу ділянки теплової обробки молока.

Перехід з одного режиму в інший сигналізується лампочкою на дисплейній мнемосхемі.

В даній кваліфікаційній роботі розроблена система автоматизації, яка забезпечує регулювання, контроль і сигналізацію таких основних параметрів технологічного процесу ділянки пастеризації молока (аркуш 1):

- Витрата молока;
- Температура пастеризованого молока;
- Температура охолодженого молока;
- Рівень в приймальному бачку;
- Тиск молока в трубопроводі;
- Тиск пари в трубопроводі;
- Тиск льодяної води в трубопроводі;
- Рівень у резервуарі для зберікання молока 1;
- Рівень у резервуарі для зберікання молока 2;
- Концентрація води в молоці;
- Концентрація миючого розчину у воді;
- Кислотність охолодженого молока;
- Температура молока в резервуарах.

А також схема автоматизації забезпечує управління двигунами на насосах для подачі продукту та на мішалках в резервуарах.

Регулювання та індикація рівня

Рівень в приймальному резервуарі вимірюється гідростатичним рівнеміром NivoPRESS D (13а). Уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА надходить на аналоговий вхід модуля контролера. Опрацьовується і у разі розузгодження видається уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (13б), потім пневматичний управляючий сигнал 20-100 КПа надходить на пневмоклапан Bray серії 21 (13в), який керує регулюючим органом.

У відділювачі повітря та збірнику гарячої води проводиться тільки індикація рівня за допомогою гідростатичного рівнеміра NivoPRESS D (14a,15a).

Регулювання потоком молока здійснюється в залежності від температури на виході з пастеризаційної установки. Якщо температура нижче заданої – молоко повертають на початок, якщо ні – обробка молока продовжується

Регулювання витрати

Для обліку молока здійснюється вимірювання його кількості перед подачею на пастеризаційну установку. Вимірювання здійснюється магніто-індуктивним витратоміром Kobold DMH (16a), сигнал з якого оброблюється МПК, і на виході утворюється управляючий сигнал 4-20 мА, який поступає на децентралізований частотний перетворювач

Danfoss DNF FCD 300 (17a) двигуна насоса, який керує кількістю подачі молока на пастеризацію.

Регулювання та індикація температури

Індикація температури проводиться в приймальному резервуарі, відділювачі повітря, в пастеризаційній установці, та в резервуарі гарячої води. Вимірювання проводиться за допомогою первинного перетворювача термометра опору Pt100 із вторинним перетворювачем Kobold TMA (1a,2a,5a,7a,8a). Сигнал оброблюється МПК, і виводиться на екран оператора.

Регулювання температури в сепараторі напряму впливає на якість готової продукції. Вимірювання проводиться за допомогою первинного перетворювача термометра опору Pt100 із вторинним перетворювачем Kobold TMA (3a). Уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА надходить на аналоговий вхід модуля контролера. Опрацьовується і у разі розузгодження видається уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА на електро-пневмоперетворювач Samson 6111 (3б), потім пневматичний управляючий сигнал 20-100 КПа надходить на пневмоклапан Bray серії 21 (13в), який керує регулюючим органом.

Температура молока на виході з пастеризатора регулюється шляхом клапана подачі пари в апарат. Вимірювання здійснюється за допомогою первинного перетворювача термометра опору Pt100 із вторинним перетворювачем Kobold TMA (4а). Уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА надходить на аналоговий вхід модуля контролера. Опрацьовується і у разі розузгодження видається уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА на електро-пнеумоперетворювач Samson 6111 (4б), потім пневматичний управляючий сигнал 20-100 КПа надходить на пневмоклапан Brau серії 21 (4в), який керує регулюючим органом.

Індикація тиску

Для отримання повної інформації про стан агрегатів, та проходження процесів в апаратах в сепараторі, повітровідділювачі та трубопроводі подачі пари встановлені перетворювачі тиску Kobold SEN (10а-12а). Сигнал з МПК надходить на екран оператора.

Таблиця 8. Специфікація приладів та засобів автоматизації

Поз	Найменування та характеристика	Тип, марка, Позначення документу	Код обладнання	Виробник	Одиниця виміру	К-сть	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1а-8а	Термометр опору PT100 Kobold TMA, діапазон – -50...+200С, вихідний сигнал 4-20мА 12...30VDC похибка:0.3%	TMA-R	-	Kobold	шт.	8	-	-
9а 10а 11а 12а	Перетворювач тиску Kobold SEN, діапазон 0..25бар, Вих/с: 4-20мА, Клас точності - 0.1, 10...30VDC	SEN-3382 A095	-	Kobold	шт.	4	-	-
13а 14а 15а	Гідростатичний рівнемір NivoPRESS D, вихідний сигнал 4-20мА, 10...36VDC, похибка: 0,25% (p<0.4bar±0.5%). Діапазон: -25°С...125°С	NivoPRESS D	-	NivelC o	шт.	3	-	-

16а	Магніто-індуктивний витратомір Kobold DMH, діапазон 0..100 л/хв, Вих/с – (0)4-20мА; Похибка: ± 0.3%; 24VDC;	Kobold DMH	-	Kobold	шт.	1	-	-
17а	Децентралізований частотний перетворювач Danfoss DNF FCD 300, вихідний сигнал : (0)4-20мА, AS-i	DNF FCD 300	-	Danfoss	шт.	1	-	-
3в, 4в, 6в, 13в, 15в,	Поворотний клапан з пневмоприводом 20-100 кПа.	Серія 20/21. DN 25...300.	-	Bray	шт	5	-	-
3б, 4б, 6б, 13б, 15б,	Електро-пнеumo перетворювач сигналів постійного струму Samson. Вх/с: 4-20 мА; Вих/с: 0.2-4 бар.	Samson 6111	-	Samson	шт	5	-	-
18в, 19в	Кран шаровий трьохходовий. Ду 15–100мм, Ру=40bar, Tmax=150°C. 3 пневмоприводом серія SL	Серія 445	-	Camozzi	шт.	2	-	-
SB1- SB4	Кнопки технологічні. Рівень захисту – IP40. Колір зелений. Напруга 24В.	KE-011	-	ПКФ Контакт тор-М	шт	4	-	-
KM1, KM2	Магнітний пускач. Номінальна робоча напруга ~220В. Номінальний тепловий струм - 45 А. Номінальний робочий струм -25 А.	ПММ 2/25	-	"Пром фактор"	шт	2	-	-
SA1, SA2	Перемикач двохступінчастий. Рівень захисту – IP54. (0-1-2)	PS032KS132	-	EMAS	шт	2	-	-

3.2. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

Місце розміщення пунктів управління визначається з врахуванням особливостей технологічного процесу, норм протипожежних вимог будівельного проектування компонованих будівельних рішень прийнятих в різних галузях промисловості, зручності управління автоматизованим об'єктом.

При проектуванні щитових приміщень (аркуш 5) дотримуються наступних вимог, які розглянуті нище.

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.

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 даної роботи 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.

Схема компонування ПЛК



Таблиця 8. Специфікація комплексних засобів автоматизації

Позиція	Найменування	Шифр для замовлення	Виробник	Одиниця виміру	Кількість
1.	Блок живлення VIPA 307	VIPA307-1KA00	VIPA	шт	1
2.	Центральний процесор	VIPA312	VIPA	шт	1
3.	Інтерфейсний модуль	IM360	VIPA	шт	1
4.	Комунікаційний модуль CP-343-2	6GK7 343-2AH00-0XA0	VIPA	шт	1
5.	Модуль вхідних аналогових сигналів(8)	VIPA331-1KF01	VIPA	шт	1
6.	Модуль вхідних аналогових сигналів(8)	VIPA331-1KF01	VIPA	шт	1
7.	Модуль вихідних аналогових сигналів	VIPA332-5HD01	VIPA	шт	1
8.	Модуль вихідних аналогових сигналів	VIPA332-5HB01	VIPA	шт	1
9.	Модуль вхідних дискретних каналів	VIPA321-1BH01	VIPA	шт	1
10.	Модуль вихідних дискретних каналів	VIPA322-1BF01	VIPA	шт	1
11.	Профильная DIN рейка, 160mm	390-1AB60	VIPA	шт	1
12.	20-полюсний фронтальний штекер, гвинтові клеми	392-1AJ00	VIPA	шт	1
13.	Клемна колодка		LXL	шт	2
14.	X2,MPI	9 піновий SUB-D типу розетка(MPI)	LXL	шт	2
1.	X5,X8, Ethernet	RJ45 типу розетка	LXL	шт	3
2.	XT1	20-полюсний фронтальний	LXL	шт	1

		штекер, гвинтові клеми			
3.	XT2	Клемна колодка на Installation box(PDS)	LXL	шт	1
4.		Центральні процесори та комунікаційні модулі		шт	
5.	CPU1, CPU2	VIPA CPU 312 SN/NET (VIPA-312)	VIPA	шт	2
6.	CP	CP 343-2P з можливістю підключення до мережі AS-i (6GK7 343-2AH00-0XA0)	VIPA	шт	1
7.		Мережні кабелі		шт	
8.	KM1	Стандартний кабель VIPA для підключення до інтерфейсу MPI, Green Cable (VIPA950-0KB00)	VIPA	шт	3
9.	KM2.1, KM2.2, KM2.3, KM2.4, KM2.5	Провід ППВ 2x1,5 Провід з мідними жилами з ізоляцією	LXL	шт	
10.	UTP	Кабель вита пара UTP, категорія 5	LXL	шт	20,50
11.	PSY	Блок живлення AS-I IFM AC1244	LXL	шт	1
12.	EFMD	Модуль розпізнавання замикання на землю IFM AC2211	VIPA	шт	1

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера (МПК) тісно пов'язана з завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки в щитових конструкціях розміщується, як сам МПК, так і його блоки живлення.

Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація в якій вказується модель, кількість модулів та їх опис.

Кабелі та з'єднувачі, які використовуються для підключення даних ТЗА до промислових мереж вибираються на етапі розробки схем з'єднань та

підключень проводок промислових мереж, і можуть бути включені як в окрему специфікацію так і в специфікацію комплексних засобів автоматизації.

3.3 Схеми електричні принципові контурів вимірювання, управління та сигналізації

Такі схеми складають для підключення до МПК двигунів електроприводів насосів або конвеєрів, а також при наявності в схемі автоматизації контурів сигналізації певних важливих технологічних параметрів.

Схеми управління складаються з дискретних (аналогових) модулів вводу/виводу, до яких під'єднують: на вході – датчики, кнопочні станції пуску/зупину двигунів, а на виході - проміжні реле між транзисторними каскадами вихідних модулів сильноточковими ланцюгами магнітних пускачів або іншими способами в залежності від поставленої задачі.

Розроблена принципова електрична схема автоматичного регулювання, управління та сигналізації зображена на другому аркуші графічної частини кваліфікаційної роботи. Вона базується на мікропроцесорному контролері VIRA312. Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів і пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при чому кожний елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Алгоритм роботи принципової схеми автоматичного регулювання, управління та сигналізації оснований на поступовому проходженні сигналу від датчиків до вхідних ПЗО (модулі аналогових та дискретних входів) після чого сигнал програмно обробляється мікропроцесором відповідно заданого алгоритму. Тут формується управляючий сигнал, який поступає на вихідні ПЗО (модулі аналогових та дискретних виходів), перетворювачі та виконавчі механізми.

В даному випадку схема управління двигуна являє собою схему регулювання швидкості і складається з модуля VIRA331-1KF01 та підключеного

до неї частотного перетворювача Danfoss DNF FCD 300 (17a). У контролер закладено програму регулювання швидкості, де ступінчасте управління завданням швидкості відповідає моменту пуску/зупину, а неперервне управління завданням швидкості здійснюється за допомогою стандартного алгоритму мови ST - PID. Крім того, у схемі підключення частотного перетворювача передбачено також пакетні вимикачі та запобіжники на лініях живлення.

3.4. Схеми з'єднань та підключень проводок промислових мереж

У магістерській роботі схеми з'єднань та підключень проводок розробляються для промислових мереж IO 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 магістерській 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.

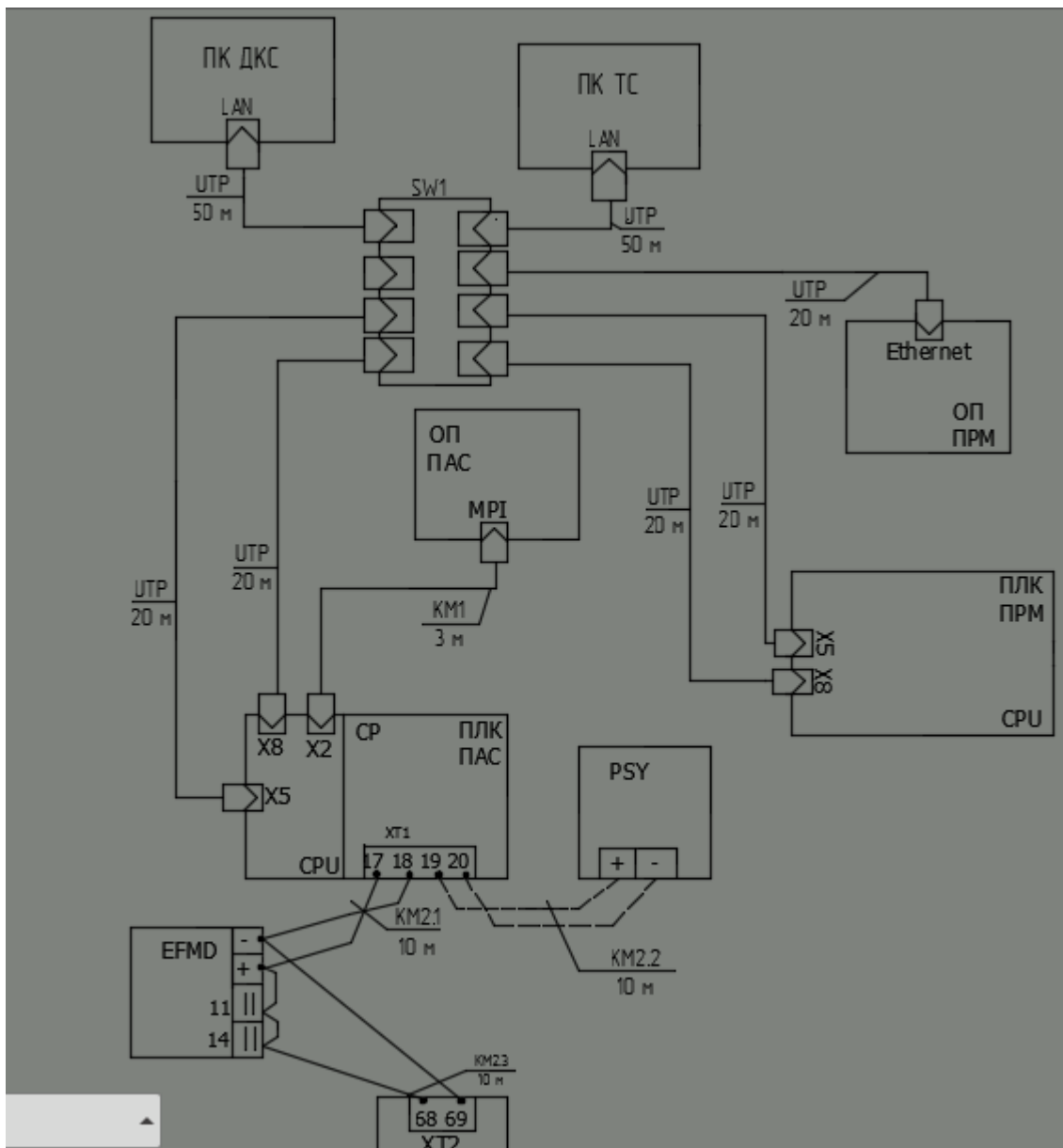


Рис.12. Схема з'єднань проводок промислових мереж

Таблиця 9. Перелік елементів до схеми з'єднань

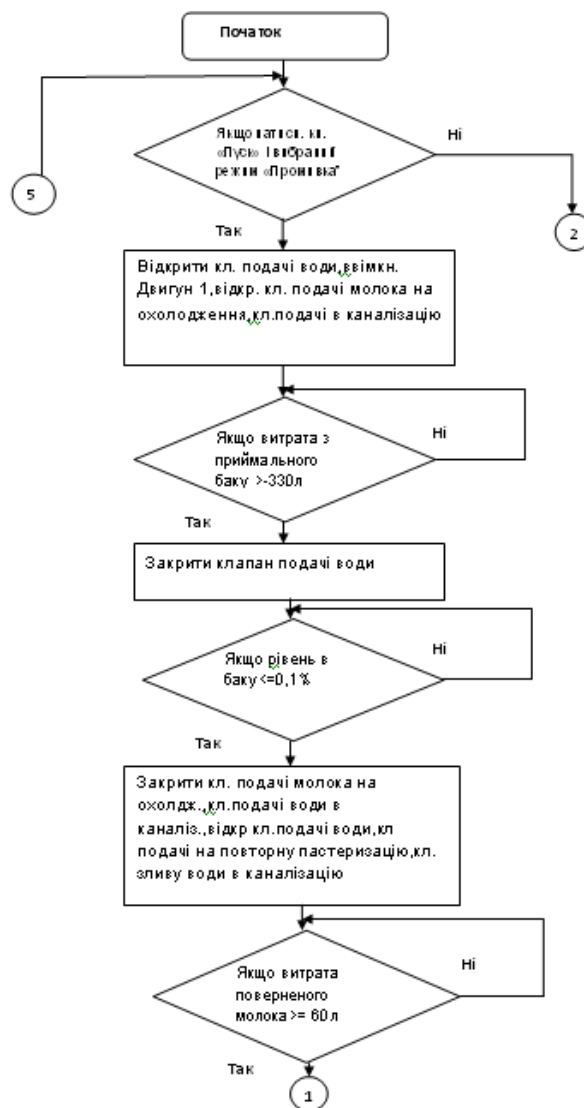
Позначення	Найменування	К-сть	При мітка
Мережні з'єднувачі			
X2, MPI	9 піновий SUB-D типу розетка (MPI)	2	
X5, X8, Ethernet	RJ45 типу розетка	3	
ХТ1	20-полюсний фронтальний штекер, гвинтові клеми	1	

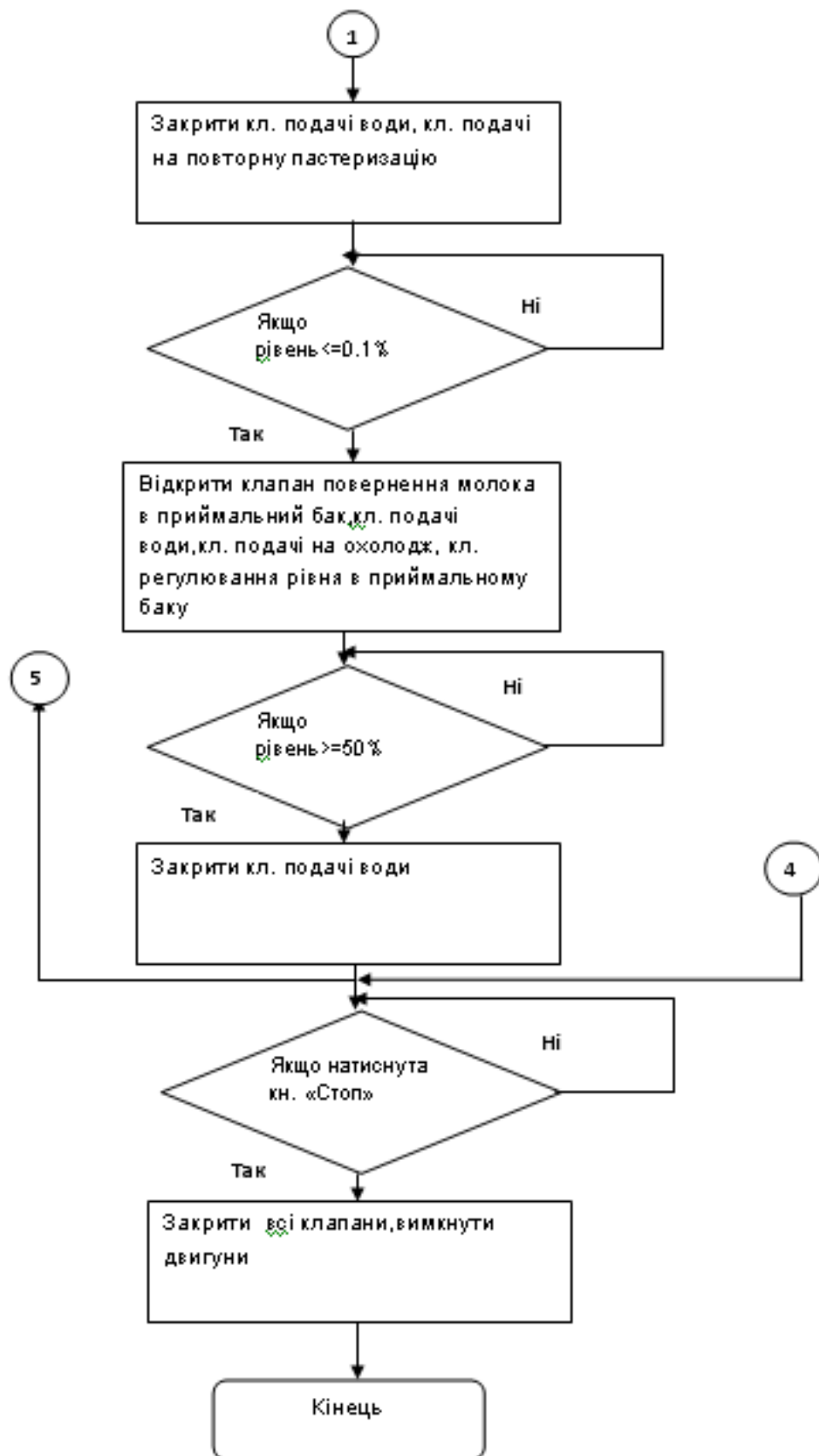
Позначення	Найменування	К-сть	При мітка
ХТ2	Клемна колодка на Installation box(PDS)	1	
	Центральні процесори та комунікаційні модулі		
CPU1, CPU2	VIPA CPU 312	2	
CP	CP 343-2P з можливістю підключення до мережі AS-i (6GK7 343-2AH00-0XA0)	1	
	Мережні кабелі		
KM1	Стандартний кабель VIPA для підключення до інтерфейсу MPI, Green Cable (VIPA950-0KB00)	3	М
KM2.1, KM2.2, KM2.3, KM2.4, KM2.5	Провід ППВ 2x1,5 Провід з мідними жилами з ізоляцією		
UTP	Кабель вита пара UTP, категорія 5	20,50	М
PSY	Блок живлення AS-I IFM AC1244	1	
EFMD	Модуль розпізнавання замикання на землю IFM AC2211	1	

Розділ 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





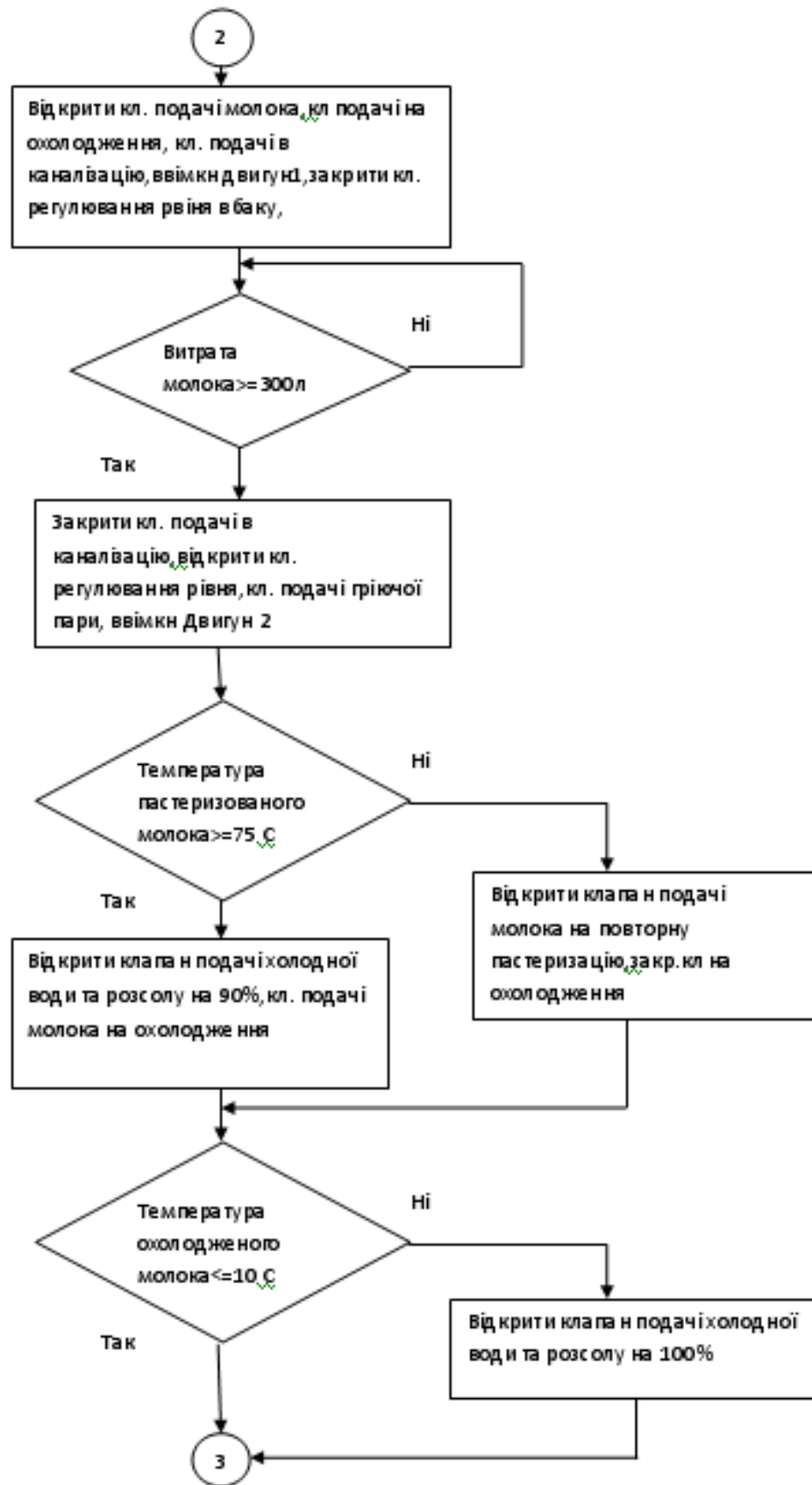




Рис 7. Блок-схема алгоритму управління

Рис.10. Блок-схема алгоритму управління

4.2. Опис спеціального програмного забезпечення

Для програмування ПЛК використовується програмне забезпечення Simatic Step7, 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 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 функціональних блоків (таймерів, лічильників, одинівраторів, 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 даної кваліфікаційної роботи використовується мова ST (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 роботі було використано програми Zenon V6.6, Simatic Step7, 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 WinPLC7 до нового тегу в Zenon V6.6.

Програмне забезпечення Zenon використовувалося для побудови мнемосхеми управління пічним відділенням, з метою забезпечення найбільш зручного управління процесом випікання. Всі технологічні параметри відображені на основній мнемосхемі. Для реєстрації, архівування та зберігання технологічних даних, в програмному забезпеченні було створено 3 вікна трендів, для реєстрації технологічних параметрів, що змінюються, а також вікно алармів, для відображення подій, тривог та аварій.

Пастеризаційна установка працює в двох режимах «Молоко» та «Промивка». Якщо вибраний режим «Промивка», спочатку промиваємо саму пастеризаційну установку для цього відкрити кл. подачі води, ввімкн. Двигун 1, відкр. кл. подачі молока на охолодження, кл.подачі в каналізацію. Якщо витрата з приймального баку >-330л,закриваємо клапан подачі води. Як тільки рівень в баку досягнув мінімального значення, промиваємо трубопровід повернення молока на повторну пастеризацію для цього закрити кл. подачі молока на охолодження, кл.подачі води в каналіз.,відкр кл.подачі води,кл подачі на повторну пастеризацію,кл. зливу води в каналізацію.Після цього набирається вода в пастеризаційну установку для циркуляції в ній, для цього відкривається клапан регулювання рівня у приймальному баку. Якщо натиснута кнопка «Стоп» закрити всі клапани, вимкнути всі двигуни.

Якщо вибраний режим «Молоко», відкриваємо клапан подачі молока, витісняємо молоком воду і за допомогою ПІ регулятора регулюємо температуру пастеризованого молока, якщо температура молока нижче 75°C повертаємо молоко на повторну пастеризацію, в іншому випадку молоко йде на охолодження, якщо на виході з установки температура молока вища 10°C, відкриваємо клапан холодної води на 100%, для кращого охолодження, інакше подаємо молоко на виробництво.

Змінні процесу

Statu	Symbol /	Address	Data type	Comment
1	BS	I 8.1	BOOL	
2	dv_1	Q 8.4	BOOL	
3	kl_hol_vodu	MD 202	REAL	
4	kl_moloka	MD 201	REAL	
5	kl_paru	MD 203	REAL	
6	kl_rivn_baku	Q 8.1	BOOL	
7	kl_rozaoly	MD 200	REAL	
8	riv1	PIW 272	WORD	
9	riv2	PIW 274	WORD	
1	tholvodu	PIW 276	WORD	
1	tohol	PIW 278	WORD	
1	tpaster	PIW 280	WORD	
1	trozsolu	PIW 282	WORD	
1	tusk	PIW 264	WORD	
1	vus_riv1	Q 8.2	BOOL	
1	vus_riv2	Q 8.3	BOOL	
1	vutr_pr_bak	PIW 266	WORD	
1	vutrata_pov_moloka	PIW 268	WORD	
1	vutrata_vodu	PIW 270	WORD	
2	dv2	Q 8.5	BOOL	
2	kl_kanaliz	Q 8.6	BOOL	
2	kl_na_vurobn	Q 8.7	BOOL	
2	kl_povern	Q 9.0	BOOL	
2	kl_oholod	Q 9.1	BOOL	
2	kl_povtor_paster	Q 9.2	BOOL	
2	moloko	FC 100	FC 100	
2	promivka	FC 101	FC 101	
2	stop	FC 102	FC 102	
2	pusk	FC 103	FC 103	
3				

Рис.8. Перелік змінних

Аларми:

- Високий рівень в приймальному баку
- Високий рівень в очищувачі

- Режим «Промивка»
- Режим «Молоко»
- Значення температури охолодженого молока (низька<5,висока>10)
- Значення температури пастеризованого молока (низька<75, висока>95)

Змінна	Період оновлення	Інтервал відображення
Температура пастеризованого молока	5 с	10 хв.
Витрата молока	5 с	10 хв.
Температура охолодженого молока	5 с	10 хв.

Тренди реального часу

Створення проекту

Спочатку у вікні ZenOn Editor/Адміністратор Проектів створюємо новий проект. В нашому випадку він називається «ПАСТЕР_МОЛОКА»:

Драйвер і Конфігурація

У меню Адміністратор Проектів у вкладці Переменные/Драйвер проводимо визначення драйверу:

Вкладка OPC- OPC Client V2-0 OPC2CLI32

В настройках драйвера вибираємо OPC-Opс Servername й вибираємо Schneider-Aut.OFS.2

Переменные

У меню Адміністратор Проектів у вкладці Переменные створюємо нові змінні, задаємо драйвер, тип, граничні значення.

Тривоги

Для створення тривог для змінної вибирається ця змінна і в вкладці Окно свойств/Граничные значения описується тривога.

Функции

Для перемикаання и переходу між картина використовуються функції. В меню Администратор Проектов/Функции створюємо функції для кожної кнопки переходу:

Имя	Тип	☛	Параметр
Текст фильтра	Текст фильтра		Текст фильтра
Функция 7	Переключение ка...		Меню
Функция 6	Переключение ка...		Події - [*][*]-[T,Rel:0d,1h,0m,0s]
Функция 5	Переключение ка...		Тренд - НОВАЯ ДИАГРАММА[ARV]
Функция 8	Переключение ка...		Схема
Функция 4	Переключение ка...		Тривоги - [*][*]-[T,Rel:0d,1h,0m,0s]
Функция 1	Записать установ...		PLC!pusk.....Включить
Функция 0	Перезагрузить		измененные объекты
Функция 3	Переключение ка...		Архів - ER-[]
Функция 2	Записать установ...		PLC!stop.....Включить

Рис 9. Перелік функцій

Функция 6 перехід на картину «Події», фільтр подій за 1 годину

Функция 4 перехід на картину «Тривоги», де відображені тривоги за 1 годину

Функция 5 перехід на картину «Тренд», для відображення архівних даних витрати яблучного та виноградного соку й температури пари

Функция 3 перехід на картину «Архів», де відображені дані, що зберігаються в архіві «ER»

Архіви

Для запам'ятовування змінення даних використовується Сервер Архива.

Створений архів має назву «ER»

Архив	Старт, стоп	Цикл чтения	Сканирование	Время хранения	Цикл записи архива
Витрата холодной воды	С исполнением	0:0:10	Циклично	4 дня	1 час 20 минут
Витрата молока	С исполнением	0:0:10	Циклично	4 дня	1 час 20 минут

Температура пастеризованого молока	С исполнением	0:0:10	Циклично	4 дня	1 час 20 минут
------------------------------------	---------------	--------	----------	-------	----------------

Графічна частина

Для виконання графічної частини в ZenOn спочатку потрібно створити шаблони, а потім картини. Один шаблон для технологічної схеми, тривоги, трендів, списків та архівів та інший для кнопок перемикавання картин:

Створюємо картини на основі шаблонів з описом їх типу та підписуємо як нам зручно:

Имя	Тип картины	Шаблон
Події	Хронологический события...	Шаблон 0
Архів	Ревизия Архива	Шаблон 0
Меню	Стандарт	Шаблон 1
Тривоги	Список тревог	Шаблон 0
Схема	Стандарт	Шаблон 0
Тренд	Расширенный тренд	Шаблон 0

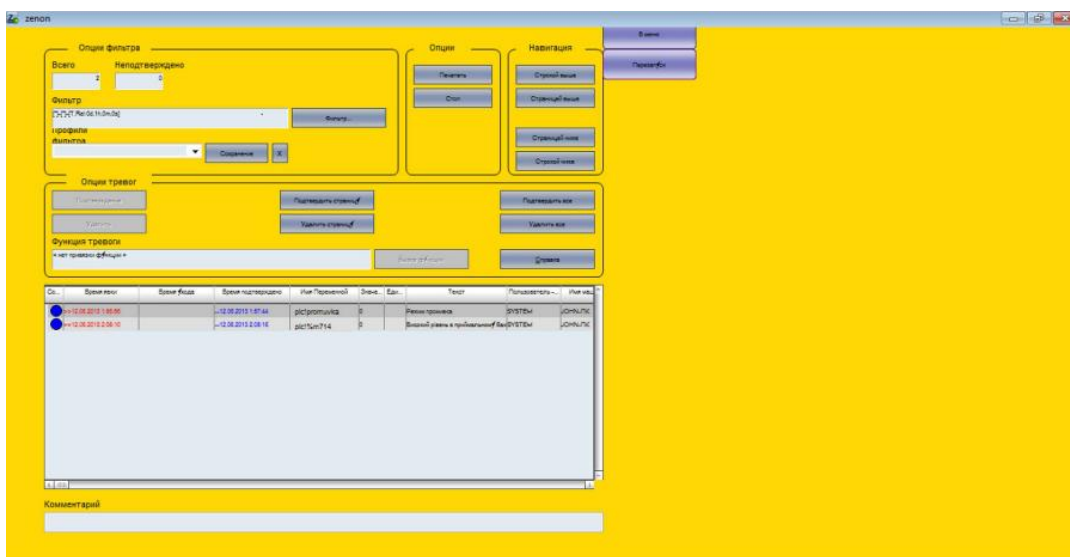
Рис.10. Перелік картин

Кнопки

Для переходу між картинами на графічній частині потрібні кнопки з присвоєними до них своїх функцій:

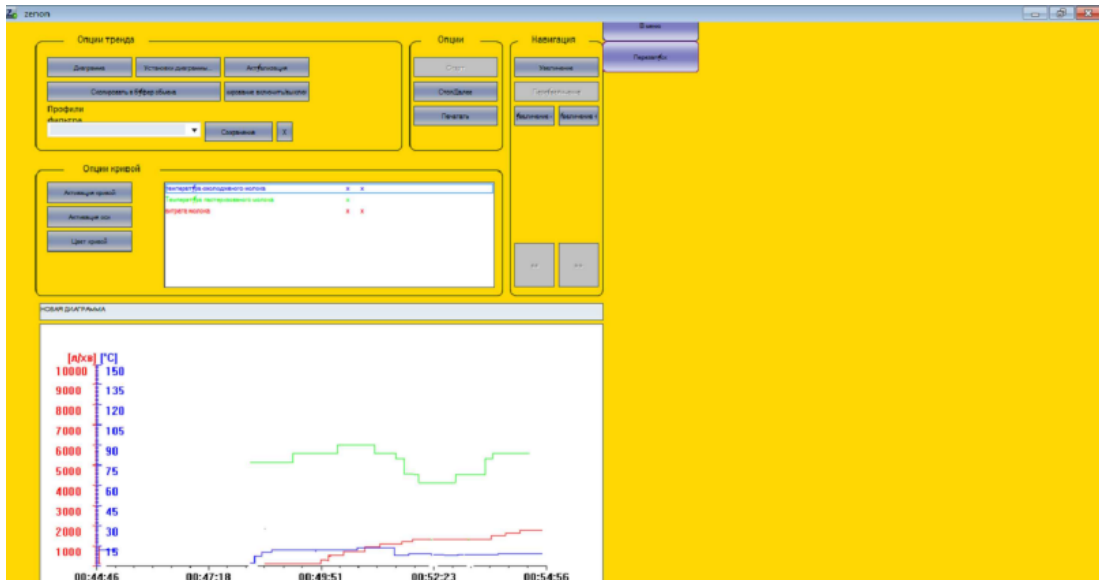
Тривоги

Щоб графічно побачити та оцінити тривоги які виникли в технологічній схемі на картині тривоги вставляємо спеціальний шаблон для тривоги який знаходиться Меню/Управляющие элементы/По умолчанию:



Тренд

Для спостереження за зміною величини в реальному часі використовується розширений тренд. Для створення вибирається картина Тренд і вставляємо спеціальний шаблон який знаходиться Меню/Управляющие элементы/По умолчанию



Ревизия Архива

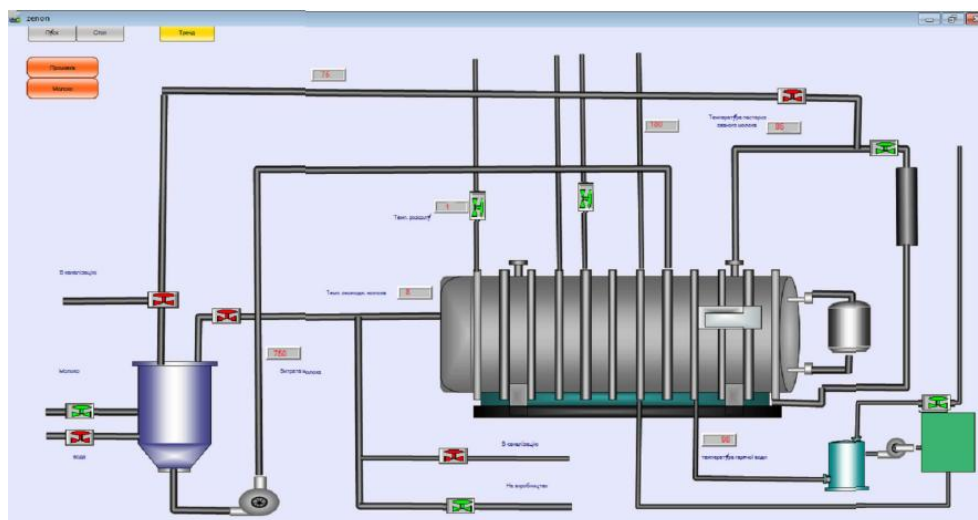
Для запам'ятовування змінення даних використовується Ревизия Архива. Для створення вибирається картина Архив і вставляємо спеціальний шаблон який знаходиться Меню/Управляющие элементы/По умолчанию:

Хронологический событийный список(CEL)

Для відображення журналу подій або щоденнику операцій використовується Хронологический событийный список(CEL). Для створення вибирається картина Список і вставляємо спеціальний шаблон який знаходиться Меню/Управляющие элементы/По умолчанию:

3.9. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів та двигуна насосу, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу



Таблиця аналогових змінних

<i>Ім'я змінної</i>	<i>Клас</i>	<i>Адреса</i>	<i>Проміжна змінна</i>	<i>Період опитування</i>	<i>Контрольовані одиниці</i>	<i>Фізичні одиниці</i>	<i>Аварійне Значення</i>
Температура Пастеризації Молока	Зовнішня	%IW3.1	%MW100	1с	0-10000	0-150°C	93°C
Температура Охолодження Молока	Зовнішня	%IW3.3	%MW101	1с	0-10000	0-150°C	10°C
Температура розсолу	Зовнішня	%IW3.4	%MW102	1с	0-10000	0-150°C	5°C
Температура води після	Зовнішня	%IW3.6	%MW103	1с	0-10000	0-150°C	105°C

змішувача							
Витрата холодної води	Зовнішня	%IW3.7	%MW104	1с	0-10000	0-10 м3/год	8 м3/год
Витрата поверненого молока	Зовнішня	%IW3.8	%MW105	1с	0-10000	0-10 м3/год	8 м3/год
Витрата молока з приймального баку	Зовнішня	%IW3.9	%MW106	1с	0-10000	0-15 м3/год	11 м3/год
Тиск пари	Зовнішня	%IW3.1 0	%MW107	1с	0-10000	0-1 МПа	0,8 МПа
Рівень молока приймальному баці	Зовнішня	%IW3.1 1	%MW108	1с	0-10000	0-100%	98%
Рівень молока в очищувачі	Зовнішня	%IW3.1 2	%MW109	1с	0-10000	0-100%	98%
Клапан подачі грючої пари	Зовнішня	%QW5.1	%MW110	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі холодної води	Зовнішня	%QW5.3	%MW111	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі молока	Зовнішня	%QW5.4	%MW112	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі розсолу							

	Зовнішня	%QW5.5	%MW113	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі води для мийки	Зовнішня	%QW5.6	%MW114	1с	0-10000	0-100%	

Таблиця дискретних змінних

<i>Ім'я змінної</i>	<i>Адреса</i>	<i>Проміжна Змінна</i>	<i>Період опитування</i>	<i>Стан «0»</i>	<i>Стан «1»</i>
Кнопка «Пуск»	%I1.1	%M700	1с	Виключений	Включений
Кнопка «Стоп»	%I1.2	%M701	1с	Викл.	Вкл.
Режим «Промивка»	%I1.3	%M702	1с	Викл.	Вкл.
Режим «Молоко»	%I1.4	%M703	1с	Викл.	Вкл.
Клапан подачі пастер.мол. на повторну пастеризацію	%Q2.1 %Q2.12	%M706	1с	Викл.	Вкл.
Клапан подачі пастер.молока на охолодження	%Q2.2 %Q2.13	%M707	1с	Викл.	Вкл.
Клапан повернення молока в приймальний бак або води в	%Q2.3 %Q2.14	%M708	1с	В приймальний бак	В каналізацію

каналізацію					
Клапан подачі молока на вирбництво	%Q2.4 %Q2.15	%M709	1c	Викл.	Вкл
Клапан подачі води в каналізацію	%Q2.5 %Q2.16	%M710	1c	Викл.	Вкл
Двигун 1	%Q2.6	%M712	1c	Викл	Вкл
Двигун 2	%Q2.7	%M713	1c	Викл	Вкл
Сигналізація високого рівня в приймальному баку	%Q2.8	%M714	1c	Викл	Вкл
Сигналізація високого рівня в очищувачі	%Q2.9	%M715	1c	Викл	Вкл
Клапан регулювання рівня в приймальному баку	%Q2.10 %Q2.11	%M716	1c	Викл	Вкл

Режим «Промивка»

IF SET%M706 THEN SET %Q2.1

ELSE SET %Q2.12;

END_IF;

IF SET%Q2.1 AND SET %Q2.12 THEN

```
RESET %Q2.1 AND RESET %M706;
END_IF;
IF SET%M707 THEN SET %M707
    ELSE SET %Q2.13;
END_IF;
IF SET%M707 AND SET %Q2.13 THEN
RESET %M707 AND RESET %M707;
END_IF;
IF SET%M708 THEN SET %M708
    ELSE SET %Q2.14;
END_IF;
IF SET%M708 AND SET %Q2.14 THEN
RESET %M708 AND RESET %M708;
END_IF;
IF SET%M709 THEN SET %M709
    ELSE SET %Q2.15;
END_IF;
IF SET%M709 AND SET %Q2.15 THEN
RESET %M709 AND RESET %M709;
END_IF;
IF SET%M710 THEN SET %M710
    ELSE SET %Q2.16;
END_IF;
IF SET%M710 AND SET %Q2.16 THEN
RESET %M710 AND RESET %M710;
END_IF;
IF SET%M716 THEN SET %Q2.10
    ELSE SET %Q2.11;
```

```

END_IF;
IF SET%Q2.10 AND SET %Q2.11 THEN
RESET %Q2.10 AND RESET %M716;
END_IF;

IF %I1.1 AND %I1.3 THEN
    %QW5.6:=10000; SET %Q2.6; SET %M707; SET%M710; %MW106:=00000;
    END_IF;
IF RE %IW3.9 THEN %MW106:=%MW106+1;
    END_IF;
IF %MW106>=00066 THEN
    %QW5.6:=00000;
    END_IF;
IF %IW3.11<=00010 THEN
    RESET %M707; RESET %M710; SET %M706; SET %M708%QW5.6:=10000;
    %MW105:=00000;
    END_IF;
IF RE%IW3.8 THEN %MW105:=%MW105+1;
    END_IF;
IF %MW105>=00015 THEN
    %QW5.6:=00000; RESET %M706;
    END_IF;
IF %IW3.10<=00010 THEN
    RESET %M708; QW5.6:=10000; SET %M707; SET %M716;
    END_IF;
IF %IW3.10>=05000 THEN
    QW5.6:=00000;
IF%I1.2 THEN

```

```
RESET%Q2.6; RESET %M707; RESET%M710; %QW5.6:=00000; RESET
%M706;

%QW5.1:=00000; %QW5.3:=00000; %QW5.4:=00000; %QW5.5:=00000;
RESET %M708; RESET %M709; RESET %Q2.7; RESET %M716;
END_IF;
```

Режим «Молоко»

```
IF %I1.1 AND %I1.4 THEN

    %QW5.6:=0; %QW5.4:=10000; SET %Q2.6; SET %M707;
%MW106:=00000; RESET%Q2.10; SET%M710;

    END_IF;

IF RE %IW3.9 THEN %MW106:=%MW106+1;

    END_IF;

IF %MW106>=00060 THEN

RESET%M710; SET %Q2.10; SET%Q2.7;

END_IF;

    PID(",",IW3.1,%QW5.1,%M5,%MW20:43); .
%MW20:=10000;

%MW21:= «SCADA»;(ручне управління за допомогою прог.забезпеч)
%MW22:=250;(Налаштування П-складової)
%MW23 :=100;( Налаштування І-складової)
%MW24:=0;( Налаштування Д-складової)
%MW110:=10000;

IF %MW 100>=5000 THEN

%MW5.3:=9000; %MW5.5:=9000;

SET%M707 ELSE

SET%M706 AND RESET%M708;

END_IF;
```

```
IF %MW101<=00666 THEN
  RESET%M716; SET %M709;
ELSE
  %QW2.3:=10000 AND %QW5.5:=10000;
END_IF;
IF %IW3.10>=9500 OR %IW3.11=9500 THEN
  %QW5.4:=00000;
ELSE
  %QW5.4:=10000;
END_IF;
IF%I1.2 THEN
  RESET%Q2.6; RESET %M707; RESET%M710; %QW5.6:=00000; RESET
%M706;
  %QW5.1:=00000; %QW5.3:=00000; %QW5.4:=00000; %QW5.5:=00000;
RESET %M708; RESET %M709; RESET %Q2.7; RESET %M716;
END_IF.
```

Програма Step7

```

LAD/STL/FBD - [FC2 -- Program_Loban\SIMATIC 300 Station\CPU312(1)]
File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help
Contents Of: 'Environment\Interface'
Interface
  IN
  OUT
Comment:
Network 2:
IF M706 THEN SET Q0.12
ELSE SET Q0.13;
END_IF;
IF M706 AND SET Q0.13 THEN
RESET Q0.1 AND RESET M706;
END_IF;
IF M707 THEN SET M707
ELSE SET Q0.13;
END_IF;
IF M707 AND SET Q0.13 THEN
RESET M707 AND RESET M707;
END_IF;
IF M708 THEN SET M708
ELSE SET Q0.14;
END_IF;
IF M708 AND SET Q0.14 THEN
RESET M708 AND RESET M708;
END_IF;
IF M709 THEN SET M709
ELSE SET Q0.15;
END_IF;
IF M709 AND SET Q0.15 THEN
RESET M709 AND RESET M709;
END_IF;
IF M710 THEN SET M710
ELSE SET Q0.16;
END_IF;

```

```

LAD/STL/FBD - [FC2 -- Program_Loban\SIMATIC 300 Station\CPU312(1)]
File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help
Contents Of: 'Environment\Interface'
Interface
  IN
  OUT
END_IF;
IF M710=00040 THEN
RESETM710; SET Q0.10; SETQ0.7;
END_IF;
PID(" ", IW3.1, QWS.1, MS, MW20:43);
MW20:=10000;
MW21:= "SCADA" (ручне управління на доповнення опор. захвону);
MW22:=250 (Навантаження D-складової);
MW23 :=100 ( Навантаження I-складової);
MW24:=0 ( Навантаження J-складової);
MW110:=10000;
IF MW 100=9000 THEN
QWS.2:=9000; QWS.5:=9000;
SETM707 ELSE
SETM706 AND RESETM708;
END_IF;
IF MW101<00666 THEN
RESETM716; SET M709;
ELSE
QWS.2:=10000 AND QWS.5:=10000;
END_IF;
IF IW3.10=9500 OR IW3.11=9500 THEN
QWS.4:=00000;
ELSE
QWS.4:=10000;
END_IF;
IF I1.2 THEN
RESETQ0.6; RESET M707; RESETM710; QWS.6:=00000; RESET M706;
QWS.1:=00000; QWS.2:=00000; QWS.4:=00000; QWS.5:=00000;
RESET M708; RESET M709; RESET Q0.7; RESET M716;
END_IF;

```

4.3 Розробка ІСК технологічного моніторингу

Розробка системи підтримки прийняття рішень на базі нечіткої логіки

Регулювання витрати молока на виході з пастеризатора здійснюється за допомогою електромагнітного датчика Promag W1 вторинного перетворювача Promag P який має уніфікований вихід 4...20мА. Регулювання здійснюється частотним перетворювачем Danfoss VLT Micro Drive FC-051 з якого сигнал подається на двигун насосу M1.

Регулювання температури молока на виході з секції пастеризації здійснюється за допомогою термометра опору Pt100, який має уніфікований вихід 4-20мА. Сигнал поступає на контролер і дає змогу регулювати температуру за ПІ-законом. Регулювання здійснюється через електропневматичні перетворювач ЕПП 300 з якого пневматичний сигнал (0,55...0,6 МПа) подається на пневматичний виконавчий механізм ІУБП 493216.001-1, через електропневматичні перетворювач ЕПП 300 з якого пневматичний сигнал (0,55...0,6 МПа) подається на пневматичний виконавчий механізм ІУБП 493216.001-11.

Структура системи логічного висновку

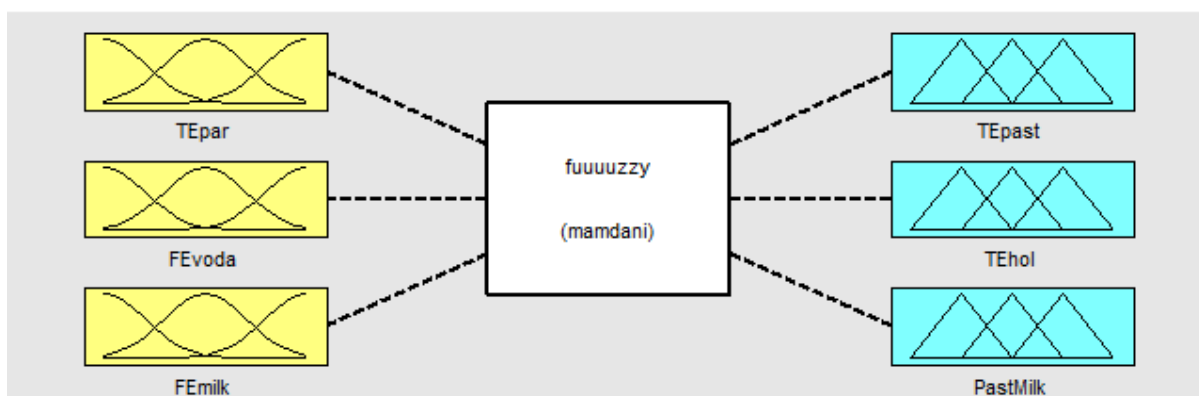


Рис.5.1. Параметрична структура підсистеми (нечіткого логічного висновку)

Входи

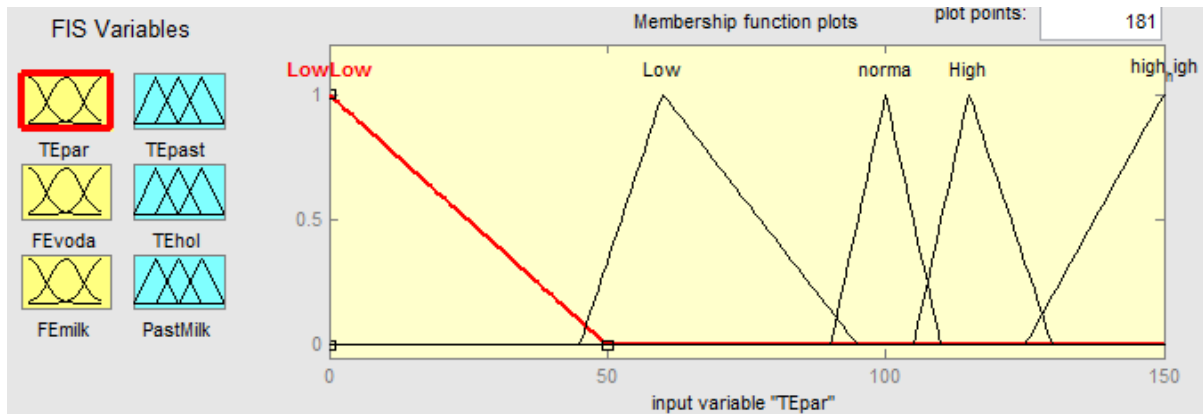


Рис.5.2. Вікно редагування функції належності (Температура пари)

Лінгвістичні ПОНЯТТЯ	Температура пари
LowLow	[0 0 50]
Low	[45 60 95]
Norma	[90 100 110]
High	[105 115 130]
HighHigh	[125 150 150]

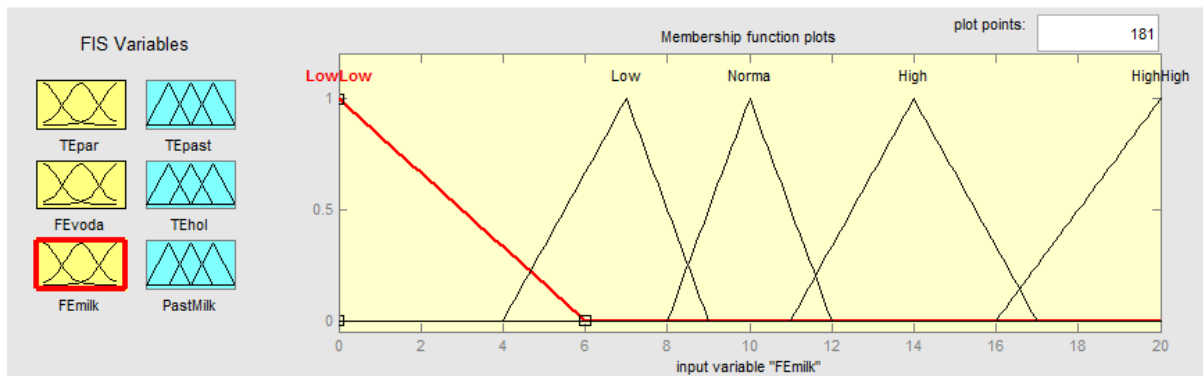


Рис.5.3. Вікно редагування функції належності (Витрата молока)

Лінгвістичні ПОНЯТТЯ	Витрата молока
LowLow	[0 0 6]

Low	[4 7 9]
Norma	[8 10 12]
High	[11 14 17]
HighHigh	[16 20 20]

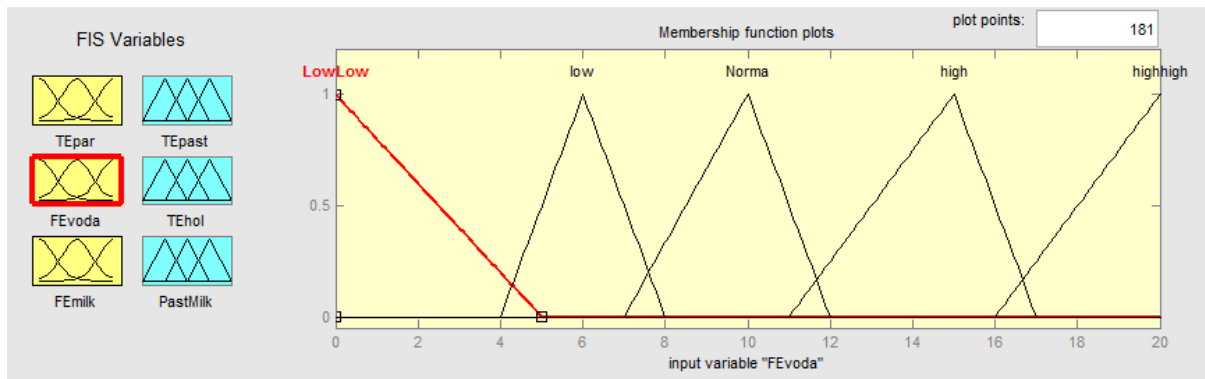


Рис.5.4. Вікно редагування функції належності (Витрата холодної води)

Лінгвістичні поняття	Витрата холодної води
LowLow	[0 0 5]
Low	[4 6 8]
Norma	[7 10 12]
High	[11 15 17]
HighHigh	[16 20 20]

Виходи

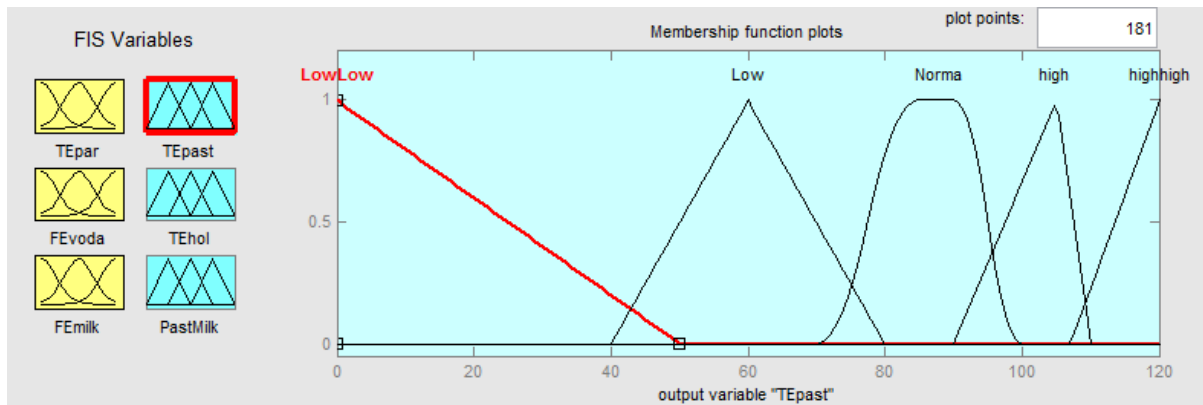


Рис.5.5. Вікно редагування функції належності (Температура пастеризації)

Лінгвістичні ПОНЯТТЯ	Температура пастеризації
LowLow	[0 0 50]
Low	[40 60 80]
Norma	[70 85 90 100]
High	[90 105 110]
HighHigh	[107 120 120]

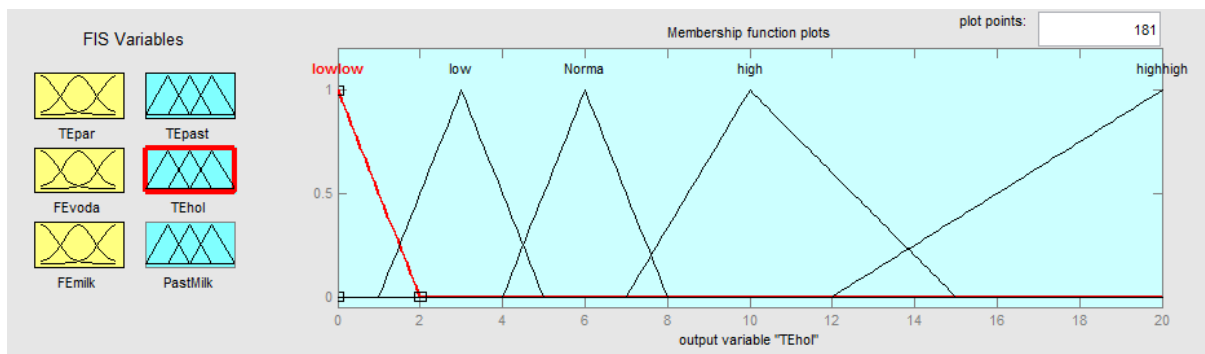


Рис.5.6. Вікно редагування функції належності (Температура охолодженого молока)

Лінгвістичні ПОНЯТТЯ	Температура охолодженого молока
LowLow	[0 0 2]

Low	[1 3 5]
Norma	[4 6 8]
High	[7 10 15]
HighHigh	[12 20 20]

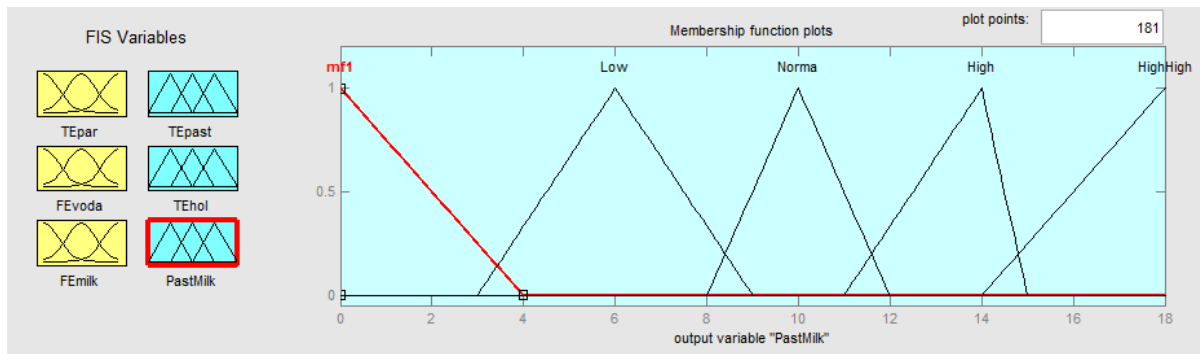


Рис.5.7. Вікно редагування функції належності (Витрата пастеризованого молока)

Лінгвістичні поняття	Температура охолодженого молока
LowLow	[0 0 4]
Low	[3 6 9]
Norma	[8 10 12]
High	[11 14 15]
HighHigh	[14 18 18]

Правила нечіткого висновку

1. If (TEpar is Norma) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is Norma)(TEhol is Norma)(PastMilk is Norma) (1)
2. If (TEpar is LowLow) and (FEvoda is LowLow) and (FEmilk is LowLow) then (TEpast is LowLow)(TEhol is highhigh)(PastMilk is LowLow) (1)

3. If (TEpar is Low) and (FEvoda is low) and (FEmilk is Low) then (TEpast is Low)(TEhol is high)(PastMilk is Low) (1)
4. If (TEpar is High) and (FEvoda is high) and (FEmilk is High) then (TEpast is high)(TEhol is low)(PastMilk is High) (1)
5. If (TEpar is high_high) and (FEvoda is highhigh) and (FEmilk is HighHigh) then (TEpast is highhigh)(TEhol is lowlow)(PastMilk is HighHigh) (1)
6. If (TEpar is LowLow) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is LowLow)(TEhol is high) (1)
7. If (TEpar is Low) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is Low)(TEhol is Norma) (1)
8. If (TEpar is High) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is high)(TEhol is high)(PastMilk is Norma) (1)
9. If (TEpar is high_high) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is highhigh)(TEhol is highhigh)(PastMilk is Norma) (1)
10. If (TEpar is Norma) and (FEvoda is highhigh) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is Norma)(TEhol is lowlow)(PastMilk is Norma) (1)
11. If (TEpar is Norma) and (FEvoda is high) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is Norma)(TEhol is low)(PastMilk is Norma) (1)
12. If (TEpar is Norma) and (FEvoda is LowLow) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is Norma)(TEhol is highhigh)(PastMilk is Norma) (1)
13. If (TEpar is Norma) and (FEvoda is low) and (FEmilk is Norma) then (TEpast is Norma)(TEhol is high)(PastMilk is Norma) (1)
14. If (TEpar is High) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is Low) then (TEpast is high)(TEhol is low)(PastMilk is Low) (1)
15. If (TEpar is High) and (FEvoda is Norma) and (FEmilk is LowLow) then (TEpast is highhigh)(TEhol is low)(PastMilk is LowLow) (1)

16. If (TEpar is high_high) and (FEvoda is highhigh) and (FEmilk is LowLow) then (TEpast is highhigh)(TEhol is low)(PastMilk is LowLow) (1)
17. If (TEpar is not Norma) and (FEvoda is not Norma) and (FEmilk is not Norma) then (TEpast is not Norma)(TEhol is not high)(PastMilk is not Norma) (1)
18. If (TEpar is Norma) and (FEvoda is LowLow) and (FEmilk is HighHigh) then (TEpast is Low)(TEhol is highhigh)(PastMilk is HighHigh) (1)
19. If (TEpar is not LowLow) and (FEvoda is not LowLow) and (FEmilk is not LowLow) then (TEpast is not LowLow)(TEhol is not highhigh)(PastMilk is not LowLow) (1)
20. If (TEpar is not high_high) and (FEvoda is not highhigh) and (FEmilk is not HighHigh) then (TEpast is not highhigh)(TEhol is not lowlow)(PastMilk is not HighHigh) (1)
21. If (TEpar is high_high) then (TEpast is highhigh) (1)
22. If (TEpar is LowLow) then (TEpast is LowLow) (1)
23. If (TEpar is Low) then (TEpast is Low) (1)
24. If (TEpar is High) then (TEpast is high) (1)
25. If (TEpar is Norma) then (TEpast is Norma) (1)
26. If (FEvoda is highhigh) then (TEhol is lowlow) (1)
27. If (FEvoda is high) then (TEhol is low) (1)
28. If (FEvoda is low) then (TEhol is high) (1)
29. If (FEvoda is LowLow) then (TEhol is highhigh) (1)
30. If (TEpar is not high_high) and (FEvoda is highhigh) and (FEmilk is HighHigh) then (TEpast is highhigh)(PastMilk is HighHigh) (1)

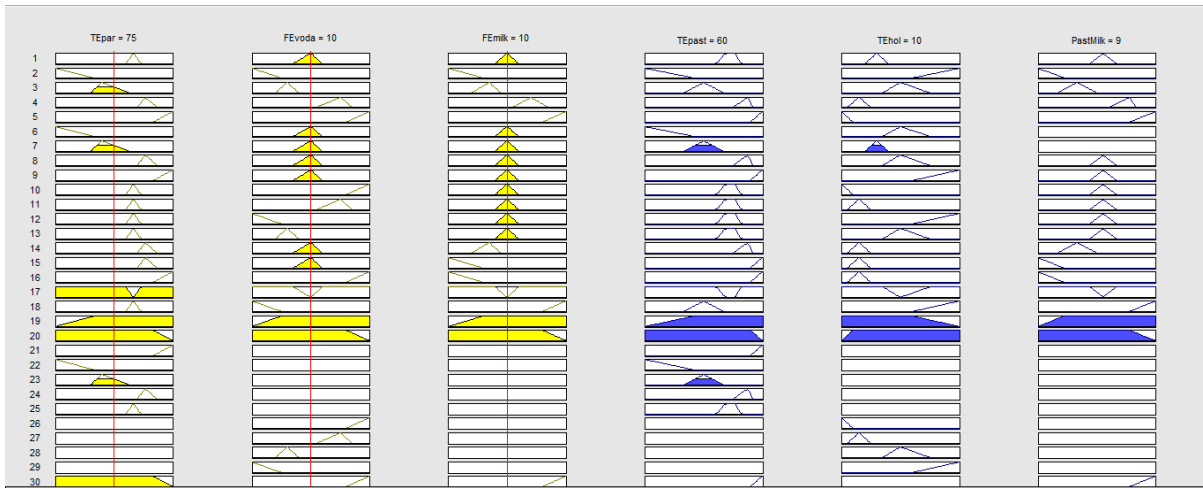


Рис.5.8 Вікно графічного відображення роботи алгоритму нечіткого висновку

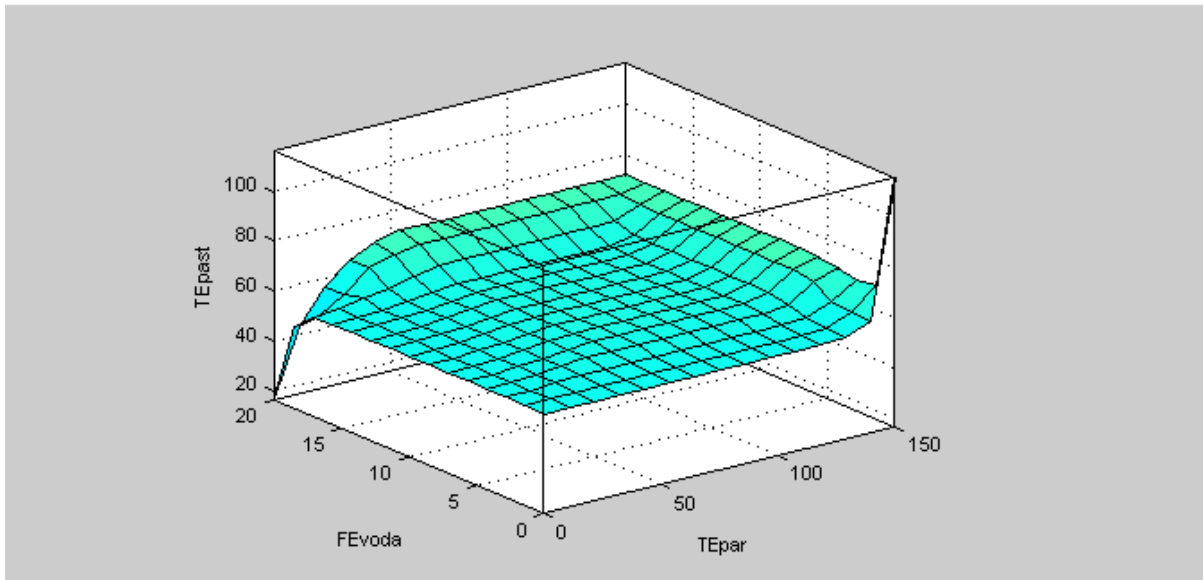


Рис.5.9 Вікно відображення поверхні відгуку (Температура пастеризації(70), від витрати холодної води та температури пари)

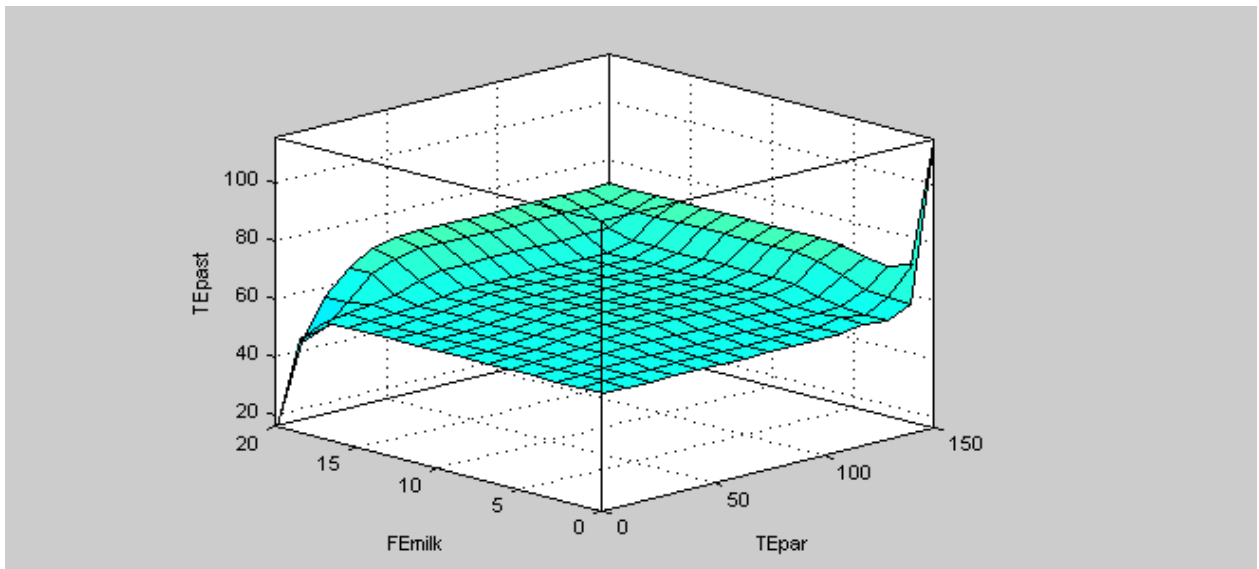


Рис.5.10 Вікно відображення поверхні відгуку (Температура пастеризації(70) від витрати молока та температура пари)

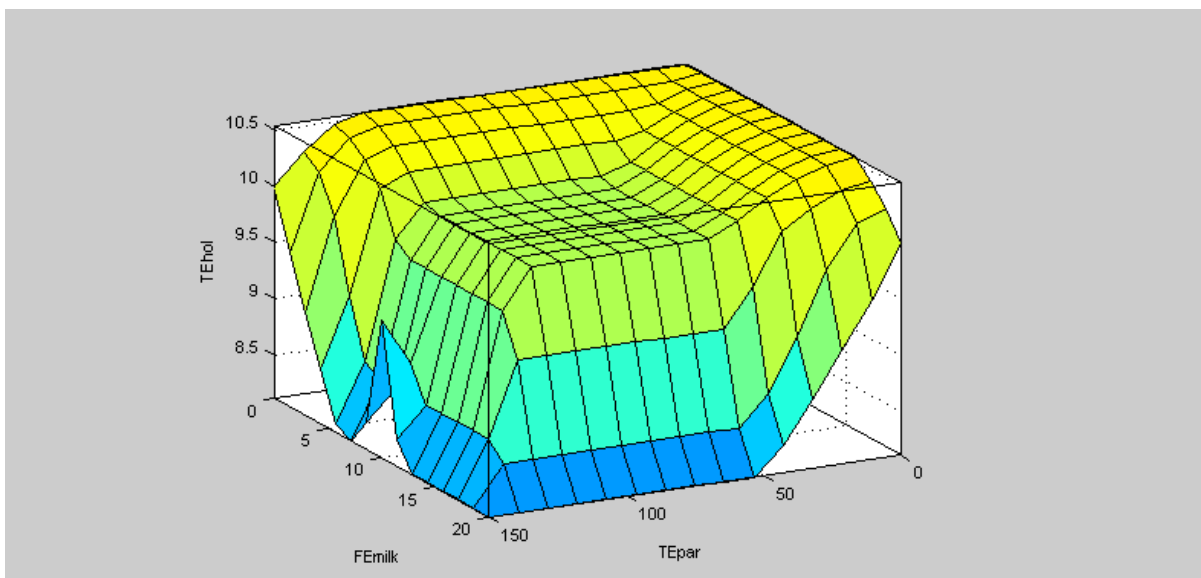


Рис.5.11 Вікно відображення поверхні відгуку (Температура охолодженого молока(9.5...10) від витрати молока та температура пари)

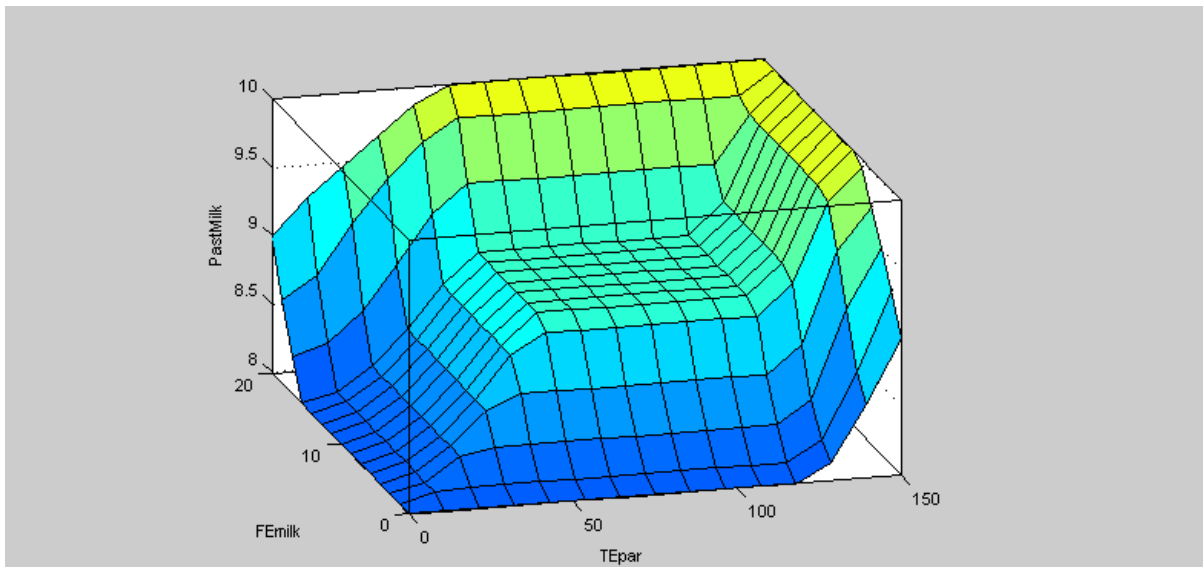


Рис.5.12 Вікно відображення поверхні відгуку (Витрата пастеризованого молока(8.5...9.5) від витрати молока та температури пари)

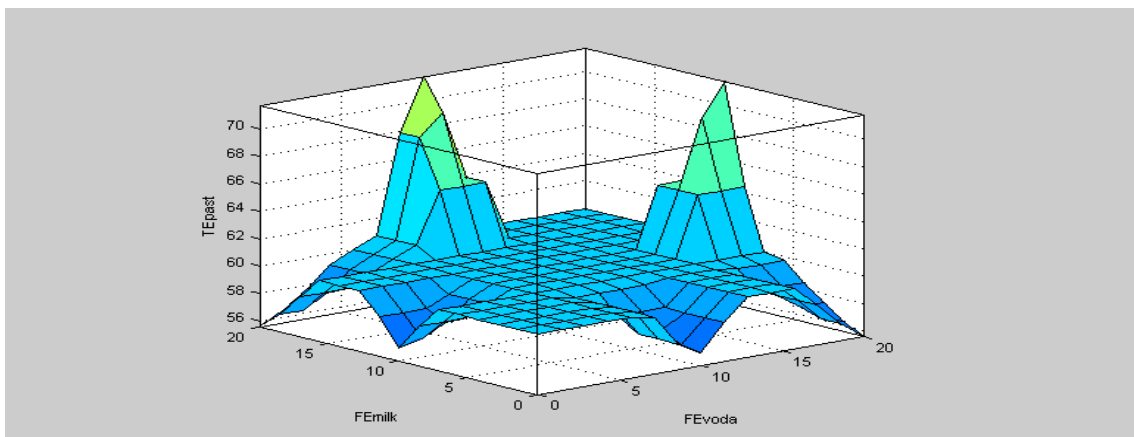


Рис.5.13 Вікно відображення поверхні відгуку (Температура пастеризації(70) від витрати молока та витрата холодної води)

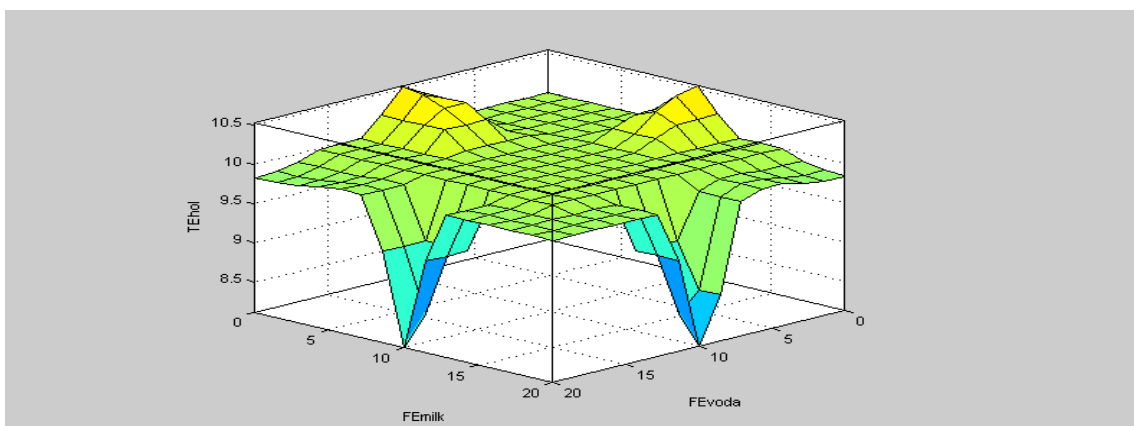


Рис.5.14 Вікно відображення поверхні відгуку (Температура охолодженого(9.7...10) молока від витрати молока та витрати холодної води)

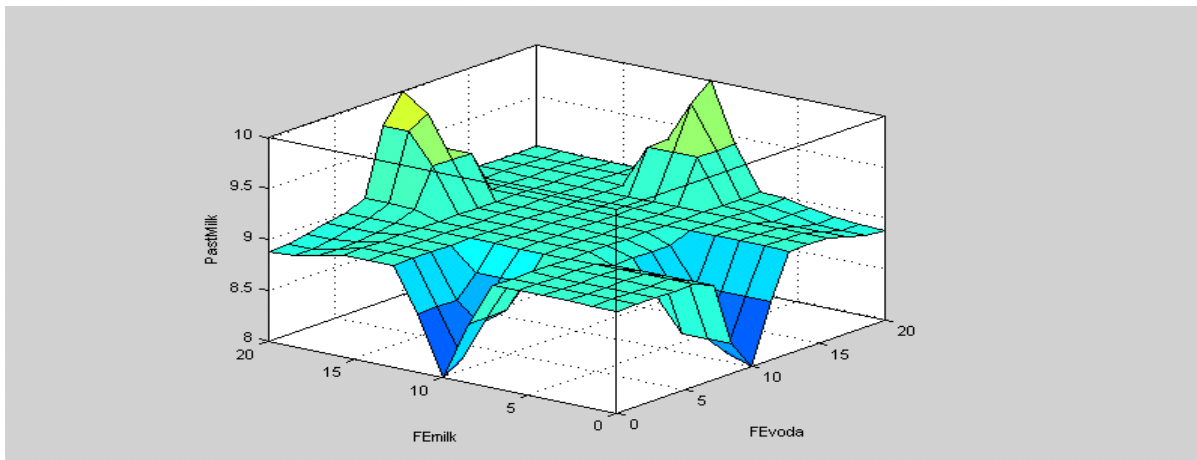


Рис.5.15 Вікно відображення поверхні відгуку (Витрата пастеризованого(8.7...9) молока від витрати молока та витрати холодної води).

Висновок

В даній кваліфікаційній роботі розроблено вдосконалення системи автоматичного регулювання процесу пастеризації молока. Запропонована система передбачає збільшення техніко – економічних показників, що значною мірою впливає на стабільну роботу всього підприємства та принесення прибутку.

Використання контролера фірми Віра, що є порівняно недорогим на ринку автоматизації, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему керування, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу, ручне керування виконавчими механізмами, покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних налаштувань регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення для управління технологічним процесом з допомогою програмного забезпечення Step 7. Це дає можливість застосовувати для оперативного управління SCADA – програму отже, є можливість отримувати дані про перебіг процесу як в реальному часі так і з історичної бази даних.

Проведені дослідження пастеризаційно-охолоджувальної установки дали змогу обрати оптимальні налаштування регуляторів, визначити вплив різних збурень на об'єкт управління та розробити методи їх компенсації.

Список використаної літератури

1. Ельперін І.В. Промислові контролери : Підручник .-К.: НУХТ, 2003. - 320с.
2. Каминский М. Л. Монтаж приборов контроля и аппаратуры автоматического регулирования и управления. Учебник для проф.-техн. учеб. заведений, изд. 2-е, пере раб. и доп., М., „Высш. Школа”, 1970. 380 с. с илл.
3. Трегуб В.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности. / Трегуб В.Г., Ладанюк А.П., Плужников Л.Н. –М.: Агропромиздат, 1991
4. Широков В.И. «Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в пищевой промышленности» / В.И. Широков, В.И. Михайлов под общ. ред.. Л.А. Широкова – М.:Агропромиздат, 1986. – 542с.
5. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие» / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.
6. Ельперін, І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін – К. : НУХТ, 2003. – 320 с.
7. Назаров Н. И. Общая технология пищевых производств / Н.И. Назаров - М. : Легкая и пищевая промышленность. 1981. - 360 с.
8. Стабников В.Н. Общая технология пищевых продуктов / В.Н. Стабников, Н.В. Остапчук. – К.: Вища школа 1980 р. – 340с.
9. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М.Луцька, А.П. Ладанюк – К.:Вид.-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
10. Трегуб В.Г. Методичні вказівки до проектування принципів схем мікропроцесорних систем автоматизації при виконанні курсових та дипломного проекту / Упоряд. Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Карнаух А.О. – К.: УДУХТ, 1994. – 56 с.
11. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
12. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности. – М.: Агропроиздат, 1985. – 344 с.
13. Автоматические приборы, регуляторы и управляющие машины: Справочник / Под ред. Б.Д.Кошарского. – Л.: Машиностроение, 1976. – 488 с.
14. Соколов В.А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности. – М.: Агропроиздат, 1991. – 445 с.
15. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування. – Київ.: Навчальний посібник, Аграрна освіта, 2010 – 245 с.
16. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления/ А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – Учебник для вузов. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.
17. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за

- напрямом «Автоматизація і комп'ютер.-інтег. технології/ М. В. Лукінюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2008. - Професія, 2009. – 592 с.
18. Береза А. М. Основи створення інформаційних систем: навч. посіб. / А. М. Береза. – 2 вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 214 с.
 19. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. / В. Ф. Ситник, Т. А. Писаревська, Н. В. Єршоміна, О. С. Красва; За ред. В. Ф. Ситника. — К.: КНЕУ, 2001. — 420 с.
 20. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни та визначення. – К.: УкрНДІССІ, 1994. – 92 с.
 21. Системний аналіз складних систем керування: Навч. посіб. / А. П. Ладанюк, Я. В. Смітюх, Л. О. Власенко, Н. А. Заєць, І. В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2013. – 274 с
 22. Пупена О. М. Інтеграція систем управління / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. // Харчова і переробна промисловість. – 2005. – №1. – С. 9–11.
 23. Manufacturing Execution Systems – MES / [J. Kletti, B. Berres, O. Brauckmann та ін.]. – New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007. – 276 с
 24. ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования. – М.: ИПК Стандартов, 2002. – 14с. 236 с.
 25. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. – СПб.:
 26. Ицкович Э. Л. . Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей: Построение MES Контроль и учет работы производства Сведение материального баланса Календарное планирование. Оперативное управление Обслуживание и ремонт оборудования Авто / Э. Л. Ицкович. – Москва: КРАСАНД, 2013. – 232с.
 27. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
 28. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
 29. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с
 30. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
 31. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П. Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О. Власенко. – К. Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
 32. Технологічні комплекси харчових виробництв : навч. посібник / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : Сталь, 2017. – 456 с.

33. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навч. посібник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2013. – 343 с
34. Цехмістренко С. І. Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посібник / С. І. Цехмістренко, О. І. Кононський. – Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. – 168 с.
35. Шалапугіна Э. П. Технология молока и молочных продуктов : учеб. пособие / Э. П. Шалапугіна, Н. В. Шалапугіна. – Москва : Дашков и К, 2011. – 304 с.
36. Шидловская В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов : справочник / В. П. Шидловская. – Москва : КолосС, 2000. – 280 с.
37. Проектирование предприятий молочной промышленности с основами промстройительства : учеб. пособие / Л. В. Голубева, Л. Э. Глаголева, В. М. Степанов, Н. А. Тихомирова. – Санкт-петербург : ГИОРД, 2010. – 288 с.
38. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навч. посіб. / О. В. Грек, Н. М. Ющенко, Т. Г. Осьмак та ін. ; Мво освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2015. – 431 с.
39. Молоко та молочні продукти (GMP. HACCP) : довідник / ред. О. М. Якубчак. – Київ : Біопром, 2010. – 168 с.
40. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Івашук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
41. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Івашук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
42. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / Власенко В. В., Т 38 Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2018. – 202 с.