

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

(підпис) Форсюк А.В.
(прізвище та ініціали)

(підпис) Ельперін І.В.
(прізвище та ініціали)

«___» лютого 2021 р.

«10» лютого 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

з спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр та назва напрямку підготовки (спеціальності))
освітньо-професійної програми «Інтелектуальні комп'ютерні системи керування»
на тему: Автоматизація процесу пастеризації молока з підсистемою моніторингу

Виконав: здобувач 2 курсу, групи АІ-2-1М
Тур Іван Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Власенко Лідія Олександрівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Грибков С.В.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач Тур Іван
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

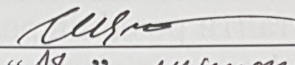
Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні комп'ютерні системи керування»
(код і назва)
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри АКТСУ

 І.В.Ельперін
«18» листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тура Івана Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизація процесу пастеризації молока з підсистемою моніторингу
керівник роботи к.т.н. доц. Власенко Лідія Олександрівна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» листопада 2020 року №953-кв
2. Строк подання здобувачем роботи 08 лютого 2021 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. Загальна характеристика об'єкта керування. Постановка задачі дослідження. 1.1. Аналітичний огляд стану та проблематики молочного виробництва. 1.2. Аналіз існуючих методів керування технологічним комплексом обраного виробництва. 1.3. Аналіз існуючих сучасних інтелектуальних підсистем моніторингу. 1.4. Постановка задачі дослідження Розділ 2. Проектування інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації. 2.1. Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока на молокозаводі. 2.2. Компонування ПЛК, розробка схем підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 2.3. Загальносистемні рішення при проектуванні інтелектуальної підсистеми моніторингу. 2.3.1. Опис функцій, що інтелектуалізуються. 2.3.2. Розробка вимог до ІСК (RequirementsDiagram). 2.3.3. Визначення функцій користувачів

(UseCasediagram). 2.3.4. Розробка BDD технологічної, технічної інформаційної складових системи. Розділ 3. Розробка інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації. 3. Розробка алгоритмічного забезпечення інтелектуальної підсистеми моніторингу. 3.1.1. Визначення життєвого циклу ІСК та її процесу (StateMachinediagram, Activitydiagram). 3.1.2. Вирішення проблем синхронізації підсистем (Sequencediagram). 3.2. Проектування інформаційного та програмного забезпечення інтелектуальної підсистеми моніторингу. 3.2.1. Вибір програмного забезпечення для всіх компонентів системи. 3.2.2. Розробка внутрішньої структури ІСК (Internal Block diagram). 3.2.3. Визначення параметрів ІСК (Parametricdiagram) 3.3. Моделювання інтелектуальної підсистеми моніторингу.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації. 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

6. Консультанти розділів роботи

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

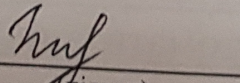
7. Дата видачі завдання 18 листопада 2020 р

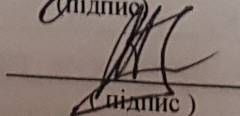
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	П
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1. Загальна характеристика об'єкта керування. Постановка задачі дослідження	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2. Розробка схеми автоматизації та вибір технічних засобів автоматизації	3 тиждень	
4	Розділ 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК	5 тиждень	
5	Розділ 2. Розробка діаграм на мові SysML функцій, що інтелектуалізуються	7 тиждень	
6	Розділ 3. Розробка інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації	11 тиждень	

Здобувач

Керівник роботи


(підпис)


(підпис)

Тур І.О.

(прізвище та ініціали)

Власенко Л. О.

(прізвище та ініціали)

Анотація

В дипломному проекті розглядається розробка інтегрованої автоматизованої системи управління процесом пастеризації молока з підсистемою моніторингу.

В проекті представлено опис технологічного процесу пастеризації молока, функціональну структуру системи, схему автоматизації, специфікацію технічних засобів автоматизації, схему підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК, діаграми (RequirementsDiagram, UseCasediagram, Block Definition Diagram, StateMachinediagram, Activitydiagram, Sequencediagram, Internal Block diagram, Parametricdiagram).

Розроблено підсистему моніторингу на основі Контрольних Карт Шухарта.

Проведено статистичний аналіз, перевірка підпорядкованості вимогам статистичного контролю жирності молока та стабільності процесу.

Ключові слова: автоматизація, контрольні карти Шухарта, моніторинг, процес пастеризації, технологічний процес.

					Дипломний проект	
		№ докум.	Пі			4

Annotation

The diploma project considers the development of an integrated automated control system for milk pasteurization with a monitoring subsystem.

The project presents a description of the technological milk pasteurization process, functional structure of the system, automation scheme, specification of automation, connection scheme of sensors and actuators to the PLC, diagrams (RequirementsDiagram, UseCasediagram, Block Definition Diagram, StateMachinediagram, Activitydiagram, Internal diagram, Sequencediagram, Parametricdiagram).

A monitoring subsystem based on Schuhart Control Charts has been developed.

Was made: statistical analysis, verification of compliance with the statistical control requirements of milk fat and process stability.

Key words: automation, Schuhart control charts, monitoring, pasteurization process, technological process.

					Дипломний проект	
		№ докум.	Пі			5

Зміст

Анотація	4
Annotation	5
Вступ.....	8
1. Загальна характеристика об'єкта керування. Постановка задачі дослідження	9
1.1. Аналітичний огляд стану та проблематики молочного виробництва	9
1.2. Аналіз існуючих методів керування технологічним комплексом обраного виробництва	11
1.3. Аналіз існуючих сучасних інтелектуальних підсистем моніторингу	15
1.4. Постановка задачі дослідження.....	31
2. Проектування інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації	32
2.1. Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока на молокозаводі	32
2.2. Компонування ПЛК, розробка схем підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	34
VMXCPS2000 (Блок живлення ~220В, standard)	35
VMXP342020 (Процесор 340-20, Modbus, Ethernet)	37
VMXAMI0810 (8 аналогових входів ізол.)	41
VMXAMO0410 (4 аналогових виходи).....	43
VMXDDO1602 (16 дискретних виходів)	44
Розширена схема підключення для окремого контуру.	46
2.3. Загальносистемні рішення при проектуванні інтелектуальної підсистеми моніторингу	49
2.3.1. Опис функцій, що інтелектуалізуються.....	49
2.3.2. Розробка вимог до ІСК (RequirementsDiagram).	49
2.3.3. Визначення функцій користувачів (UseCasediagram).	51
2.3.4. Розробка BDD технологічної, технічної та інформаційної складових системи.....	52
3. Розробка інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації	54
3.1. Розробка алгоритмічного забезпечення інтелектуальної підсистеми моніторингу.....	54
3.1.1. Визначення життєвого циклу ІСК та її процесів (StateMachinediagram, Activitydiagram).....	54

3.1.2. Вирішення проблеми синхронізації підсистем (Sequencediagram).....	56
3.2. Проектування інформаційного та програмного забезпечення інтелектуальної підсистеми моніторингу	59
3.2.1. Вибір програмного забезпечення для всіх компонентів системи.	59
3.2.2. Розробка внутрішньої структури ІСК (Internal Block diagram)..	61
3.2.3. Визначення параметрів ІСК (Parametricdiagram).....	62
3.3. Моделювання інтелектуальної підсистеми моніторингу.....	64
Висновки	84
Список використаних джерел	85

Вступ

При розв'язанні задач поліпшення якості продукції на молочному виробництві, раціонального використання сировини, ресурсів та підвищення продуктивності технологічних ліній нікуди без автоматизації технологічних процесів на основі сучасних інформаційних технологій та передових досягнень в теорії та практиці автоматизованого керування.

Впровадження тенденції розвитку автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУТП) молочної промисловості України, а також закордонних виробників переконливо довело високу ефективність комплексних інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ). АСУ сучасного молочного підприємства повинна комплексно відражати всі сфери діяльності молокозаводу: облік складської сировини, матеріальних засобів, продукції основного та допоміжного виробництв, обліку якості сировини (продукції), фінансового обліку (аналізу), податкового (бухгалтерського) обліку, планування виробництва молока та молоковісних виробів, фінансових результатів діяльності підприємства молочної промисловості.

Сучасна АСУ молокозаводу є багаторівневою та ієрархічною. Комплексна автоматизована система управління молочного підприємства забезпечує максимальний рівень автоматизації роботи користувачів, надає зручні інструменти конфігурування, а також керування, що дозволяють адаптувати АСУ до умов конкретного підприємства молочної промисловості. Методика проектування АСУ молочних підприємств включає обстеження об'єкта, визначення вимог до системи, аналіз існуючих методів і засобів проектування, наступну постановку бажаних цілей функціонування. При цьому розробляється архітектура системи, інформаційна модель функціонування об'єкта, система класифікації об'єктів обліку, управління і ідентифікації їх параметрів. Розробка інформаційної моделі АСУ виробництва молока включає проектування структури бази даних, проектування модулів, створення структури програмного забезпечення, інтеграція і тестування системи, впровадження АСУ підприємства в молочній галузі.

1. Загальна характеристика об'єкта керування. Постановка задачі дослідження

1.1. Аналітичний огляд стану та проблематики молочного виробництва

Сьогодні в Україні близько 350 підприємств по переробці молока, з яких 80 виготовляють до 90% суцільномолочної продукції. Показники виробництва основних видів молочних продуктів у 2009 році вказують на стабільність розвитку галузі, не зважаючи на ряд проблем, що виникли на ринку сировини. У зв'язку зі значною конкуренцією на сировинному ринку виробництво готової молочної продукції все більшою мірою концентрується на великих підприємствах, які вкладають значні кошти в модернізацію виробництва, мобільно реагують на зміни кон'юнктури ринку, постійно збільшують свій асортимент та, щоб не втратити свою нішу ринку за умов сезонного дефіциту сировини, розширюють ринок збуту за рахунок експортних поставок. Середній рівень рентабельності виробництва незбираної молочної продукції на молокопереробних заводах становить 3 - 8%. [57]

Автоматизація технологічних процесів виробництва в молочній промисловості є одним з основних напрямків технологічного процесу в галузі. Неперервний процес механізації молочного виробництва достатньо витиснув значну частину важкої ручної праці, доручив його машинам. Механізація разом з ростом виробничих потужностей привела до збільшення кількостей обов'язкових операцій. [59]

Технологічні процеси в галузі молочної промисловості мають суттєві особливості:

- різноманітний асортимент, який часто змінюється;
- переробка продуктів, які швидко псуються, що потребує чіткої організації процесів переробки та оптимального режиму управління;
- показники якості сировини змінюються залежно від пори року, часу, умов транспортування та зберігання;
- суворе дотримання рецептур приготування молочних продуктів та технологічних режимів переробки сировини для зберігання смакової та харчової цінності продуктів;
- виключення контакту рук людини з продуктами та сировиною;
- широке застосування безперервних технологічних процесів та поточних ліній для випуску певних виробів, які забезпечені сучасними машинами та апаратами;
- застосування складних фізико-хімічних та біохімічних методів переробки молочних продуктів.

Усі ці особливості визначають ефективність застосування автоматизації технологічних процесів виробництва молочних продуктів.

Залежно від нормативних документів, що діють в Україні та на конкретному підприємстві, склад технологічної лінії виробництва питного пастеризованого молока може бути модифікованим.

Наприклад, нормалізацію молока по жиру можна здійснювати шляхом змішування попередньо розрахованих компонентів суміші у ємностях або

застосовуючи сепаратори-нормалізатори чи сепаратори-вершковідділювачі з нормалізуючим пристроєм.

Гомогенізація може бути повною або частковою, а при виробництві нежирної і маложирної продукції - відсутньою. [58]

Моніторинг процесу призначений для об'єктивного та оперативного інформаційного забезпечення про стан пастеризації, а також його збереження та подальша обробка.

Проаналізувавши типові виробничі технологічні процеси діючого виробництва, наведемо низку особливостей, які необхідно враховувати під час розроблення рішення моніторингу технологічних процесів:

- бажано застосовувати технології, прості в розгортанні та підтримці;
- архітектура рішення має бути відкрита, з можливістю масштабування, оскільки кількість точок вимірювання параметрів може змінюватися;
- апаратна частина системи повинна розроблятися на основі сучасних типових рішень для забезпечення простоти та низької вартості;
- необхідне широке застосування базових телекомунікаційних протоколів.

Відповідно до визначення метою моніторингу є опис, пояснення і прогноз всіх явищ, властивих об'єкту спостереження. Тому моніторинг процесу пастеризації покликаний забезпечити вирішення наступних завдань:

- контроль відповідності встановленим вимогам характеристик;
- отримання інформації, необхідної для визначення компенсацій при відхиленні від норми;
- накопичення об'єктивних статистичних даних;
- поліпшення планування та підготовки звітів. [18]

Відповідно до наявного вітчизняного і зарубіжного досвіду і чинних міжнародних стандартів пропонується переглянути модель діючої системи управління якістю складної виробничої технології.

Для забезпечення стійкості новоствореної системи управління пропонується:

- створити замкнену систему управління (моніторинг – аналіз – формування і реалізація коригувальних дій). Ефективність такої системи буде забезпечена шляхом автоматизації завдань моніторингу, аналізу всіх процесів і підтримки прийняття рішень, спрямованих на усунення невідповідностей і вдосконалення СУ підприємства.
- сформувати функціональну структуру локальної системи підтримки якості для об'єкта дослідження визначеного класу;
- обрати найефективніші методи дослідження управління якістю для ефективного розпізнавання проблем і аналізу їх першопричин;
- розробити методику формування коригувальних дій для усунення невідповідностей з метою виключення повторення проблем і удосконалювання системи якості підприємства;

Управління якістю продукції в межах підприємства має реалізуватися системою, що повинна здійснювати коригування організаційної структури із зміною розподілу відповідальності осіб, порядку виконання процедур, розподілу ресурсів необхідних для виконання цільового завдання. Вимогами до новоствореної СУЯ є цілеспрямована координація дій всіх зовнішніх і внутрішніх елементів організаційної структури системи якості для досягнення загальної (глобальної) мети. Система повинна мати властивість спостережності, яка даватиме змогу безперервно відслідковувати хід робіт на всіх життєво важливих етапах виробничого циклу з метою подальшої систематизації та вироблення коригуючих дій. Відповідальна особа або організація (суб'єкт СУЯ) повинні здійснювати аналіз виявлених невідповідностей та їх причин, розробляти комплекс заходів щодо удосконалення процесів шляхом реалізації коригувальних дій першого (удосконалення параметрів процесів) і другого типу (удосконалення процедур як методик керування процесами). Наявність зворотних зв'язків у системі має забезпечити стійкість системи якості. [1]

Вимоги та принципи розроблення системи моніторингу технологічних процесів. Для упровадження моніторингу технологічних процесів на підприємстві необхідно розглянути дві складові: апаратну та програмну. В апаратну частину входять пристрої двох напрямів: безпосередньо засоби для накопичення інформації про технологічний процес – давачі, а також пристрої, які будуть отримувати зібрану інформацію, обробляти її та передавати на інші рівні управління. Пропонується використовувати як дротові, Так і без дротові технології для взаємодії між цими компонентами. Апаратні компоненти, які використовують для збору та попередньої обробки даних, повинні забезпечувати розв'язання задач у реальному часі. Крім цього, є ще низка вимог, які необхідно врахувати під час вибору апаратних компонентів: масо габаритні характеристики, оскільки комп'ютерні компоненти можуть бути розміщені безпосередньо біля давачів і виконавчих механізмів, а також високі вимоги до споживаної потужності, живучості та надійності. Зменшення масо габаритних характеристик, енергоспоживання, підвищення надійності та швидкодії комп'ютерних компонентів можна досягти, реалізуючи їх у вигляді систем на кристалі (SoC) та надвеликих інтегральних схем (НВІС). Програмна складова рішення повинна стабільно підтримувати високонавантажені обчислення, працювати за принципом асинхронності та бути побудованою з використанням відкритого програмного забезпечення. [18]

1.2. Аналіз існуючих методів керування технологічним комплексом обраного виробництва

Молочне виробництво характеризується високим ступенем складності технологічних процесів, покладених в основу випуску багатоасортиментної продукції, значною зміною якості сировини, великою кількістю електричного і механічного обладнання, що бере участь в технологічному процесі, зміною кількості, вартості та якості сировини в залежності від пори року.

Ефективна робота молочного підприємства можлива тільки при функціонуванні єдиної інтегрованої системи управління. Незважаючи на

високий рівень автоматизації окремих технологічних процесів, автоматизувати весь процес виробництва в складі єдиної інтегрованої автоматизованої системи управління молочним підприємством дуже проблематично. Ці проблеми пов'язані як з особливостями виробництва конкретного підприємства, так і реалізацією існуючих систем управління технологічними процесами, що вимагають індивідуального підходу до розробки системи рівня MES / MOM. У будь-якому випадку, в складі системи управління має бути присутня модель виробництва, на основі якої функціонують всі модулі MES / MOM.

Незважаючи на високий рівень автоматизації технологічних процесів (рівень АСУТП) і бізнес-діяльності (рівень ERP) на молочному виробництві зустрічаються ряд наступних проблем:

- 1) Автоматизація на рівні технологічних процесів, а не виробництв в цілому. Сучасні молочні підприємства автоматизовані на рівні технологічних процесів. У багатьох випадках зустрічається також горизонтальна інтеграція АСУТП, однак тільки з метою реалізації функцій координованого управління технологічним процесом. Зустрічається частковий зв'язок АСУТП з системами ERP, проте в більшості випадків для реалізації функцій обліку ресурсів. Таким чином, на більшості молочних підприємств виробництво не є достатньо наглядним і керованим, що робить неможливим ефективне управління.
- 2) У більшості випадків системи управління побудовані на обладнанні і ПО різних виробників і на основі різних підходів і парадигм. Більшість підприємств молочного виробництва є результатом постійного їх вдосконалення і нарощування потужностей. Це зумовило значну різноманітність підходів до автоматизації і використання інтелектуальних пристроїв різних виробників.
- 3) Необхідність у зміні технологічних режимів через зміняючі сировини. На підприємствах даного типу якість готової продукції сильно залежить від початкових характеристик сировини, і щоб досягти максимальної якості продукції необхідно змінювати хід технологічного процесу в залежності від характеристик сировини.
- 4) Великі ресурсні втрати в зв'язку з штатним і нештатним простоєм обладнання, оскільки підприємства молочних виробництв характеризуються великою кількістю періодичних процесів і швидким псуванням продукції. Тому виникає необхідність в координації всіх технологічних процесів. З одного боку ряд обладнання не задіяно, інше може використовуватися надмірно часто. Особливою проблемою є нештатна зупинка процесу в результаті поломки обладнання. У таких ситуаціях персонал повинен швидко зреагувати і виправити ситуацію, однак навіть визначення проблеми і необхідного персоналу є нетривіальним завданням. [2]

В процесі дослідження ризиків в різних сферах застосовуються різні методи. Так, наприклад, в задачах управління складними організаційними системами застосовуються такі методи дослідження ризиків, як теоретико-ігрове та теоретико-графове моделювання, зокрема А.Д. Новіков в

своїх роботах застосовує модель саморозвитку, що базується на агентному підході [3].

При дослідженні ризиків складних технологічних, організаційно-технологічних об'єктів та комплексів автори застосовували когнітивний підхід, що забезпечило можливість встановлення причинно-наслідкового зв'язку між факторами, що породжують ризики, та ризиковими подіями. [4]

Ризик розглядається як ситуація, коли результат здійснення певного процесу не відомий, але відомі, його можливі альтернативні наслідки і достатньо інформації для того, щоб оцінити ймовірність настання цих наслідків. Ризик виникає тільки в умовах невизначеності. Невизначеність виступає необхідною і достатньою умовою ризику в прийнятті рішень. Для здійснення ефективного управління ризиками необхідно визначити перш за все яким видом невизначеності породжується ризик, а також які причини настання ризикової події.

Байєсівські мережі як інструмент інтелектуального аналізу даних у системах підтримки прийняття рішень.

Використання байєсових мереж для аналізу процесів різної природи, діяльності людини та функціонування технічних систем дозволяє враховувати та використовувати будь-які вхідні дані – експертні оцінки і статистичну інформацію. Змінні, що використовуються у мережах, можуть бути як дискретними, так і неперервними, а характер їх надходження при аналізі та прийнятті рішення може бути і в режимі реального часу, і у вигляді статистичних масивів інформації та баз даних. Завдяки представленню взаємодії між факторами процесу у вигляді причинно-наслідкових зв'язків в мережі досягається максимально високий рівень візуалізації та, як наслідок, чітке розуміння суті взаємодії факторів процесу між собою. Саме це відрізняє мережі Байєса від інших методів інтелектуального аналізу даних. Також перевагами мереж Байєса є можливість врахування невизначеностей статистичного, структурного і параметричного характеру, побудова моделей за наявності прихованих вершин і при неповних спостереженнях, а також формування висновку за допомогою різних методів – наближених і точних.

Байєсівські методи мають такі переваги: можливість урахування невизначеностей статистичного, структурного і параметричного характеру, поєднання в одній моделі (наприклад, у байєсівській мережі) великої кількості різнорідних змінних, наявність досить гнучких процедур оцінювання параметрів і станів досліджуваних процесів, а також наявність широкого спектра методів формування точних і наближених висновків.

До недоліків можна віднести труднощі з отриманням апріорної інформації та відносно складність деяких обчислювальних процедур, пов'язаних з числовим інтегруванням, оцінюванням параметрів і формуванням імовірнісних висновків. [5]

Система підтримки прийняття рішень – комп'ютерна інформаційна система, яка надає можливість розв'язання задач моделювання, прогнозування та/або оптимального керування кількома альтернативними методами, а також містить множину критеріїв вибору кращого рішення. Така система обов'язково

містить метод прийняття рішень у явному вигляді. На перший план у системах підтримки прийняття рішень виходять саме ті складові, що забезпечують обробку даних. А. А. Барсегян, М.С. Куприянов та ін. виділяють такі задачі обробки даних, як інформаційно-пошукові, оперативно-аналітичні та інтелектуальні. [6]

На практиці найбільшого поширення набули адаптивні системи. Побудова таких систем базується на поєднанні двох принципів керування: принципу за відхиленням при побудові основного координатного контуру і принципу за впливом параметричного типу. Другий принцип передбачає побудову контуру адаптації та забезпечує корекцію налаштувань регулятора основного контуру. Таким чином, принцип керування за впливом застосовується як засіб компенсації параметричних збурень на керований процес. Недоліком таких систем є те, що більшість алгоритмів адаптації, отримано за відсутності неконтрольованих збурювальних впливів і можливості визначення всіх параметрів об'єкта в процесі ідентифікації. Крім того, практично всі алгоритми адаптації працездатні, якщо виконується гіпотеза квазістаціонарності об'єкта керування та протягом часу налаштуванні регулятора відсутні збурювальні впливи.

Аналіз існуючих методів показав, що підвищення якості керування позиційними електроприводами в умовах параметричних та зовнішніх збурень може бути здійснено шляхом розвитку методу нечіткого керування в поєднанні із застосуванням автономної задавальної моделі, що забезпечує низьку чутливість системи до параметричних й зовнішніх збурень і точне відпрацювання заданих діаграм руху. [7]

За сучасного бурхливого розвитку інформаційних технологій не можна не згадати про експертні системи як самостійний напрям, метою якого є розробка програмного забезпечення штучного інтелекту. Досвідчені фахівці володіють широким спектром загальних знань про процеси, об'єкти та способи їх функціонування, які можна передати іншій людині, але яких важко навчити машину. Однак, як свідчить світова практика, розвиток теорії штучного інтелекту та побудова експертних систем як одного з засобів реалізації цієї теорії є однією з необхідних умов розвитку емпіричних наук. [8]

Сфера застосування кількісних експертно-аналітичних методів не обмежується лише аналізом оцінок експертів та інтерпретацією результатів експертиз, а поширюється і на підготовчі з точки зору організаторів оцінювання етапи - формування експертних груп і визначення (або уточнення) рівня компетентності експертів.

У зв'язку з тим, що жоден з існуючих методів формування експертної комісії та визначення компетентності її членів не може гарантувати об'єктивність результатів експертизи, проблема підбору експертів є однією з найскладніших у галузі експертного оцінювання. [9]

Постійно зростаюча складність і різноманітність завдань, вирішення яких покладається на автоматичні системи, останнім часом визначають підвищену потребу в системах управління з більш універсальними властивостями. Для вирішення більшості завдань підходять системи, засновані на нечіткій логіці і нейронних мережах (НС). [10-12]

НС виконують рішення, використовуючи попередній досвід, що дає можливість пристосуватися до змін в системі. Об'єднання нечіткої логіки і НС дозволить виключити їх недоліки та проектувати нейро-нечіткі (адаптивні) регулятори. У порівнянні з традиційними методами аналізу та імовірнісним підходом нейро-нечітке регулювання дозволяє аналізувати завдання та отримувати результати з необхідною точністю, забезпечувати значне підвищення швидкодії процесів управління при використанні нейро-нечітких регуляторів і створювати системи управління для об'єктів, алгоритми функціонування яких важко формалізуються методами традиційної математики [11].

Експертна система підтримки прийняття рішень за прецедентами функціонує наступним чином: на вхід експертної системи надходить ситуація, що трапилася на технологічному об'єкті, а на виході отримуємо вказівки оператору, як саме потрібно вчинити в даній ситуації. Основними блоками такої системи є база прецедентів та блок розпізнавання. База прецедентів являє собою список прецедентів, які мали місце в процесі функціонування системи керування технологічним процесом і мають характерні структурні ознаки, визначені шляхом структурного розпізнавання образів і нейромережевої класифікації за допомогою карт Кохонена. Прецеденти згруповані в класи за комплексами спільних ознак. Блок розпізнавання визначає міру близькості між прецедентами і ситуацією, яка склалася в процесі функціонування об'єкта керування. Система функціонує при використанні алгоритму CBR (Case-Based Reasoning) - виведення на основі прецедентів. Алгоритм полягає у розпізнаванні ситуації, яка склалася на об'єкті, в блоці розпізнавання та знаходженні подібної ситуації в базі прецедентів. При знаходженні прецедента в базі система видає рекомендації (дії), які були виконані в подібній ситуації, що виникала раніше на об'єкті. [19]

1.3. Аналіз існуючих сучасних інтелектуальних підсистем моніторингу

Серед підсистем моніторингу найчастішим є моніторинг технологічних змінних, проте має місце велика проблема і з функціонуванням обладнання, тому підсистем по моніторингу стану обладнання також існує велика кількість.

В основу моделі процедури моніторингу якості виробництва продукції поставлене завдання розробки системи, що гарантує усунення дефектів виробів, які пов'язані з незадовільною реалізацією процесів виробництва, а також збільшення автономності процесу прийняття рішень, що сприяє зменшенню тривалості загального виробничого циклу та підвищує ритмічність потоку процесів. Умови отримання змінних процесу призводять до використання методів математичної статистики, що пов'язані із статистичною природою інформації, яка породжується у виробничих процесах. [13]

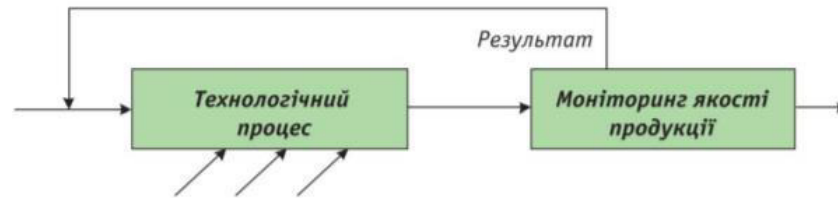


Рис.1. Моніторинг процесу виготовлення продукції

Розвиток підсистем технологічного моніторингу зумовлений безперервним зростанням складності керованих об'єктів і процесів з одночасним скороченням часу, що відводиться на аналіз проблемної ситуації, ідентифікацію відхилення від нормального режиму функціонування об'єкта, пошук можливих коригувальних рішень з метою впливу на об'єкт, оцінювання і розпізнавання ситуацій, прогнозування ситуацій, оцінку наслідків прийнятих рішень. Тобто, впровадивши систему технологічного моніторингу на весь процес виробництва, можна, забезпечити повний звіт про стан апарату чи якогось технологічного відділення, контролювати хід технологічного процесу та мати повний опис всіх параметрів, що в свою чергу підвищить рівень якості продукції та її продуктивність, що в свою чергу полегшить роботу працівникам. [14]

Технологічний моніторинг є багатоцільовою інформаційною системою. Його основні задачі: спостереження за станом об'єкта, аналіз, оцінка та прогноз його стану; визначення інтенсивності різних впливів, виявлення факторів та джерел таких впливів, а також забезпечення системи керування необхідною інформацією про ефективність прийнятих рішень по керуванню. "Спостереження" і "прогноз стану" тісно пов'язані між собою, так як прогноз стану об'єкта можливий лише при наявності репрезентативної інформації про фактичний стан (прямий зв'язок). Побудова прогнозу, з однієї сторони, має на увазі знання закономірностей зміни стану природного середовища, наявність схеми і можливостей чисельного розрахунку, з іншої, — направленість прогнозу значною мірою повинна визначати структуру і склад системи, що спостерігається (зворотний зв'язок).

Такий моніторинг дозволяє на основі поточної інформації про стан об'єкта а управління, а також завдань оператора проаналізувати кількісні та якісні характеристики поведінки об'єкта та підготувати необхідні дані для організації стратегій управління. Задача визначення ситуацій та їх класифікації формується наступним чином. Ситуація визначається деяким відношенням на множині параметрів $\{U\}$, які характеризують стан об'єкта а управління, множиною класів ситуацій $\{K_s\}$, що відображені в сценарії управління, множиною алгоритмів класифікації $\{K_A\}$, а також правилами вибору алгоритмів класифікації $\{P_K\}$. Класифікація ситуацій здійснюється з урахуванням передісторії розвитку об'єкта а управління, а також результатів прогнозів, включаючи і аналіз системних тенденцій. Наводяться приклади застосування алгоритмів ситуаційної класифікації для систем управління складними технологічними комплексами цукрової промисловості. [32]

Функціональна структура підсистеми технологічного моніторингу системи керування технологічним комплексом включає такі групи блоків: обробка вхідної/вихідної інформації (виділення аномальних вимірювань, відновлення пропусків даних, фільтрації даних, визначення комплексних показників,

об'єктом, з метою порівняння параметрів по відношенню до часу початку спостереження і складання прогнозу, про його можливу поведінку в майбутньому.

Завданням такого моніторингу є не тільки спостереження, але і накопичення фактів. Моніторинг — інструмент спостереження і аналізу динаміки соціально-економічного розвитку території, початкова ланка в системі "моніторинг —аналіз — корегування стратегії — досягнення заданого стану (динаміки соціально-економічних показників)" [22],він виконує два основних завдання із: 1) збору фактів, щохарактеризують соціально-економічні процеси на території;2) аналізу і інтерпретації соціально-економічної інформації.Об'єктами територіального моніторингу є адміністративно-територіальні одиниці, предметом — сукупність соціально-економічних процесів і явищ, які відбуваються в їх межах.Виділяють наступні комплексні напрями територіальногомоніторингу: екологічний; економічний; медико-біологічний; суспільно-політичний; соціальний (зокрема — демографічний); науково-технічний.

Система моніторингу повинна бути обґрунтована за складом і структурою з виконанням вимог до інформації, що видається. Підсистеми технологічного моніторингу вирішують такі типові задачі, як: збір даних про хід технологічного процесу, отримання моделей об'єкта керування, аналіз його станів та прогнозування поведінки технологічних процесів. Розвиток підсистем технологічного моніторингу зумовлений безперервним зростанням складності керованих об'єктів і процесів з одночасним скороченням часу, що відводиться на аналіз проблемної ситуації, ідентифікацію відхилення від нормального режиму функціонування об'єкта, пошук можливих коригувальних рішень з метою впливу на об'єкт, оцінювання і розпізнавання ситуацій, прогнозування ситуацій, оцінку наслідків прийнятих рішень. Знаходження рішення: проводиться розпізнавання образу ситуації, а далі, за допомогою вже закладених сценаріїв і алгоритмів оптимізації здійснюється формування оптимального управління у відповідності до поставлених критеріїв управління об'єкта управління. Дослідження часових рядів, які описують технологічний об'єкт, проводиться з метою автоматизації процесу виявлення подій та станів об'єкта. [23]

Моніторинг факторів, що викликають загрози економічній безпеці і кризові ситуації в підприємстві, необхідно здійснювати використовуючи необхідну та достатню кількість згрупованих за видами діяльності показників.Для цього слід провадити моніторинг не лише змін обраних індикаторівроками, а й здійснювати порівняння фактичних і прогнозних даних знормативними значеннями, що чітко визначають параметри кризової ситуації,досліджувати взаємодію та взаємовплив окремих індикаторів. Такими нормативами служать порогові значення економічної безпеки підприємства —критичні величини фінансово-економічних індикаторів, перевищення якихлишає підприємство можливості функціонувати у нормальному режимі, тобтостворює кризові ситуації. [24]

Використання SCADA систем для моніторингу об'єктів в реальному часі. Сучасний рівень розвитку техніки дозволяє ставити й вирішувати завдання

створення нових пристроїв, що звільнили б людину від необхідності спостерігати за виробничим процесом і керувати ним.

Серед існуючих засобів моделювання та дослідження динамічних об'єктів найбільше поширення отримали пакети Matlab та Mathcad [25]. Зокрема в пакеті Matlab існує інструментарій Control System Toolbox, який містить велику кількість вбудованих функцій. Проте цей інструментарій не містить реалізації деяких критеріїв та підходів теорії автоматичного управління, які використовуються в Україні.

Альтернативним підходом до моделювання динамічних об'єктів є використання SCADA-систем [26]. Такий підхід дозволяє виконувати моделювання як на етапі проектування системи, так і на етапі її експлуатації.

SCADA системи забезпечують: наочну інформацію про хід виробництва, відображення стану приводів і технологічного устаткування, деталізацію вибраних диспетчером частин процесу, розрахунок показників процесу в динаміці і виведення узагальненої інформації у вигляді графіків, таблиць або малюнків, розпізнавання передаварійних і аналіз аварійних ситуацій з рекомендаціями послідовності дій диспетчера, захист від недозволеного доступу до збору інформації і управління.

SCADA систем є надзвичайно ефективним способом моніторингу процесів. Вони ідеально підходять для невеликих систем, але також можуть бути використані для моніторингу та контролю важливих об'єктів. [27]

Впровадження іноваційного веб-моніторингу на ринок готельно-ресторанного бізнесу. Компанія Sealed Air провела веб-моніторинг та розробила систему виявлення і реєстрації будь-якого недотримання санітарних норм і правил безпеки. Їх система відео реєстрації здійснює запис не тільки самого місця приготування їжі, а й здатна фіксувати порушення в роботі співробітника, його поведінці. Під час проведення досліджень і дослідно-конструкторських розробок співробітники ресторанів носили ідентифікаційні картки, оснащені радіочастотними передавачами, за допомогою яких передавалась і реєструвалась інформація, коли працівник підійшов до раковини, щоб вимити руки, як довго мив, чи використовував мило або дезінфікуючий засіб. [28]

Алгоритм здійснення моніторингу інвестиційної привабливості підприємства передбачає виконання інвестиційного аналізу та відповідного контролю управління інвестиційною діяльністю на підприємстві. Інвестиційний контроль – це процес перевірки виконання й забезпечення реалізації всіх управлінських рішень у сфері інвестиційної діяльності підприємства. Об'єктом інвестиційного контролю можуть виступати різні управлінські рішення в сфері інвестиційної діяльності підприємства.

Ефективний інвестиційний контроль повинен відповідати ряду вимог, до яких належать [29; 30]: 1) своєчасність проведення контролю; 2) гнучкість методів контролю; 3) простота контролю; 4) економічність контролю. Інвестиційний контроль на підприємстві містить у собі ряд послідовних етапів:

- спостереження за ходом реалізації інвестиційних планових завдань;
- виявлення відхилення фактичних результатів інвестиційної діяльності від запланованих;

- виявлення серйозних погіршень в інвестиційній позиції підприємства;
- виявлення причин відхилень фактичних результатів інвестиційної діяльності від запланованих;
- розроблення оперативних управлінських рішень з нормалізації інвестиційної діяльності підприємства відповідно до передбачених завдань інвестиційних планів;
- коригування при необхідності окремих запланованих цілей і показників інвестиційної діяльності у зв'язку зі зміною зовнішніх і внутрішніх умов її здійснення.

Моніторинг інвестиційної діяльності – це механізм постійного спостереження за контрольованими показниками інвестиційної діяльності, визначення розмірів відхилень фактичних результатів від передбачених і виявлення причин цих відхилень [29; 30]. Організація моніторингу інвестиційної діяльності сприяє становленню безперервного процесу контролю основних інвестиційних показників, що у свою чергу, веде до підвищення ефективності управління інвестиційною діяльністю підприємства. Система моніторингу контрольованих показників охоплює певні етапи. [31]



Рис.4. Алгоритм моніторингу інвестиційної привабливості Підприємства

Метою моніторингу стану СОТС(складна організаційно-технічна система) на основі аналізу П є отримання узагальнених оцінок сукупності параметрів технологічного стану, значення яких в явному вигляді або вказують ступінь працездатності розглянутого ОК або місце і вид виниклої несправності, або є оцінками прогнозованих явищ і процесів із заданою точністю та інтервалом прогнозу і т.д. Необхідно відзначити, що в даний час результати вирішення завдань збору та обробки П в достатній мірі задовольняють вимогам

автоматичної системи моніторингу стану і керування складної організаційно-технічної системи (АС МСК СОТС), проте в переважній більшості випадків процес моніторингу станів ОК автоматизований лише частково. Як правило, в сучасних АС операторам видається смислова інформація тільки про стан окремих елементів ОК. Інтегральну оцінку стану ОК в таких системах виконують оператори. Для цього їм потрібно знати і вміти оперативно аналізувати численні контекстні умови процесів динамічної взаємодії елементів і підсистем ОК, що якісно в повному обсязі і в реальному часі виконувати практично неможливо. [33]

Слід також зазначити, що запропонована інтелектуальна система моніторингу стану орієнтована:

- на скорочений за часом режим впровадження розробленої технології в конкретні предметні області;
- на впровадження розробленої технології в існуючі інформаційні середовища заводів-виготовлювачів, полігонних комплексів, НАКУ(Наземний автоматизований комплекс управління) з інтеграцією всіх необхідних інформаційних каналів;
- на розподілену операційну середу свого функціонування, в тому числі на основі вбудованих елементів використовуваного системного програмного забезпечення;
- на реалізацію виконавчої системи під управлінням операційних систем Windows (Windows 2000, Windows XP), QNX, Linux, МСВС [34].

Методи моніторингу системи управління якістю, для доведення спроможності процесів у досягненні запланованих результатів. Якщо заплановані результати не досягненні, то потрібно належним чином реалізувати коригувальні дії.

Основними методами моніторингу можна обрати методи математичної статистики, що пов'язані із статистичною природою інформації, яка породжується у виробничих процесах. Дійсно, навіть за строгого дотримання технології на виробничий процес (виготовлення упаковки) впливає безліч випадкових чинників, які не дозволяють отримати бажаний детермінований показник якості [35]. Це приводить до необхідності аналізувати ситуацію за середньостатистичними показниками, з імовірнісною оцінкою очікуваного значення показника.

Статистичний аналіз допомагає забезпечити краще розуміння природи, масштабу та причин змінюваності, сприяючи тим самим вирішенню і навіть запобіганню проблем, які можуть виникнути внаслідок цієї змінюваності, а також спонукати до постійного поліпшення. Ці методи є основою для ефективного розпізнавання проблем і аналізу їх першопричин. Таким чином, можна сподіватися на отримання повної картини про можливі причини проблем, через що застосування статистичного регулювання для моніторингу якості продукції є досить дієвим шляхом розробки нової технології й контролю виробничих процесів.

Розроблена процедура моніторингу системи управління якістю (СУЯ) процесу виготовлення необоротної пляшки (в дослідженому випадку поліетилентерефталат, надалі ПЕТ) для безалкогольних напоїв дозволяє

провести оцінку характерних ознак дефекту і за необхідності застосувати коригуючі дії, відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001-2009. Ця процедура моніторингу дозволить визначити відсоток виготовлення дефектної продукції, оцінити коефіцієнт точності та стан процесу виготовлення ПЕТ пляшки, а, отже, й вплив процесів СУЯ на економічні показники підприємства. [36]

Стосовно моніторингу реалізації інвестиційних, згідно виділеним характеристики рішень Колосовим А.А. [37], можна сформулювати особливості моніторингової системи, яка буде стосуватись комплексних інвестицій, до яких відносять придбання діючого бізнесу:

- моніторинг реалізації інвестиційних рішень по здійсненню комплексних інвестицій орієнтовано на досягнення не оперативних, а стратегічних цілей інвестора, тобто по своїй суті в більшій мірі є стратегічним моніторингом;
- моніторинг реалізації інвестиційних рішень щодо комплексних інвестицій здійснюється по окремо взятому проекту;
- моніторинг реалізації інвестиційних рішень по комплексних інвестиціях пов'язаний з матричною організаційною структурою: в комплексному проекті зазвичай задіяна велика кількість центрів відповідальності і моніторинг забезпечує їх взаємодію в процесі досягнення мети, що поставлена;
- орієнтація на довгострокову перспективу потребує від системи моніторингу комплексних інвестицій певної гнучкості і адаптованості до змін внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства-інвестора;
- зазначений вид моніторингу включає обов'язкове відстеження впливу реалізації комплексного інвестиційного проекту на основні показники фінансово-господарської діяльності підприємства-інвестора і безпосередньо на його ринкову вартість.

Таким чином, система моніторингу реалізації інвестиційних рішень, які пов'язані з купівлею підприємств як ЦМК представляє собою налагоджений гнучкий механізм здійснення постійного спостереження за найважливішими поточними результатами реалізації даного інвестиційного проекту в умовах зміни зовнішнього та внутрішнього середовища, а також його впливу на ринкову вартість підприємства-інвестора.

Метою розробки системи моніторингу реалізації інвестиційного проекту є своєчасне встановлення відхилень від встановлених по даному проекту нормативів та обмежень, які призводять до зниження його ефективності та ефективності діяльності підприємства-інвестора в цілому; виявлення і аналіз причин, що спричиняють ці відхилення, а також розробка пропозицій щодо відповідного корегування окремих напрямів інвестиційної діяльності з ціллю нормалізації і підвищення ефективності. [38]

За І.О. Бланком, побудова системи моніторингу реалізації інвестиційних рішень по придбанню діючого бізнесу може охоплювати виділені етапи, але поряд з цим мати свої відмінності у їх змістовому наповненні [39]. Нижче наведені ті самі етапи:

1) Побудова системи інформаційних показників поінвестиційному проекту з урахуванням кінцевої мети реалізації інвестиційного рішення щодо придбання підприємства як ЦМК.

Така система показників повинна, в першу чергу, ґрунтуватись на даних оперативного бухгалтерського обліку і статистичної звітності. Основними джерелами отримання інформації по придбаному об'єкту є бізнес-план даного інвестиційного проекту, зокрема такі його складові як: "Фінансовий план", розділ "Стратегія фінансування інвестиційного проекту"; дані управлінського обліку; поточна фінансова звітність

2) Розробка системи узагальнюючих (аналітичних) показників. Система узагальнюючих показників будується окремо по підприємству-інвестору та інвестиційному проекту виходячи із цілей моніторингу реалізації інвестиційних рішень і ґрунтується на інформативних показниках, що для цього залучаються.

Аналітичні показники можна розділити за наступними групами:

- a) формування фінансових ресурсів для реалізації інвестиційного проекту. (ця група показників дає можливість аналізувати структуру інвестиційних витрат за джерелами їх утворення);
- b) освоєння фінансових коштів, що направляються на реалізацію інвестиційного проекту. (експлуатаційні витрати, що несе підприємство-інвестор і, які необхідні для реалізації інвестиційного проекту, можуть бути здійснені як у вигляді одноразових внесень так і у вигляді поточних і постійних);
- c) виконання плану реалізації продукції або послуг.(ця група показників є пріоритетною у разі, коли метою придбання підприємства як ЦМК було збільшення обсягів діяльності завдяки галузевій, товарній або регіональній диверсифікації);
- d) виконання плану поточних витрат.(у складі показників цього розділу теж доцільно розглядати окремо показники по інвестиційному проекту і по підприємству-інвестору з подальшим визначенням загальної суми витрат);
- e) виконання плану прибутку.(показники, що відносяться до цього розділу є найбільш пріоритетними незалежно від цілей, що переслідує інвестор);
- f) формування активів.(придбання підприємства як ЦМК обов'язково збільшує актив підприємства-інвестора);
- g) поточна ефективність реалізації інвестиційного проекту, яка може бути визначена за системою показників, вказаних у навчальному посібнику Гончарова А.Б.[40, с.186].

3) Розробка форми звітності відповідальних осіб за реалізацію інвестиційного проекту.

Форма звітності розробляється виходячи з того, яка інформаційна база необхідна для здійснення моніторингу реалізації інвестиційних рішень та, яку дійсно можливо залучити.

4) Встановлення періодичності формування звітної бази даних.

Визначення контрольного періоду по кожному розділу показників ґрунтується на їх пріоритетності в процесі реалізації інвестиційного проекту.

- 5) Встановлення розмірів відхилень фактичних результатів показників, що контролюються, від встановлених стандартів.
Процес реалізації інвестиційних рішень завжди пов'язаний із невизначеністю результатів.
- 6) Виявлення основних причин відхилення фактичних результатів підконтрольних показників від встановлених стандартів.
Відхилення із знаком «-» для інвестора є сигналом до відповідних дій.

Система моніторингу довкілля - це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Для правильної організації управління якістю навколишнього природного середовища необхідною умовою є формування повноцінної системи моніторингу. За допомогою системи моніторингу виявляються критичні ситуації, виділяються критичні фактори впливу та найбільш чутливі до впливу елементи біосфери. У процесі здійснення моніторингу важливо отримати дані як про абіотичну складову середовища, так і про стан біоти, а також отримати інформацію про функціонування екосистем та реакції екосистем на можливі збурення.

Універсальним підходом до визначення структури системи моніторингу антропогенних змін навколишнього природного середовища є його розподіл на основні блоки: «Спостереження», «Оцінка фактичного стану», «Прогноз стану довкілля», «Оцінка прогнозованого стану» та «Підтримка прийняття управлінських рішень». Загалом, до блоків оцінювання часто відносять процедури аналізу та обробки даних спостережень, а до блоку прогнозування - процеси моделювання змін стану довкілля. Блоки «Спостереження», «Оцінка фактичного стану» та «Прогноз стану довкілля» тісно пов'язані між собою, оскільки прогноз стану навколишнього середовища можливий лише за наявності достатньої інформації про його фактичний стан (прямий зв'язок).

Прогноз, з одного боку, має враховувати дані спостережень та закономірності зміни стану природного середовища, а з іншого боку - спрямованість прогнозу, значною мірою, повинна визначати структуру та склад мережі спостереження (зворотний зв'язок).[41]

Задачі моніторингу стану технологічних процесів, що вимагають аналізу взаємозв'язків великої кількості параметрів процесу і наступного синтезу додаткового інформаційного потоку, що характеризує певні стани процесу - є аналітичними задачами технологічного моніторингу. Потік інформації, синтезований на основі аналізу вхідних технологічних даних на автоматичному етапі розв'язку аналітичної задачі - аналітичний інформаційний потік. [42]

пристрій керування послідовністю операцій, блок генерації і аналізу сценаріїв, блок експертних оцінок. Засіб введення інформації послідовно з'єднаний із блоком виділення аномальних вимірювань, блоком відновлення пропусків даних, блоком фільтрації даних, до якого під'єднаний блок формування математичних моделей, який містить пристрої структурної і параметричної ідентифікації та пристрій фазифікації-дефазифікації для формування лінгвістичних моделей, що зберігаються в базі знань. Засіб введення інформації під'єднаний до блока оцінки ефективності стратегії керування, блока прогнозування системних тенденцій, і блока оцінки реалізації сценаріїв керування.[45]



Рис.7. Блок-схема інформаційно-аналітичної системи

технологічного моніторингу складного організаційно-технічного комплексу

Управління педагогічною системою і якістю освіти також можна здійснювати на основі моніторингу. Моніторинг використовується в тих випадках, коли в побудові якого-небудь процесу необхідно постійно відстежувати явища, що відбуваються в реальному середовищі, з тим, щоб включати результати поточних спостережень в процес управління [46]. Моніторинг на відміну від інших близьких або схожих педагогічних і психологічних понять володіє наступними особливостями:

- 1) безперервністю (збір даних відбувається постійно);
- 2) діагностичністю (мається на увазі наявність моделі або критеріїв, з якими можна співвіднести реальний стан відстежуваного об'єкту, системи або процесу);

- 3) інформаційною оперативністю або інформативністю (критерії для відстежування включають найбільш проблемні показники, на підставі яких можна робити висновки про спотворення у процесі навчання);
- 4) зворотним зв'язком, який дозволяє вносити корективи до відстежуваного процесу;
- 5) науковістю (сприяє застосуванню обґрунтованих моделей і відстежуванню параметрів).

Наприклад можна обрати об'єктом моніторингу академічну успішність студентів. Контроль знань в процесі навчання є відносно самостійний етап і виконує взаємозв'язані між собою освітню, розвиваючу і виховну функції. Знання студента визначають специфічні цілі і завдання, пов'язані з реалізацією моніторингу на практиці. Персональний моніторинг у системі освіти – це спостереження, фіксація динаміки розвитку кожного студента і групи в цілому, тому моніторинг здійснюється педагогом щодня. [47]

Моніторинг розглядається як система одержання та обробки упереджувальної інформації про стан об'єкта дослідження та тенденції його розвитку. Моніторинг здійснюється з метою спостереження та контролю за розвитком будь-якого процесу, при цьому підкреслюється значення моніторингу для своєчасного виявлення негативних явищ і тенденцій і запобігання їх негативного впливу. Процес моніторингу не повинен обмежуватися тільки спостереженням за станом досліджуваного об'єкта. Для того, щоб моніторинг міг використовуватись як ефективний управлінський інструмент, необхідно не тільки відслідковувати параметри досліджуваного об'єкта, а й аналізувати, вивчати їх зміну під впливом різних факторів, а також прогнозувати і оцінювати майбутній стан досліджуваного об'єкта. Таким чином, основними етапами процесу моніторингу є спостереження, оцінка і прогноз, які і утворюють моніторинг.

Оптимізація управління виробництвом в реальному часі неможлива без аналізу попередніх подій і статистики виробничих процесів, які дозволяють персоналу чітко і швидко визначати, що пішло правильно чи неправильно на попередньому циклі виробництва [48]. Оперативні дані про зміну параметрів однієї змінної можуть дати дуже цінну інформацію і вплинути на якість процесу в цілому. В свою чергу автоматизований моніторинг дозволяє значно підвищити продуктивність праці, забезпечити високу об'єктивність отриманих результатів внаслідок виключення похибки вимірювань, що вноситься оператором. [49]

Ефективною основою реалізації системи управління власним капіталом підприємства є моніторинг, основна мета якого полягає у відстеженні змін стану капіталу підприємства, структури, за якої обрана стратегія управління капіталом буде сприяти максимальній його ефективності. Завданням моніторингу є не тільки спостереження, а й накопичення фактів, що свідчать про розвиток капіталу як економічної системи, їх аналіз, оцінка, діагностика.

У процесі моніторингу встановлюють: ефективність системи управління власним капіталом; «вузькі» місця і джерела їх виникнення; фактори, ризики, що впливають на управління власним капіталом; доцільність

внесення змін у систему управління власним капіталом; чи всі підсистеми, елементи, включені в систему управління власним капіталом, виконали свою роль у захисті від несприятливих подій; доцільність заміни окремих підсистем, елементів більш ефективними; гнучкість системи прийняття рішень щодо управління власним капіталом; ступінь захисту підприємства від ризиків системи прийняття рішень щодо управління власним капіталом.

Моніторинг результатів функціонування системи управління власним капіталом забезпечує зворотний зв'язок у зазначеній системі. Саме моніторинг створює гнучкість і адаптивність управління власним капіталом, а також динамічний характер цього процесу. [50]

Моніторинг фактичної ситуації руху техніки з метою визначення за допомогою БПЛА координат перешкод на полях таділянок без енергетичних культур можна використати алгоритм, який включає наступні кроки:

1. Сприйняття образу (технічне вимірювання).
2. Попереднє опрацювання отриманого сигналу (фільтрація).
3. Виділення потрібних характеристик (індексація).
4. Класифікація образу (прийняття рішення) [51].

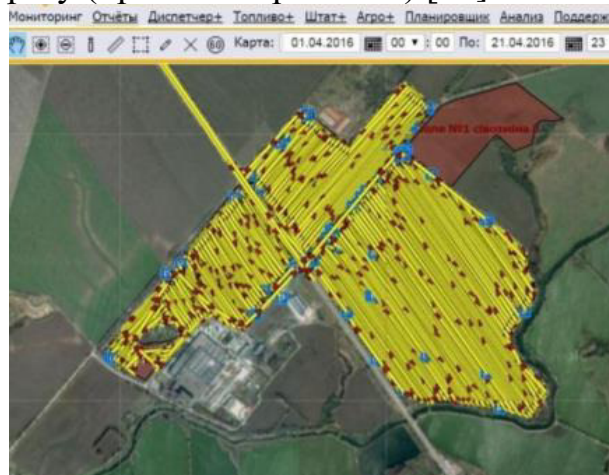


Рис.8. Моніторинг фактичної ситуації руху техніки по полю

Таким чином, науково обґрунтовано застосування методу визначення обсягів енергетичних культур з БПЛА, який на відміну від відомих методів, відрізняється тим, що на основі статистичної обробки спектральних характеристик цифрових знімків кожної ділянки місцевості та за допомогою апарату нейронних мереж визначаються обсяги енергетичних культур на шляху руху безпілотних комбайнів, що забезпечує оперативне прийняття рішення для розподілу та керування збиральною технікою. [52]

Одні з найбільш перспективних технологій включають безпечне зондування сільськогосподарських культур на основі аналізу спектрів відбиття, які можуть віддалено фіксуватися датчиками, розміщеними в повітряних або супутникових носіях. Супутниковий моніторинг набув промислового використання після того, як було проведено дослідження стану рослин на початку 70-х років після запуску Програми Landsat в США. Завдяки набутому досвіду, впровадження супутникового моніторингу технологій було розширено і зараз експлуатуються супутникові платформи, що забезпечують дані для більш ніж двохсот різних рослин, та їх показників [53]. Але поряд з перевагами супутникових платформ для моніторингу, є певні фізичні обмеження щодо їх

використання, такі як відсутність можливості використовувати їх під час похмурої погоди, обмеження смуги частот через "прозорі вікна" атмосфери тощо. Вирішенням цих проблем має бути реалізація автономного польового пульта дистанційного керування система зондування (літак-літак - RP), яка має стати доступною для ширшого кола споживачів.[54]

1.4. Постановка задачі дослідження

Сама природа потурбувалася за людину давши їй корисні та смачні продукти. Одними з таких є продукти, що виробляються з молока та його складових. З часом виробництво молочних продуктів перейшло від кустарного до автоматизованого.

На сучасному етапі в Україні молочна промисловість стоїть на досить високому рівні, хоча в порівнянні з світовими стандартами багато в чому ми відстаємо від світового рівня.

Молоко і молочні продукти займають важливе місце в харчуванні людини. Вони забезпечують організм сприятливо збалансованими і легкозасвоюваними білками, жирами, вуглеводами, мінеральними речовинами і вітамінами.

Молоко - один із самих цінних продуктів харчування. Воно містить усі необхідні для життя людини живильні речовини.

Харчова і біологічна цінність молока обумовлена наявністю в ньому жирів і жироподібних речовин, білків, молочного цукру, мінеральних солей, пігментів, вітамінів, ферментів, імунних тіл, гормонів і інших фізіологічно активних речовин. [17]

Тому технологія (пастеризація) що була запропонована в середині ХІХ століття французьким мікробіологом Луї Пастером стала вирішальною у питаннях знезараження харчових продуктів, а також для продовження терміну їх зберігання.

Метою даної роботи є дослідження цеху пастеризації нормалізованого молока, процесів пастеризації, охолодження та рекуперації, а також вибір обладнання(датчиків, виконавчих механізмів, регулюючих органів та ПЛК), програмного забезпечення і впровадження інтелектуальної підсистеми моніторингу, з розробкою відповідних діаграм.

2. Проектування інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації

2.1. Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока на молокозаводі

Схема автоматизації технологічного процесу пастеризації молока зображена на 1 креслені (Схема автоматизації).

Опис роботи цеху пастеризації

Молоко з нормалізатора подається у збірник через клапан 4в, що регулюється за допомогою датчика рівня який розташований у збірнику. Далі, зі збірника, молоко насосом М1 качається у пластинчастий теплообмінник, через клапан 5в під наглядом витратоміра 5а, на секцію регенерації, в перше, як охолоджувальна рідина. Потім молоко прямує до сепаратора(виступає у ролі бактофуги), після відділення бактофугату(крупні скупчення небажаних, шкідливих бактерій) воно прямує до секції пастеризації пластинчастого теплообмінника. Підігривається за рахунок гарячої води , котра качається насосом М2, що утворюється підігрівом звичайної проточної води парою з котельні. Після цього проходить перевірку датчиком температури 1а, якщо значення задовільне молоко направляється у витримувач, якщо ні повертається назад у збірник на повторну пастеризацію. Із витримувача подається у пластинчастий теплообмінник на секцію регенерації, в друге, як рідина що охолоджується. Далі на секцію охолодження, яке здійснюється за допомогою льодяної води. У кінці знову здійснюється перевірка температури датчиком 2а, якщо значення задовільне молоко направляється на збереження, якщо ні повертається назад у збірник на повторну пастеризацію.

Нижче на таблиці 1 наведена специфікація засобів автоматизації.

Таблиця 1

№ Пор.	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Од. ви мі ру.	Кіль кість	Примі тка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а	Термоперетворювач опору ТСП-100 з нормуючим перетворювачемНПТ-2. Уніфікований сигнал 4-20мА. Діапазон вимірювання (-150 до +150)Глибина занурення 60мм	НПТ-2	шт.	1	

1	2	3	4	5	6	7
2	1б	Перетворювач електропневматичний ЭП-3211 Входной сигнал 4-20мА. Споживана потужність 200ВА	ЭП-3211	шт.	1	
3	1в	Клапан з пневмоприводом Б6-ОП2-Л/1 (ИУБП) ДУ=50мм	Б6-ОП2-Л/1	шт.	1	
4	1г	Перетворювач електропневматичний ЭП-3211 Входной сигнал 4-20мА. Споживана потужність 200ВА	ЭП-3211	шт.	1	
5	1д	Клапан з пневмоприводом ODE 21IA9T50GC2 прямої дії НЗ 2 ДУ=50мм	ODE 21IA9T50GC2	шт.	1	
6	2а	Термоперетворювач опору ТСП-100 з нормуючим перетворювачемНПТ-2. Уніфікований сигнал 4-20мА. Діапазон вимірювання (-150 до +150)Глибина занурення 60мм	НПТ-2	шт.	1	
7	2б	Перетворювач електропневматичний ЭП-3211 Входной сигнал 4-20мА. Споживана потужність 200ВА	ЭП-3211	шт.	1	
8	2в	Клапан з пневмоприводом Б6-ОП2-Л/1 (ИУБП) ДУ=50мм	Б6-ОП2-Л/1	шт.	1	
9	3а	Датчик тиску РС-30 Aplisens. Вихідний аналоговий сигнал 4-20мА.Діапазон вимірювання(від -0,1 до 100 МПа)	РС-30	шт.	1	

1	2	3	4	5	6	7
10	4а	Індикатор рівня LP80, Довжина: 0,3...6м Діапазон вимірювання(від 0 до 5 м),	LP80	шт.	1	
11	4б	Перетворювач електропневматичний ЭП-3211 Входной сигнал 4-20мА. Споживана потужність 200ВА	ЭП-3211	шт.	1	
12	4в	Клапан з пневмоприводом ODE 21IA9T50GC2 прямої дії НЗ 2 ДУ=50мм	ODE 21IA9T50GC2	шт.	1	
13	5а	Вихровий витратомір OPTISWIRL 4200, Споживана потужність не більше 0.8 ВА	OPTISWIRL 4200	шт.	1	
14	5б	Перетворювач електропневматичний ЭП-3211 Входной сигнал 4-20мА. Споживана потужність 200ВА	ЭП-3211	шт.	1	
15	5в	Клапан з пневмоприводом ODE 21IA9T50GC2 прямої дії НЗ 2 ДУ=50мм	ODE 21IA9T50GC2	шт.	1	

2.2. Компонування ПЛК, розробка схем підключення датчиків та ВМ до ПЛК

ПЛК М340 є спадкоємцем традицій та інновацій фірми Modicon, що випустила перший промисловий програмований контролер. За своїми можливостями і продуктивністю М340 займає нішу в середині модельного ряду між контролерами Twido і Premium. На рис. 10 наведено проектне комплектування ПЛК:

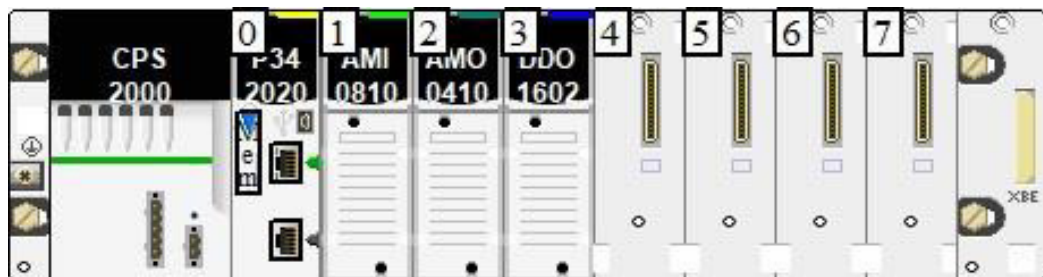


Рис. 9. Компонування промислового логічного контролера Modicon М340 – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління.

Модулі кріпляться на шасі, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера.[55]

В табл. 2 наведено типи та кількість необхідних модулів промислового логічного контролера Schneider Electric Modicon M340 для процесу пастеризації молока.

Таблиця 2

Вибір модулів для ПЛК

Позначення	Найменування	Кількість	примітка
ВМХСРС2000	Мікропроцесорний контролер	1	
ВМХР342020	Модуль живлення мікропроцесорного контролера	1	
ВМХАМІ0810	Модуль аналогових входів(8)	1	
ВМХАМО0410	Модуль аналогових виходів(4)	1	
ВМХДДО1602	Модуль дискретних виходів(16)	1	

ВМХСРС2000 (Блок живлення ~220В, standard)

На рис. 10. Зображено обраний блок живлення ВМХСРС2000



Рис. 10. ВМХСРС2000

Перелік технічних характеристик даного блоку живлення наведено у табл. 3

Таблиця 3

Технічні характеристики ВМХСРС2000

серія продукту	Modicon X80
тип пристрою або його аксесуарів	модуль живлення
сумісність виробів	не сумісно з ВМХВР..02
напруга первинного ланцюга	100 ... 240 В
тип живлення	змінний струм
потужність вторинного ланцюга	10.8 test4 24 В постійний струм живлення датчика 16.8 test4 24 В постійний струм живлення і процесор модуля вх / вих.

	8.3 test4 3,3 В постійний струм живлення логічних схем модуля вх / вих.
максимальна первинного ланцюга	напруга 85 ... 264 В
частота мережі	50/60 Гц
межі частоти мережі	47 ... 63 Гц
повна потужність	0.07 кВ · А
вхідний струм	0.31 А 240 В 0.61 А 115 В
максимальний пусковий струм	30 А 120 В 60 А 240 В
I^2t при включенні	12 А ² с 240 В
I_t при включенні	0.06 Ас 240 В 0.03 Ас 120 В
типи реалізованих захистів	Доступ до вбудованого запобіжника не передбачений первинний ланцюг Захист від перевантаження вторинний ланцюг Захист від перенапруги вторинний ланцюг Захист від короткого замикання вторинний ланцюг
струм при вторинній нарузі	0.45 А 24 В постійний струм живлення датчика 0.7 А 24 В постійний струм живлення і процесор модуля вх / вих. 2.5 А 3,3 В постійний струм живлення логічних схем модуля вх / вих.
розсіюєма потужність, Вт	≤ 8.5 Вт
світлодіодний індикатор стану	1 світлодіод зелений напруга стійки в нормі 1 світлодіод зелений напруга датчика
спосіб управління	Холодний перезапуск кнопкою RESET
електричне з'єднання	1 роз'єм 2 контакти реле аварійної сигналізації 1 роз'єм 5 контакти лінія харчування, захисне заземлення, вхідний датчик 24 В пост.струму
опір ізоляції	≥100 МОм первинна / земля ≥100 МОм первинна / вторинна
маса продукту	0,3 кг
стійкість до короточасних зникнень напруги живлення	1 місяць
електрична стійкість ізоляції	1500 test3 первинне / земля 1500 test3 первинне / вторинне живлення логічних

	схем модуля вх / вих. 1500 test3 первинне / вторинне живлення і процесор модуля вх / вих. 2300 test3 первинне / вторинне живлення датчика 500 test3 вихід / земля датчика 24 В
Вібростійкість	3Гн
Ударостійкість	30 Гн
ступінь захисту ІР	ІР20
Директиви	2012/19 / EU - WEEE директива 2014/30 / EU - electromagnetic compatibility 2014/35 / EU - low voltage directive
сертифікація продукту	CE CSA UL RCM Merchant Navy EAC
Стандарти	EN 61000-6-2 EN 61000-6-4 EN 61131-2 EN 61010-2-201
температура навколишнього середовища при зберіганні	-40 ... 85 ° С
робоча температура навколишнього середовища	0 ... 60 ° С
відносна вологість	5 ... 95% без утворення конденсату 55 ° С
захисне виконання	ТС
робоча висота	0 ... 2000 м 2000 ... 5000 м (із знижуючим коефіцієнтом)

ВМХР342020 (Процесор 340-20, Modbus, Ethernet)

На рис. 11. Зображено обраний процесор ВМХР342020



Рис. 11. VMXR342020

Перелік технічних характеристик даного процесорного модуля наведено у табл. 4

Таблиця 4

Технічні характеристики VMXR342020

серія продукту	Платформа автоматизації Modicon M340
тип пристрою або його аксесуарів	процесорний модуль
Концепція	CANopen Transparent Ready
Кількість стійок	4
кількість слотів	11
можливості процесора по дискретному вх / вих.	1024 вх / вих. конфігурація з декількома шасі 704 вх / вих. конфігурація з однією стійкою
можливості процесора по аналоговому вх / вих.	256 вх / вих. конфігурація з декількома шасі 66 вх / вих. конфігурація з однією стійкою
кількість додатків певного каналу	36
контроль	Лічильники діагностики Modbus Лічильники подій Modbus
канали управління	програмовані цикли
тип вбудованих клем	Ethernet TCP / IP RJ45 10/100 Mbit / s 1 крученапара USB порт 12 Mbit / s Послідовний канал без розв'язки RJ45 символний режим асинхронний в смузї модуляції RS232C повний дуплекс 0,3 ... 19,2 Кбіт / с 2 екранованих кручених пар Послідовний канал без розв'язки RJ45 символний режим асинхронний в смузї модуляції RS485 напівдуплекс 0,3 ... 19,2 Кбіт / з 1

	екранованою крученою парою Послідовний канал без розв'язки RJ45 Modbus ведучий / ведений RTU / ASCII асинхронний в смузі модуляції RS232C напівдуплекс 0,3 ... 19,2 Кбіт / з 1 екранованою крученою парою
	Послідовний канал без розв'язки RJ45 Modbus ведучий / ведений RTU / ASCII асинхронний в смузі модуляції RS485 напівдуплекс 0,3 ... 19,2 Кбіт / с 1 екранована кручена пара
процесор модуля зв'язку	2 модуль зв'язку Ethernet 4 модуль з AS-інтерфейсом
служба обміну даними	Управління смугою пропускання, Ethernet TCP / IP Data Editor, Ethernet TCP / IP Обмін повідомленнями по протоколу Modbus TCP, Ethernet TCP / IP Rack Viewer, Ethernet TCP / IP Адміністратор мережі SNMP, Ethernet TCP / IP
порт Ethernet	10BASE-T / 100BASE-TX
кількість пристроїв в сегменті	32 character mode 32 Modbus
Кількість пристроїв	2 двоточковий символний режим 2 двоточковий Modbus
довжина шини	0 ... 10 м послідовний канал без розв'язки символний режим сегмент 0 ... 10 м послідовний канал без розв'язки Modbus сегмент 0 ... 1000 м гальванічно розв'язаний послідовний символний режим сегмент 0 ... 1000 м гальванічно розв'язаний послідовний
	Modbus сегмент 0 ... 15 м символний режим двоточковий 0 ... 15 м Modbus двоточковий
довжина відгалужень	≤ 15 m serial link non isolated character mode segment ≤ 15 m serial link non isolated Modbus segment ≤ 40 m serial link isolated character mode segment ≤ 40 m serial link isolated Modbus segment

Кількість адрес	248 character mode 248 Modbus
Запити	1 Кбайт даних на кожен запит символний режим 252 байт даних на запит RTU Modbus 504 байт даних на запит ASCII Modbus
параметр управління	Один CRC 16 в кожному кадрі (RTU) Modbus Один LRC в кожному кадрі (RTU) символний режим Один LRC в кожному кадрі (RTU) Modbus
опис пам'яті	4096 Кбайт вбудоване ОЗУ 256 Кбайт вбудоване ОЗУ для дани 3584 кБ вбудоване ОЗУ для програми, константи і символи Продукція, що поставляється карта пам'яті (BMXRMS008MP) для активація стандартного web сервера, клас В10 Продукція, що поставляється карта пам'яті (BMXRMS008MP) для резервне копіювання
	програм, констант, символів і даних
Максимальний розмір областей об'єктів	256 кВ нелокалізовані внутрішні дані 32634% Мі локалізовані внутрішні біти
Використовуваний по замовченню розмір областей об'єктів	1024 внутрішніх слів% MWі локалізовані внутрішні дані 256 слів констант% KWі локалізовані внутрішні дані 512% Мі локалізовані внутрішні біти
структура додатки	1 циклічне / періодичне керуюче завдання 1 періодичне швидке завдання 64 завдання обробки подій Немає допоміжного завдання
execution time per instruction	0.12 μ s булево 0.17 μ s слова подвійної довжини 0.25 μ s одне слово 1.16 μ s з плаваючою комою
кількість інструкцій в мс	6,4 Кінструкцій / мс 65% булевих + 35%
	арифметичних з фіксованої коми 8,1 Кінструкцій / мс 100% булеві
накладні витрати системи	0.13 мс швидке завдання 0.7 мс керуюче завдання

споживаний струм	95 мА 24 V пост. Струм
Живлення	Внутрішнє електроживлення через шасі
Маркування	CE
світлодіодний індикатор стану	1 світлодіод зелений передача інформації по мережі Ethernet (ETH ACT) 1 світлодіод зелений процесор працює (RUN) 1 світлодіод зелений стан мережі Ethernet (ETH STS) 1 світлодіод червоний швидкість передачі даних (ETH 100) 1 світлодіод червоний відмова модуля (I / O) 1 світлодіод червоний відмова карти пам'яті (CARD ERR) 1 світлодіод червоний відмова процесора або системи (ERR) 1 світлодіод жовтий передача інформації по шині Modbus (USER COM)
маса продукту	0.205 кг

ВМХАМІ0810 (8 аналогових входів ізол.)

На рис. 12. Зображено обраний модуль аналогових входів ВМХАМІ0810



Рис. 12. ВМХАМІ0810

Нижче, на рис. 13., показана схема підключення аналогових датчиків по струму та напрузі. [56]

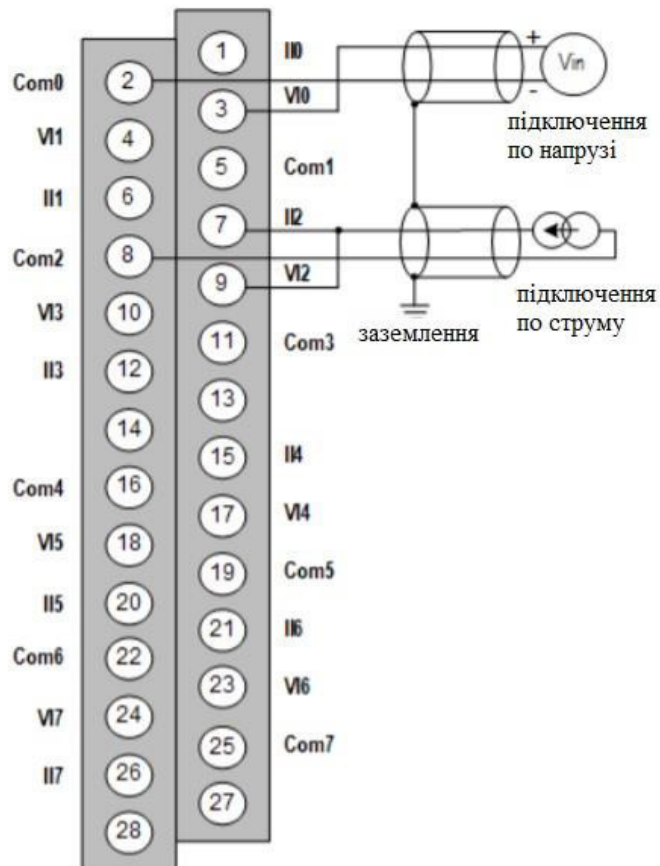


Рис. 13. Схема підключення VMXAMI0810

Перелік технічних характеристик даного модуля аналогових входів наведено у табл. 5

Таблиця 5

Технічні характеристики VMXAMI0810

серія продукту	Modicon X80
тип пристрою або його аксесуарів	Модуль аналогового введення
електричне з'єднання	1 роз'єм 28 позицій
ізоляція між каналами	Гальванічно розв'язаний
вхідний рівень	Високий рівень
номер аналогового входу	8
Тип підключення	Струм +/- 20 мА Струм 0 ... 20 мА
	Струм 4 ... 20 мА Напруга +/- 10 В Напруга +/- 5 В Напруга 0 ... 10 В Напруга 0 ... 5 В Напруга 1 ... 5 В

ВМХАМО0410 (4 аналогових виходи)

На рис. 14. Зображено обраний модуль аналогових виходів



Рис. 14. ВМХАМО0410

Нижче, на Рис. 15., показана схема підключення аналогових виконавчих механізмів по струму та напрузі. [57]

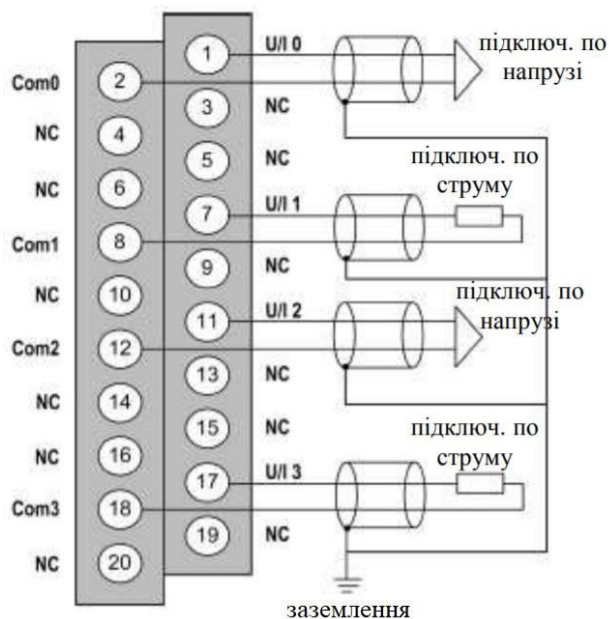


Рис. 15. Схема підключення ВМХАМО0410

Перелік технічних характеристик даного модуля аналогових виходів наведено у табл. 6

Таблиця 6

Технічні характеристики ВМХАМО0410

серія продукту	Modicon X80
тип пристрою або його аксесуарів	Модуль аналогових виходів
електричне підключення	1 роз'єм 20 позицій
Ізоляція між каналами	Ізольовані

BMXDDO1602 (16 дискретних виходів)

На рис. 16. Зображено обраний модуль дискретних виходів



Рис 16. BMXDDO1602

Нижче, на Рис. 17., показана схема підключення дискретних виконавчих механізмів. [57]

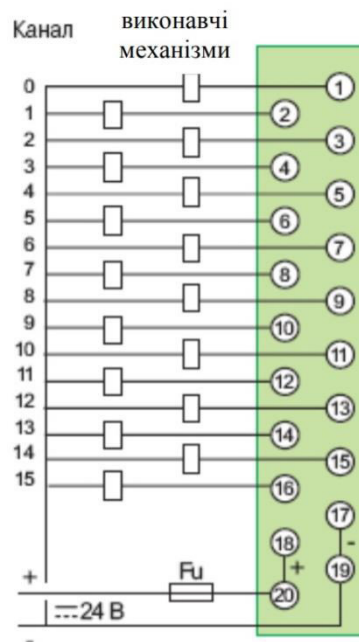


Рис. 17. Схема підключення BMXDDO1602

Перелік технічних характеристик даного модуля аналогових виходів наведено у табл. 7

Таблиця 7

Технічні характеристики BMXDDO1602

серія продукту	Modicon X80
тип пристрою або його аксесуарів	Модуль дискретних виходів
дискретний вихідний номер	16 відповідно до EN / IEC 61131-2

надходить до процесорного модуля ВМХ Р34 2020, в якому реалізована програма користувача.

Після виконання програми сигнал надходить до вихідного аналогового модулю ВМХ АМО 0410 з якого уніфікований перетворений сигнал надходить до вхідних клем аналогового виконавчого механізму ЕП-3211(поз. 4б), який керує регулюючим органом ОДЕ 21ІА9Т50GС2 (поз. 4в), який в свою чергу контролює рівень у збірнику.

П'ятий контур: з витратоміра OPTISWIRL 4200,(поз. 5а) виходить сигнал 4-20 мА, який надходить до аналогового вхідного модуля АМІ ВМХ 0810 з якого надходить до процесорного модуля ВМХ Р34 2020, в якому реалізована програма користувача.

Після виконання програми сигнал надходить до вихідного аналогового модулю ВМХ АМО 0410 з якого уніфікований перетворений сигнал надходить до вхідних клем аналогового виконавчого механізму ЕП-3211(поз. 5б), який керує регулюючим органом ОДЕ 21ІА9Т50GС2 (поз. 5в), який в свою чергу контролює витрату у трубопроводі постачання молока на секцію регенерації.

Шостий контур: До дискретних клем контролера підключено магнітні пускачі КМ1 і КМ2, які мають зовнішнє живлення 380В, які в свою чергу керують підкачкою молока зі збірнику на секцію регенерації та підкачкою гарячої води із бойлеру на секцію пастеризації відповідно.

Розширена схема підключення для окремого контуру.

Контур контролю та регулювання рівня у збірнику

Індикація рівня виконується наступним чином. З індикатора рівня LP80(поз. 4а) виходить сигнал 4-20 мА, який надходить до аналогового вхідного модуля АМІ ВМХ 0810 з якого надходить до процесорного модуля ВМХ Р34 2020, в якому реалізована програма користувача.

Після виконання програми сигнал надходить до вихідного аналогового модулю ВМХ АМО 0410 з якого уніфікований перетворений сигнал надходить до вхідних клем аналогового виконавчого механізму ЕП-3211(поз. 4б), який керує регулюючим органом ОДЕ 21ІА9Т50GС2 (поз. 4в), який в свою чергу контролює рівень у збірнику.

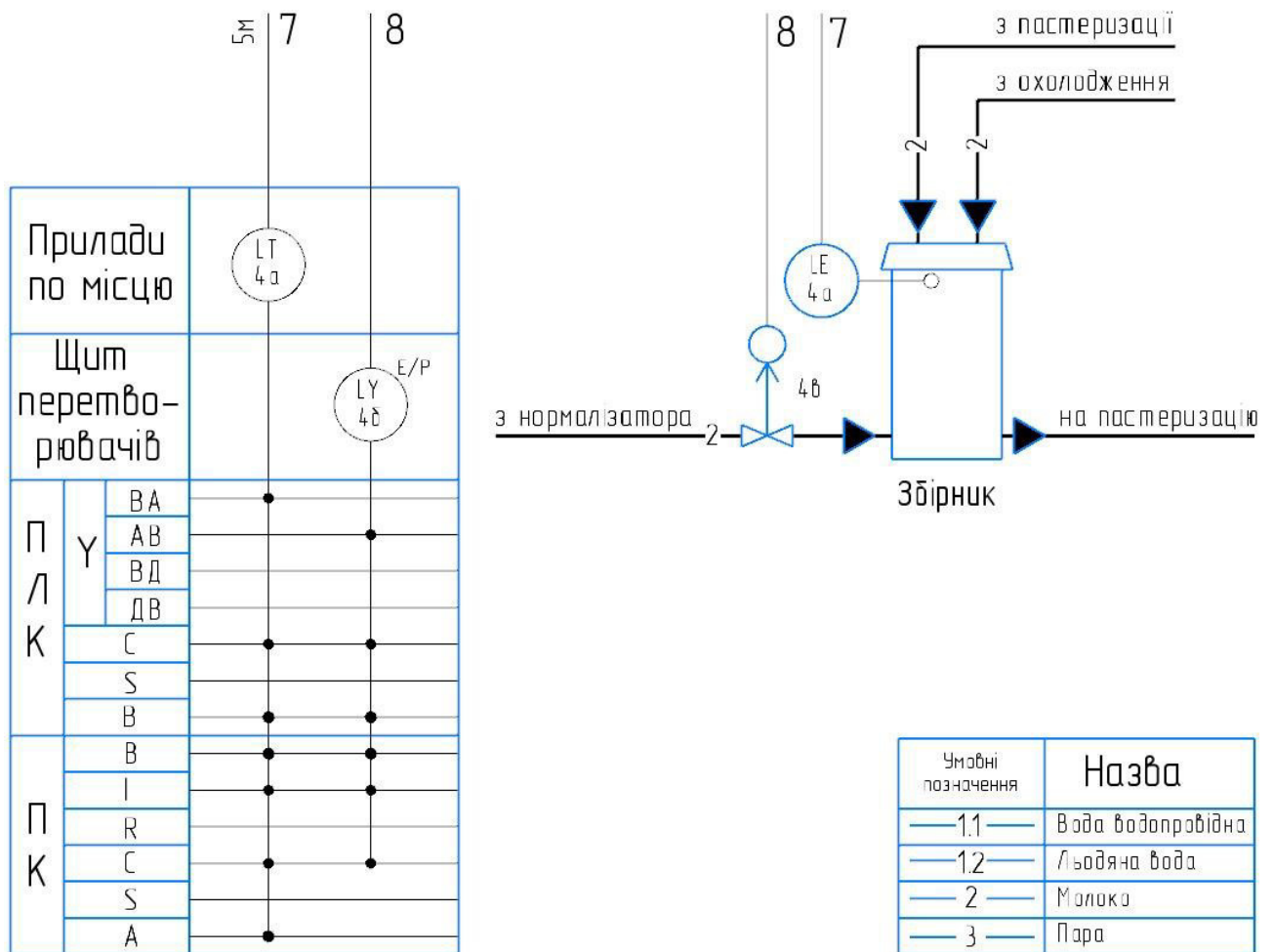


Рис. 18. Функціональна схема автоматизації контуру контролю та регулювання рівня у збірнику

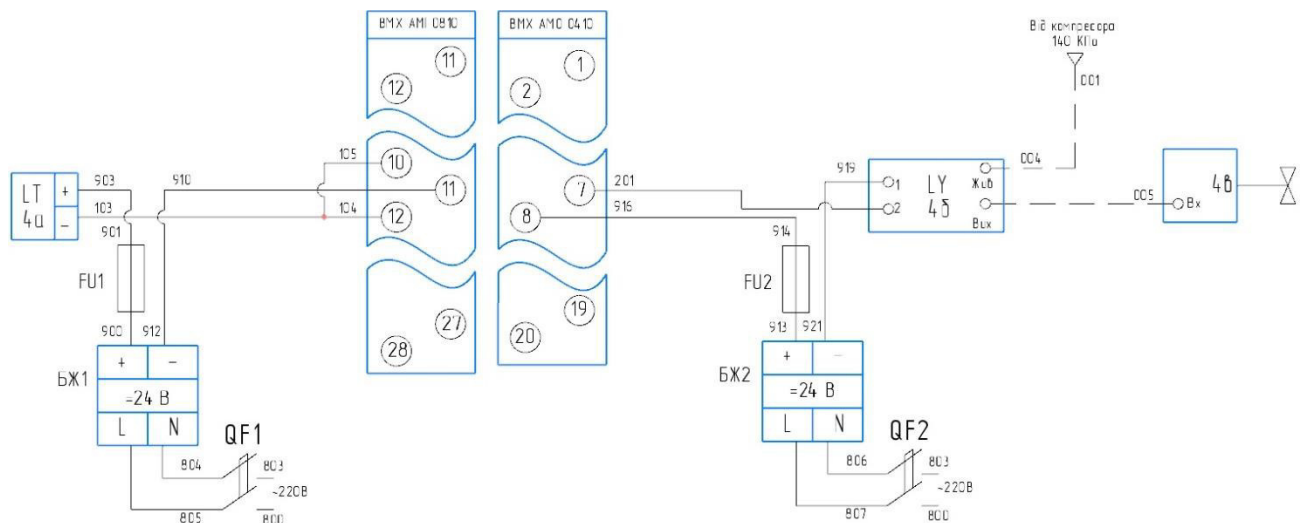


Рис. 19. Розширена схема підключення датчика рівня у збірнику таклапанів до модулів ПЛК Schneider Electric M340.

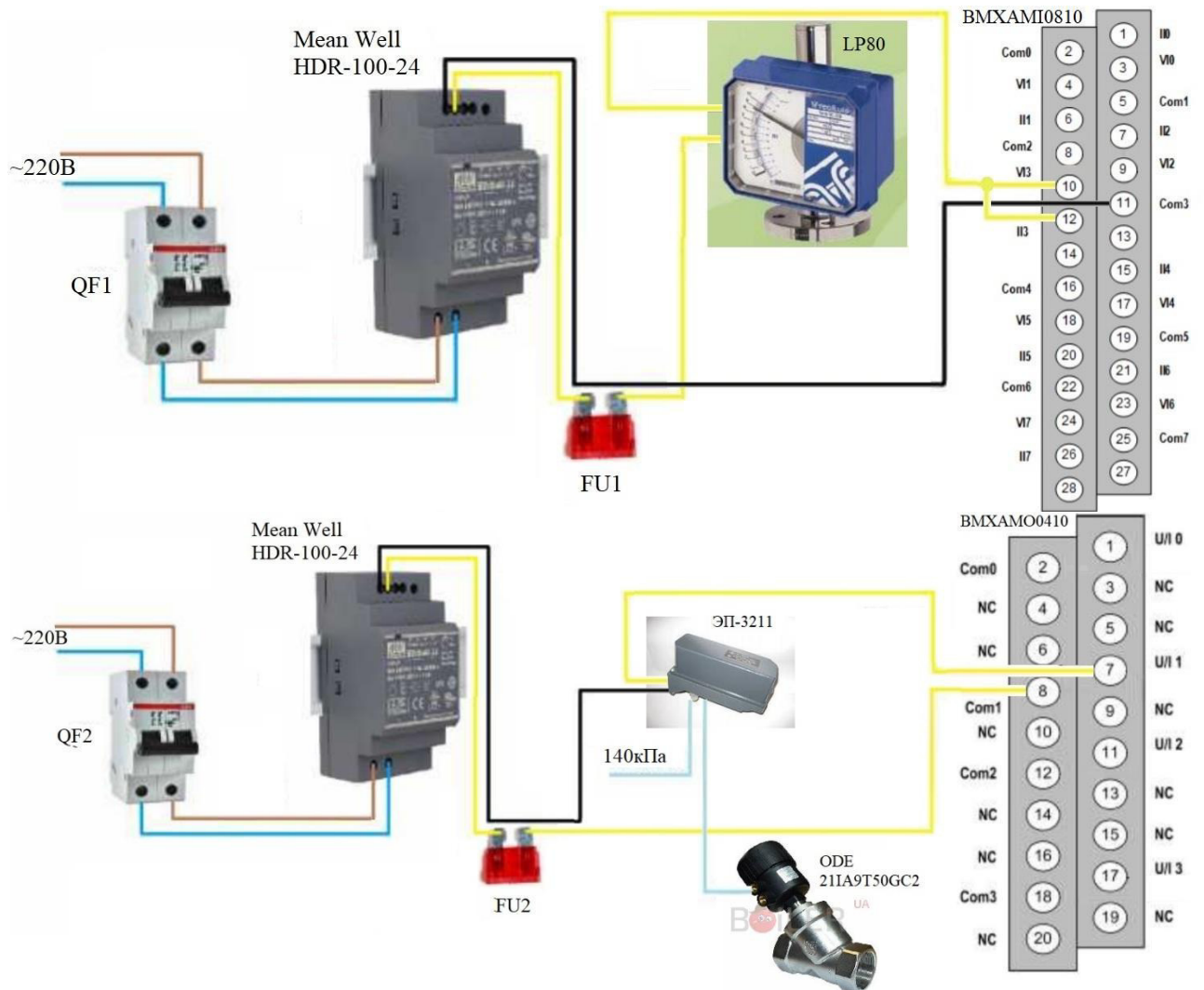


Рис. 20. Графічна схема підключення датчика рівня у збірнику та клапанів до модулів ПЛК Schneider Electric M340.

2.3. Загальносистемні рішення при проектуванні інтелектуальної підсистеми моніторингу

2.3.1. Опис функцій, що інтелектуалізуються.

Цілями створення ІПМППМ (Інтелектуальної підсистеми моніторингу процесу пастеризації молока) є: зменшення простою обладнання і відповідно збільшення виходу товарної продукції; запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним зі збоєм в одній із підсистем; централізоване представлення найбільш важливих технологічних параметрів виробничого процесу для аналізу роботи системи в режимі реального часу та історії процесу; зменшення впливу людського фактору на процеси виробництва продуктів; стабілізація режимних параметрів технологічного процесу для забезпечення якості продукту; облік кількості переробленої сировини; поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу; підвищення надійної роботи обладнання (насоси, двигуни) та їх захист в аварійних ситуаціях; недопускання втрати продукту та випуск продукції незадовільної якості.

Функції/задачі ІСК з підсистемою моніторингу:

- 1) Диспетчерський контроль та управління основними технологічними параметрами виробництва.
- 2) Зберігання поточної інформації.
- 3) Моніторинг процесу:
 - a) Фільтрація та обробка даних.
 - b) Візуалізація даних.
 - c) Прогнозування даних.
 - d) Виявлення та аналіз тенденцій змін ключових показників.

Технічна структура ІПМППМ у спрощеному вигляді повинна мати вигляд як на рис.21.

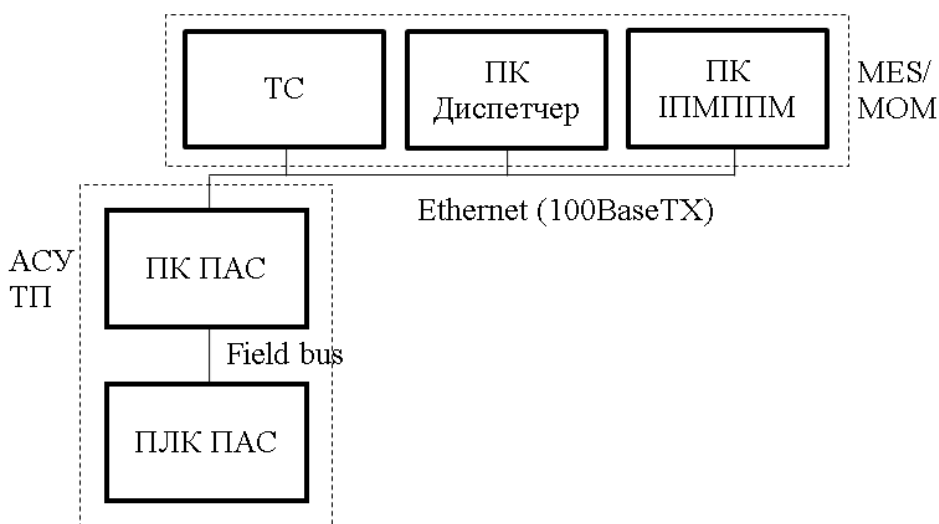


Рис.21. Технічна структура АСУТП та ІПМППМ

2.3.2. Розробка вимог до ІСК (RequirementsDiagram).

Призначення системи. АСК технологічного процесу пастеризації молока призначена для:

- регулювання та контролю температури молока на виході з секції пастеризації;
- контролю температури молока на виході з секції охолодження;
- регулювання рівню молока в танку;
- регулювання витрати молока на вході в секцію пастеризації;
- візуалізації температури, тиску, рівню та витрати;
- для сигналізації аварійних ситуацій на лінії виробництва та переключення в аварійний режим АСУТП;
- архівування технологічних змінних по температурі та витраті.

Цілями створення АСУ ТП є: зменшення простою обладнання і відповідно збільшення виходу товарної продукції; запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним зі збоєм в підсистемі; централізоване представлення найбільш важливих технологічних параметрів виробничого процесу для аналізу роботи системи в режимі реального часу та історії процесу; зменшення впливу людського фактору на процеси виробництва продуктів; стабілізація режимних параметрів технологічного процесу для забезпечення якості продукту; облік кількості переробленої сировини; поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу; підвищення надійної роботи обладнання (насоси, двигуни) та їх захист в аварійних ситуаціях; недопускання втрати продукту та випуск продукції незадовільної якості. Діаграми вимог до інтелектуальної системи керування та функціоналу процесу пастеризації молока зображені на рис. 22 та рис.23 відповідно.

req Діаграма вимог до ІСК процесу пастеризації молока

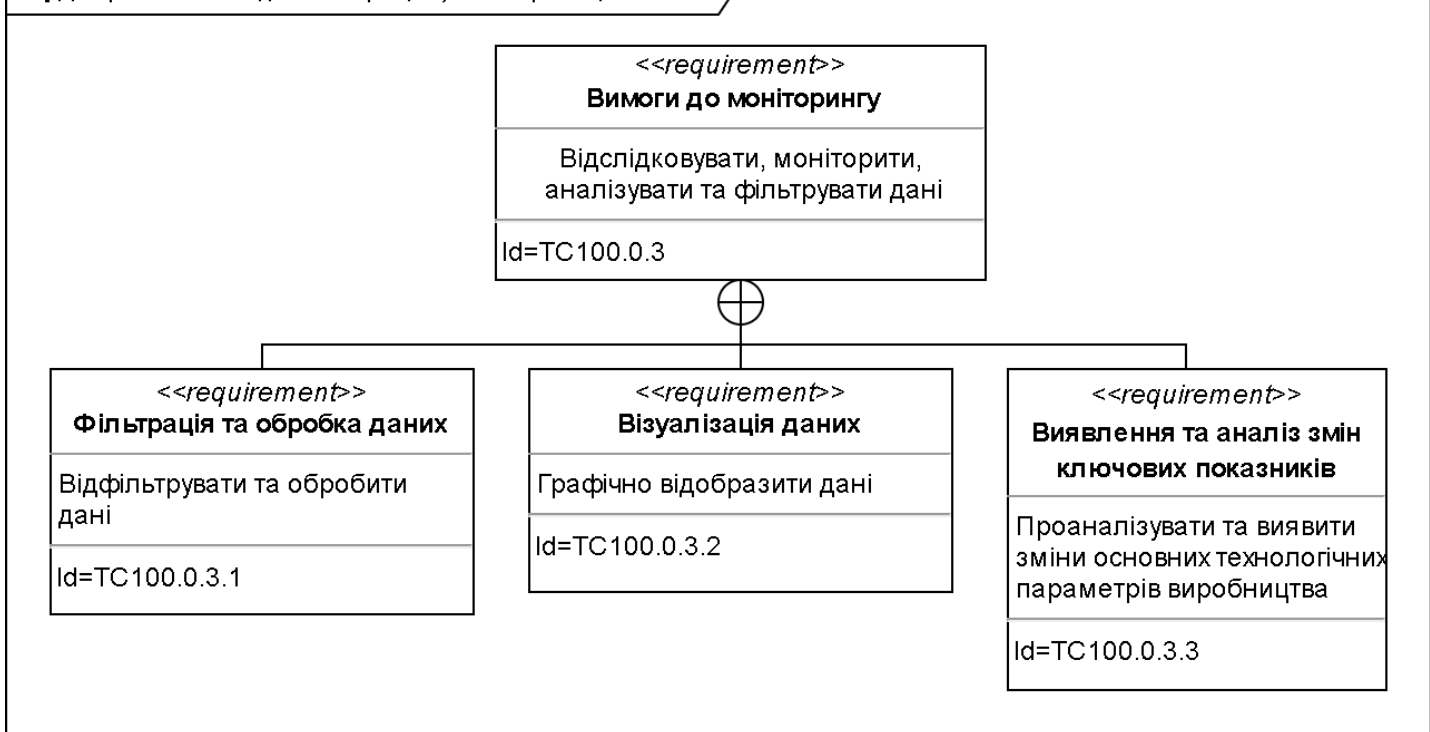


Рис.22. RequirementsDiagram для ІСК пастеризації молока

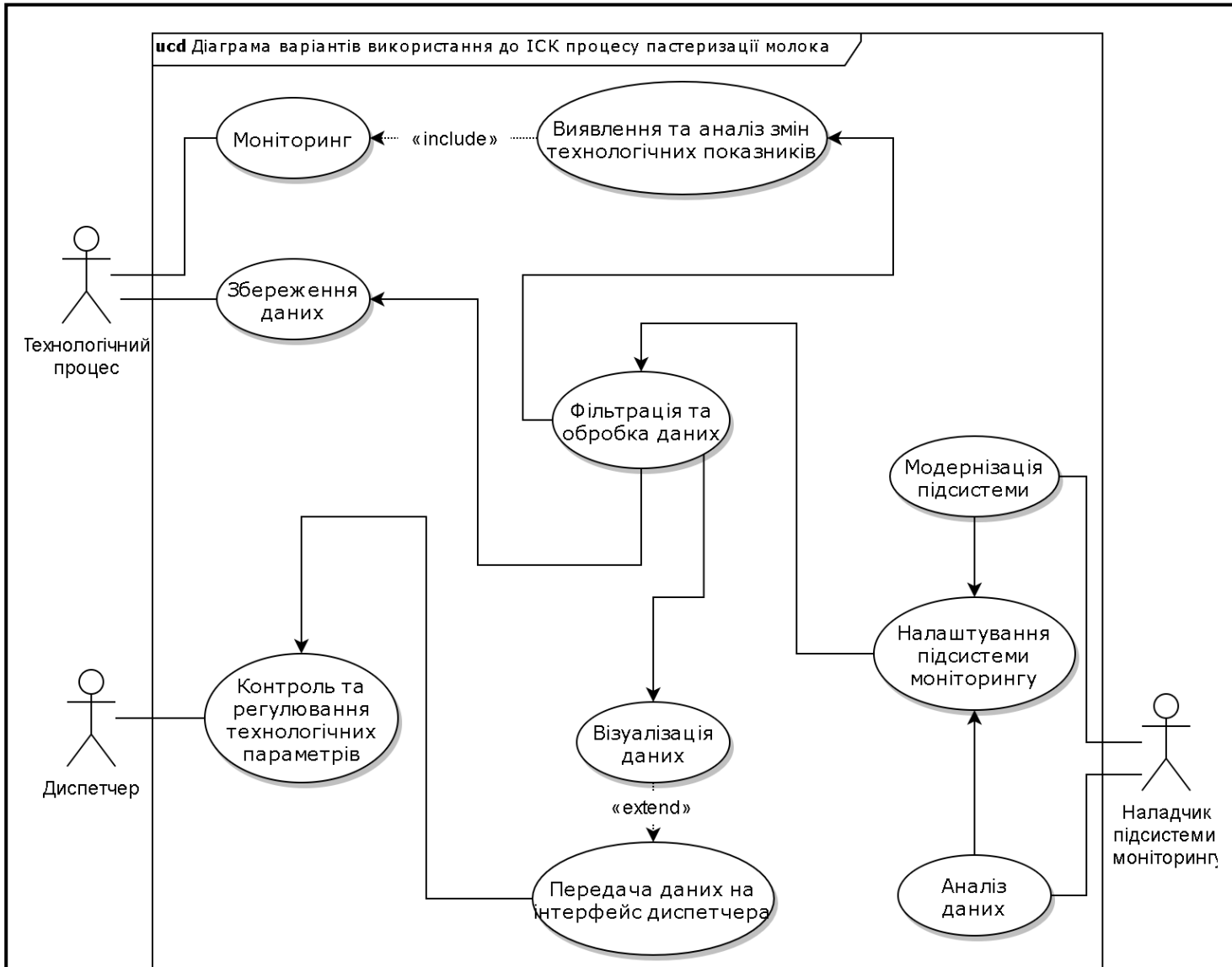


Рис.24. UseCasediagram

2.3.4. Розробка BDD технологічної, технічної та інформаційної складових системи.

BDD (Block Definition Diagram) – діаграма визначення блоків надає блокове подання системи, тобто основного блоку, поряд з ієрархією його складових блоків. BDD може включати блоки будь-якого типу, включаючи програмне забезпечення, обладнання тощо. Порівняно з UML2, BDD SysML переосмислює схему класів, замінюючи класи блоками та вводячи порти потоків.

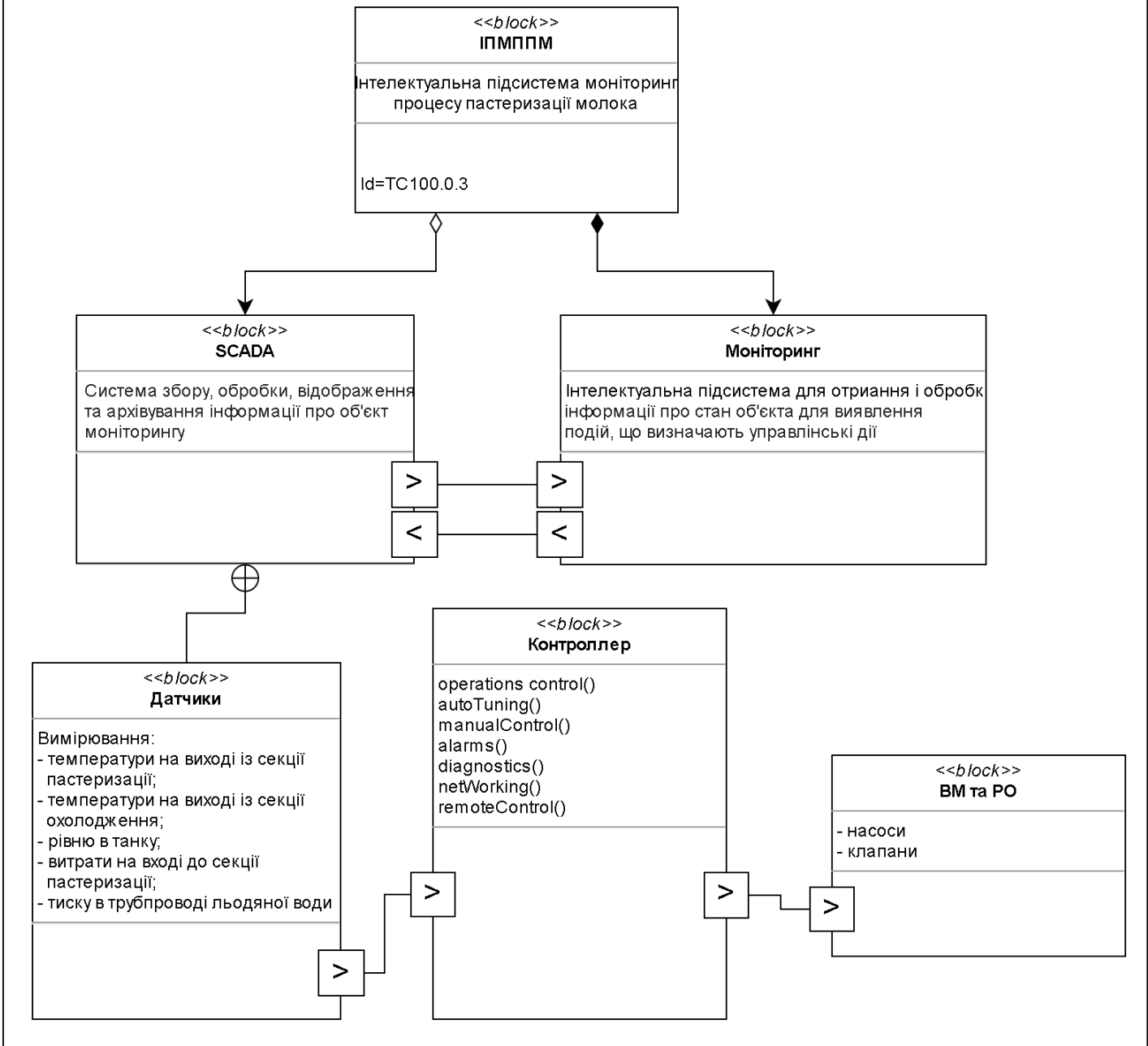


Рис.25. Block Definition Diagram

3. Розробка інтелектуальної підсистеми моніторингу роботи технічних засобів автоматизації

3.1. Розробка алгоритмічного забезпечення інтелектуальної підсистеми моніторингу

3.1.1. Визначення життєвого циклу ІСК та її процесів (StateMachinediagram, Activitydiagram).

State Machine diagram. Діаграма машинного (планувального) стану State Machine (State chart) diagram дає спосіб визначити життєвий цикл блоків BDD, якому повинні відповідати всі екземпляри. Життєвий цикл визначає всі можливі стани для блоку, події та умови, що визначають переходи стану.

Тільки складні блоки або важливі з точки зору системи, які крім того залежать від багатьох станів, повинні мати State Machine diagram.

Машина стану StateMachine представляє поведінку як історію стану об'єкта з точки зору його переходів та станів. Діяльність, яка викликається під час переходу, входу та виходу з станів, визначається разом із пов'язаними з ними подією та умовами переходу. Діяльність, яка викликається під час перебування в стані, визначається як “виконувати дії” і може бути як неперервною, так і дискретною. Складений стан має вкладені стани, які можуть бути послідовними або паралельними.

Діаграми послідовностей можуть представляти дуже складні взаємодії зі спеціальними конструкціями для представлення різних типів логіки управління, посилованих взаємодій на інших діаграмах послідовностей та розкладання життєвих ліній на складові частини.

Діаграма послідовності (Sequence diagram) показує інформацію про взаємодію блоків на часовій послідовності. Діаграма має два виміри: вертикальну вісь, що представляє час і горизонтальну вісь, що представляє об'єкти-учасники. Вісь часу може бути фактичною опорною точкою, розміщуючи позначки часу як текстові поля. Горизонтальне впорядкування об'єктів не є важливим для операції, і ви можете їх переставити за необхідності.

Вона зображена на наступному малюнку.

3.2. Проектування інформаційного та програмного забезпечення інтелектуальної підсистеми моніторингу

3.2.1. Вибір програмного забезпечення для всіх компонентів системи.

Statistica

Statistica - програмний пакет для статистичного аналізу, розроблений компанією StatSoft, який реалізує функції аналізу даних, управління даними, видобутку даних, візуалізації даних з залученням статистичних методів.

Її плюсом є те, що вона краща серед статистичного ПЗ графіки. Є спеціальні модулі, в яких досить повно реалізовані методи для статистичного управління якістю. Автоматично формує звіт, який можна редагувати в Word. Є русифіковані версії пакету. Випущено досить літератури по роботі в пакеті. Реалізовано основний набір популярних статистичних методів аналізу. Більш популярний серед людей з технологічним утворенням. Хороший хелп і керівництво користувача. Дуже гарно реалізовані карти контролю якості та методи планування експериментів. Хороший пакет для наукових досліджень. Має дуже потужний модуль для нейромережевого моделювання.

Серед мінусів лише велика кількість кнопок і налаштувань, яка ускладнює освоєння пакета (однак говорить про його функціонал). Можливість паралельної обробки декількох підгруп даних з'явилася тільки в останній версії програми.

Даний пакет було обрано через його здібності та можливість з'єднання з різними програмами, наприклад зі SCADA для візуалізації, або Excel для архівування.

Vijeo Citect

Входить до складу програмного забезпечення SoCollaborative, а також є компонентом PlantStruxure™, нової архітектури автоматизації технологічних процесів Schneider Electric, і призначений для побудови систем диспетчеризації.

Citect виконує п'ять основних завдань: обмін даними з пристроями вводу-виводу, контроль аварійних ситуацій та стану обладнання, формування звітів, побудова трендів і надання користувальницького інтерфейсу.

Кожна з цих задач є незалежною і виконується самостійно, що дає гнучкість і контроль над тим, на яких комп'ютерах у вашій мережі, які завдання будуть виконуватися. Наприклад, ви можете обрати один комп'ютер для надання інтерфейсу користувача і формування звітів, інший комп'ютер також може виконувати функції користувальницького інтерфейсу, а ще забезпечувати зв'язок з пристроями вводу-виводу, контролю аварійних ситуацій та побудови трендів

Переваги: Vijeo Citect - це надійна і гнучка система з високою продуктивністю призначена для використання в будь-яких галузях промислової автоматизації в системах диспетчерського управління та збору даних. Потужні засоби візуалізації та функціональні можливості дозволяють створювати зручні у використанні системи диспетчеризації, дозволяючи операторам повністю контролювати перебіг технологічного процесу і оперативно реагувати на відхилення в ньому, що в підсумку підвищує їх ефективність. Переваги Vijeo

Citect включають : Масштабованість до систем будь-якого розміру; Гнучкість; Оптимізація ваших активів, ресурсів і виробництва для підвищення ефективності; Отримання більш цілісного розуміння ваших процесів; Захист ваших інвестицій в автоматизацію завдяки підвищенню якості вашої продукції, безпеки і підтримуваності; Підвищення якості прийняття управлінських рішень завдяки своєчасному отриманню точної інформації; Посилення засобів забезпечення безпеки і надання допомоги підвищує ефективність операторів; Зниження вартості розробки, часу і ризиків ... застосування: Багато провідні підприємства та організації в світі успішно використовують Vijeo Citect, тому що він відповідає вимогам їх галузі і задовольняє їхні потреби. Vijeo Citect може бути адаптований при необхідності до широкого спектру промислових вимог. Citect постійно прагне задовольнити вимоги і потреби зростаючих і нових галузей промисловості. Призначений для розробки і розгортання рішень будь-якого масштабу в різних галузях промисловості, наприклад: водопідготовка і водообробка, продукти і напої, інфраструктура, виробництво, металургія і гірнична справа, нафта і газ, автомобільна промисловість, аерокосмічна і оборонна та багато інших.

Unity Pro

Є результатом розвитку та інтегрування двох програмних продуктів:

PL7 PRO - середовище програмування контролерів TSX Micro і TSX Premium;

Concept - середовище програмування контролерів Modicon Momentum та Modicon Quantum.

Середовище UNITY PRO може бути використане тільки для роботи з ПЛК, в яких функціонує операційна система UNITY (OS UNITY). Тобто TSX Premium з операційною системою PL7 або Quantum з операційною системою Concept запрограмувати з використанням UNITY PRO неможливо. Винятком можуть бути деякі з цих ПЛК, в які попередньо треба завантажити OS UNITY (для цих цілей використовується OS Loader).

Слід розділяти поняття "середовище розробки UNITY PRO" та "Середовище виконання UNITY". Середовище виконання UNITY – це програмне забезпечення, яке виконується в контролері. Середовище виконання базується на операційній системі UNITY(OS UNITY), яка вже знаходиться ("прошита") в загрузчику ПЛК, і приймає участь в усіх операціях контролера. Тому навіть якщо ПЛК не запрограмований або знаходиться в режимі Stop (зупинка), операційна система UNITY функціонує, і забезпечує діагностику ПЛК та діалог з ним через комунікаційні порти вводу/виводу. У режимі RUN (робота) середовище виконує програму користувача (ПК), яка є частиною виконавчого проекту, і створюється в середовищі UNITY PRO. Іншими словами основна задача UNITY PRO – розробка виконавчого проекту, який виконується у контролері.

Слід також розуміти, що середовище UNITY PRO не приймає участь в управлінні, тому підключається до системи тільки при необхідності використання однієї з його функцій:

- конфігурування апаратної частини виконавчого проекту ПЛК;

- конфігурування апаратної частини розподіленої периферії, які є функціональною частиною ПЛК (тільки для певних засобів розподіленої периферії Schneider Electric);
- створення виконавчих програм користувача (ПРК);
- завантаження проекту в ПЛК;
- вивантаження/завантаження проектних даних (Upload Information);
- управління операційним режимом ПЛК: старт, стоп, ініціалізація;
- налагодження програми в ПЛК: перегляд та зміна змінних, зміна частини програми в режимі онлайн та ін.;
- діагностика роботи ПЛК;
- імітація роботи ПЛК для забезпечення можливості налагодження виконавчого проекту без наявного апаратного забезпечення.

Програмне забезпечення UNITY PRO ідеально підходить під наші вимоги і даний тип ПЛК що буде використаний.

3.2.2. Розробка внутрішньої структури ІСК (Internal Block diagram).

Внутрішня блокова діаграма заснована на діаграмі складеної (компонентної) структурі UML (Composite Structure diagram) і включає обмеження та розширення, визначені SysML. Діаграма внутрішнього блоку фіксує внутрішню структуру блоку з точки зору характеристик та зв'язків між характеристиками. Блок включає характеристики, такі як значення, частини та посилання на інші визначені блоки. Внутрішня блокова діаграма, створена для блоку (як внутрішнього елемента), відобразить лише внутрішні елементи класифікатора (частини, порти та з'єднувачі), внутрішня блокова діаграма, створена для пакета, відобразить додаткові елементи (форми, примітки та коментарі).

Усі характеристики та з'єднувачі, що з'являються у IBD, належать блоку, ім'я якого записане у заголовку діаграми. Саме конкретний блок є контекстом діаграми. Таким чином, складені блоки з BDD інстанціюються на IBD як частини. Ці деталі збираються через з'єднувачі, пов'язуючи їх безпосередньо або через свої порти (стандартні порти з відкритими інтерфейсами та / або портами потоку).

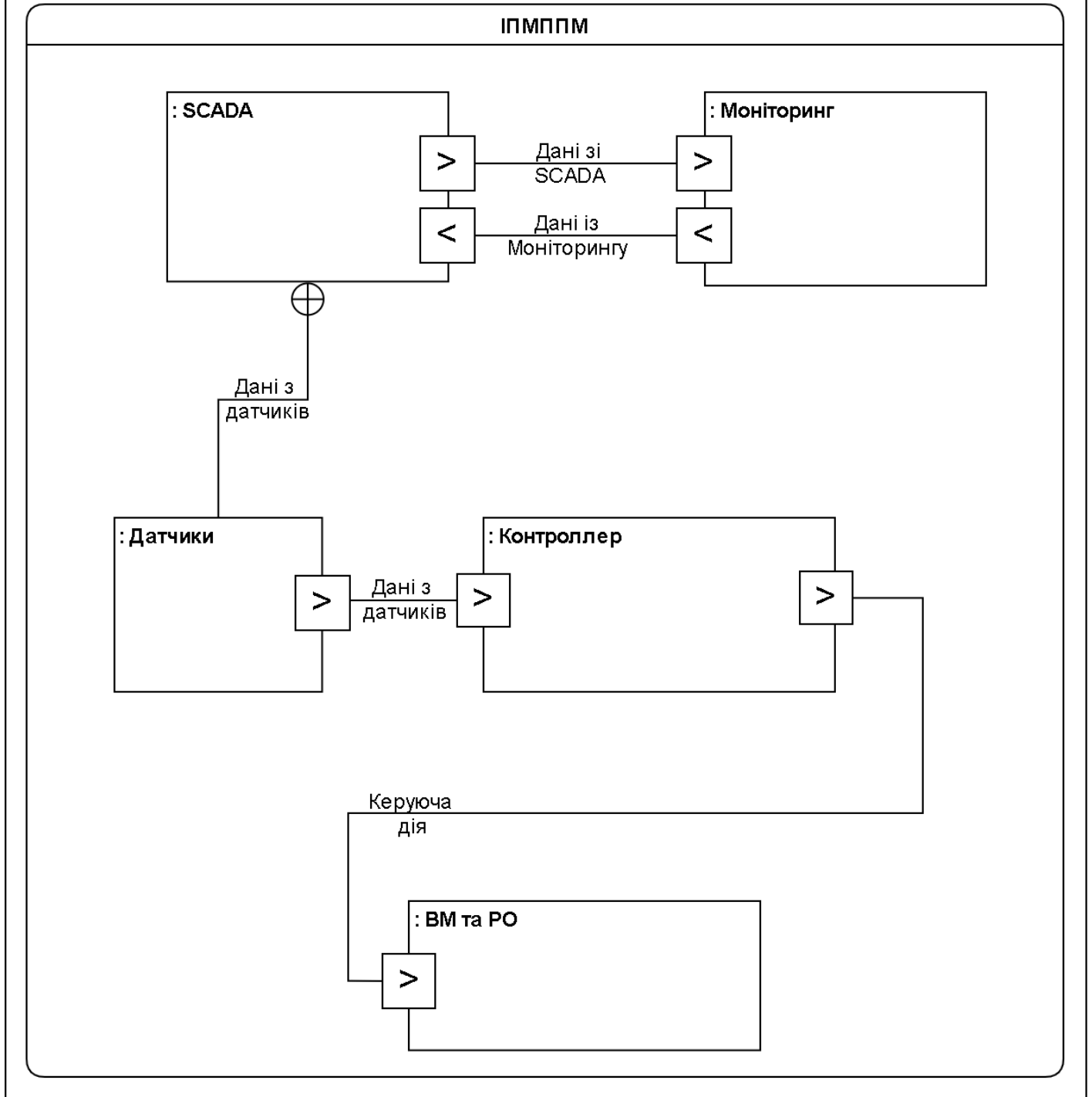


Рис.29. Internal Block diagram

3.2.3. Визначення параметрів ІСК (Parametricdiagram)

Параметричні моделі SysML підтримують інженерний аналіз критичних параметрів системи, включаючи оцінку ключових показників, таких як продуктивність, надійність та інші фізичні характеристики. Вони поєднують моделі вимог із моделями проектування системи, фіксуючи виконувані обмеження на основі складних математичних взаємозв'язків, які можна визначити та розрахувати за допомогою інтегрованих засобів інструментів математичного моделювання, таких як MATLAB та Octave. Параметричні діаграми - це спеціалізовані внутрішні блок-схеми, які допомагають вам,

моделювачу, поєднувати моделі поведінки та структури з моделями інженерного аналізу, такими як продуктивність, надійність та моделі властивостей маси.

Параметричні діаграми SysML залежать від визначень блоків, що створюються в моделі. Параметричні визначення застосовують рівняння як обмеження властивостей цих блоків. Рівняння мають параметри, прив'язані до властивостей системи. Параметричні діаграми використовують блоки обмежень для визначення цих обмежень. Вони можуть бути отримані з моделі Block Definition або Internal Block. Параметрична діаграма наведена на рисунку 30.

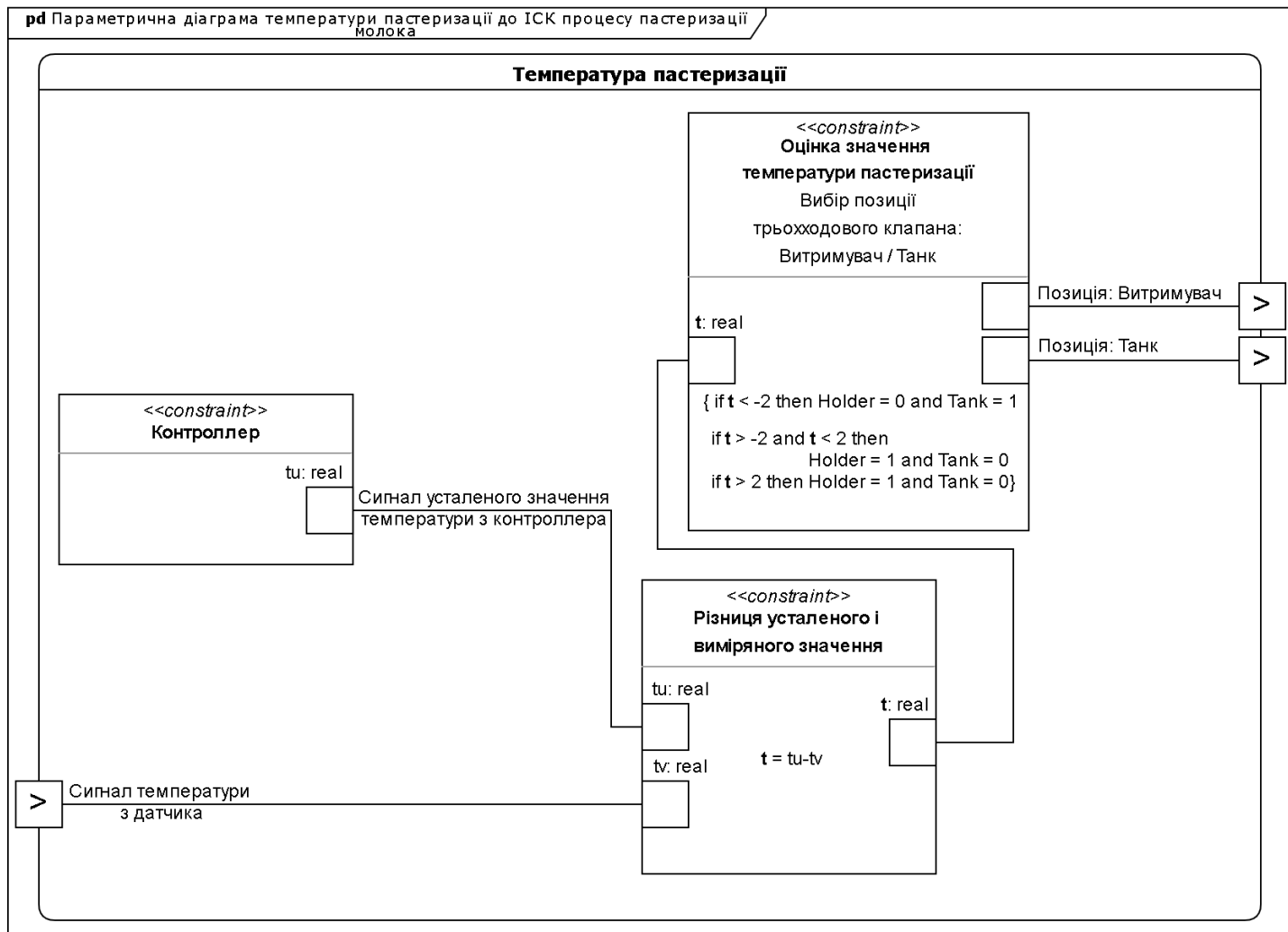


Рис.30. Parametricdiagram Температура1

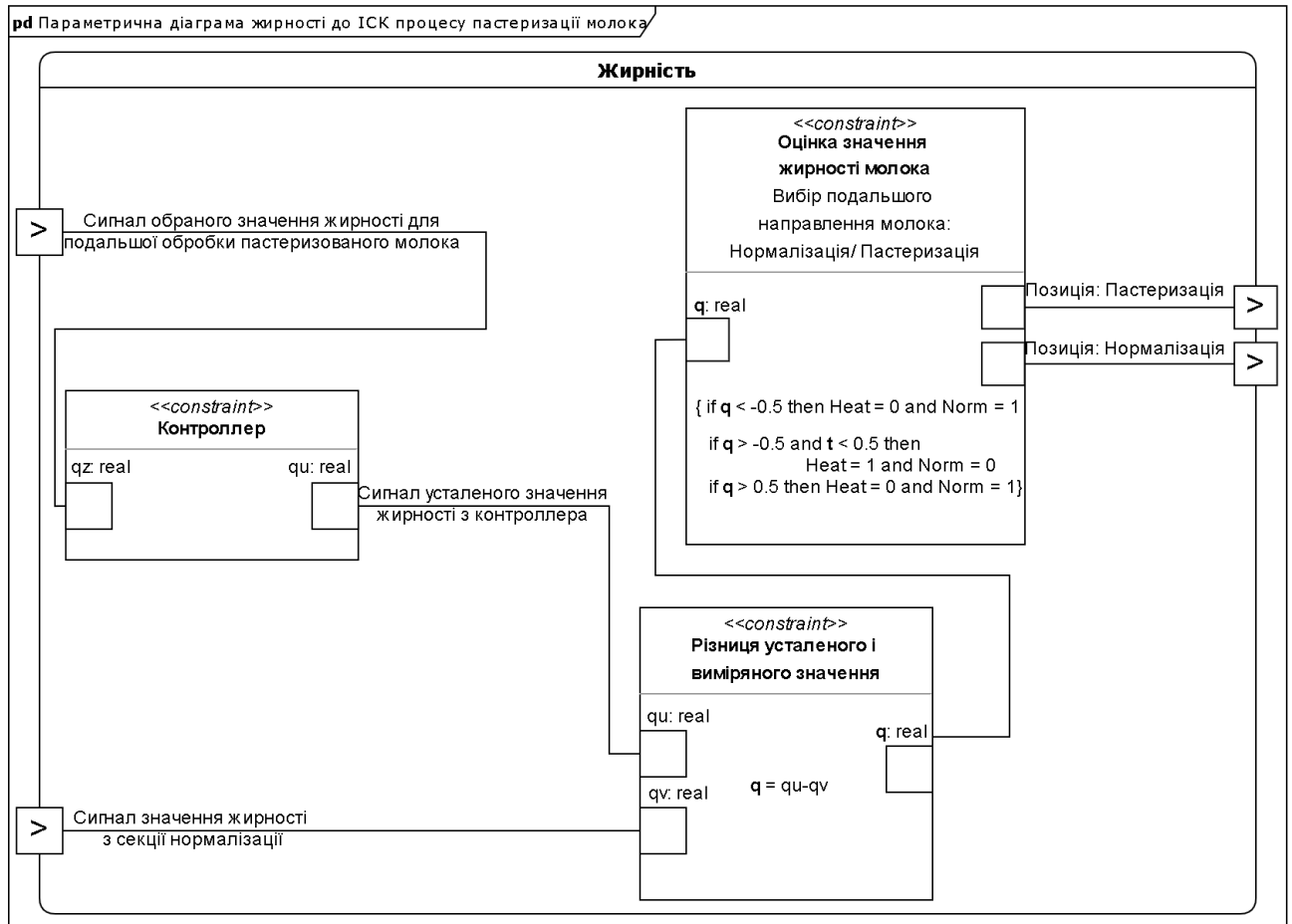


Рис.31. Parametricdiagram Жирність

3.3. Моделювання інтелектуальної підсистеми моніторингу

Метою побудови моніторингу на основі даних карт була перевірка підпорядкованості вимогам статистичного контролю жирності молока та стабільності процесу. Обрана характеристика - є однією із важливих для складання асортименту незбираного молока в подальшому виробництві. Після закінчення складання асортименту молоко нормалізується до відповідного вмісту жирів та відправляється на пастеризацію згідно обраному режиму.

Статистичний контроль при керуванні технологічним процесом застосовується для своєчасного введення коригуючих дій. найчастіше в багато параметричному процесі існує декілька якісних показників, які необхідно контролювати і регулювати. [60]

Для проведення оцінки статистичної керованості кожного некорельованого показника окремо доцільно використовувати контрольні карти Шухарта. [61, 62]

Один з графічних засобів застосування статистичних методів, за допомогою яких можна встановити статистичну керованість процесу, а також причини можливої варіабельності, необхідність введення коригувальних впливів, невідповідності відхилення і, відповідно, дію на технологічний процес особливих причин.

Контрольні карти Шухарта використовуються для аналізу і подальшого моніторингу налагодженого процесу окремих незалежних параметрів (змінних)

вибірок з нормальним законом розподілу. Відхилення реального розподілу від нормального може привести до суттєвих помилок при керуванні процесом. також слід враховувати, що час, який витрачається на нанесення відповідної точки на контрольну карту, аналіз і прийняття рішень про стан технологічного процесу, повинен бути значно менший, ніж час за який технологічний процес може суттєво змінитися через збурювальні фактори.

Результатом оцінки стабільності (в тому числі після дій, спрямованих на усунення впливу особливих причин) має бути один з наступних станів процесу:

- Стабільний і по розкиду і по положенню середнього арифметичного (стан А).
- Стабільний по розкиду, але нестабільний по положенню середнього арифметичного (стан Б).
- Нестабільний по розкиду (стан В).

Власну і повну мінливість (варіабельність) процесу слід оцінювати по даними, які були використані для побудови контрольних карт Шухарта.

1) Власна мінливість процесу σ_I :

- Власна мінливість процесу залежить від впливу тільки звичайних (загальних) причин варіацій.
- Власну мінливість процесу слід визначати для стабільних по розкиду процесів в станах А і Б.
- Власну мінливість стабільного по розкиду процесу слід оцінювати вибірковими стандартним відхиленням $\hat{\sigma}_I$, по одному з способів в залежності від виду контрольної карти Шухарта

2) Повна мінливість процесу σ_T .

- Повна мінливість процесу залежить від впливу як випадкових (звичайних), так і невідповідних (особливих) причин варіацій.
- Повну мінливість процесу слід визначати для процесів в станах Б і В.
- Повну мінливість процесу слід оцінювати вибірковим стандартним відхиленням $\hat{\sigma}_T$. (детальніше рис.32.)

Нижче на рисунку 32 наведено алгоритм роботи підсистеми моніторингу на основі статистичних методів.

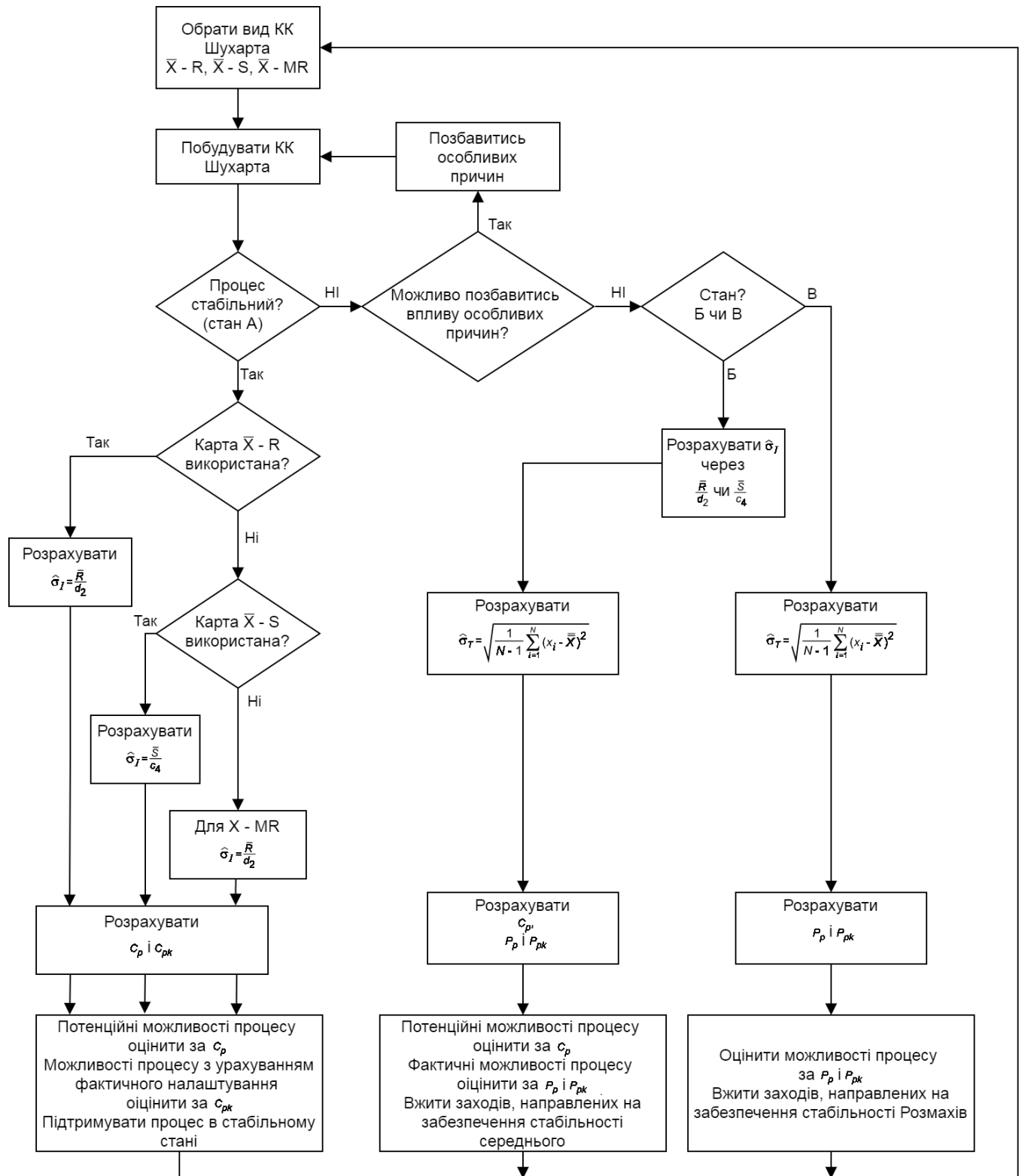
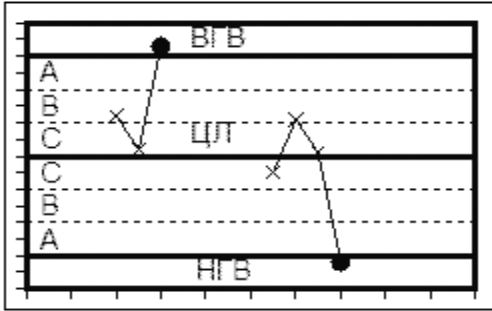


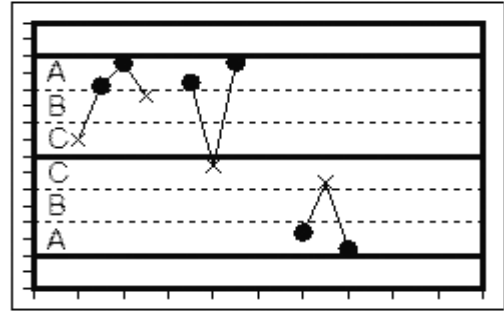
Рис.32. Алгоритм роботи підсистеми моніторингу

Для аналізу процесу за допомогою контрольних карт Шухарта передбачений набір з восьми критеріїв (тестів) зображених у таблиці 8. Виявлення позитивного результату одного з тестів говорить про те, що в процесі виявлені особливі випадки або про те, що процес виходить з-під контролю, стає статистично некерованим.

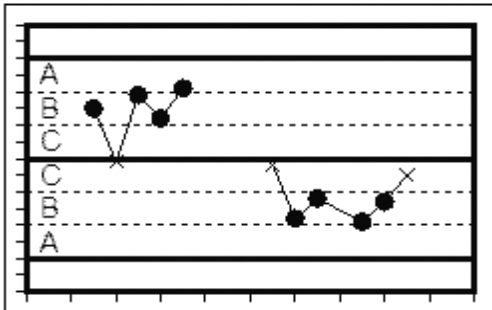
Тест однієї точки: Точка виходить за контрольні межі



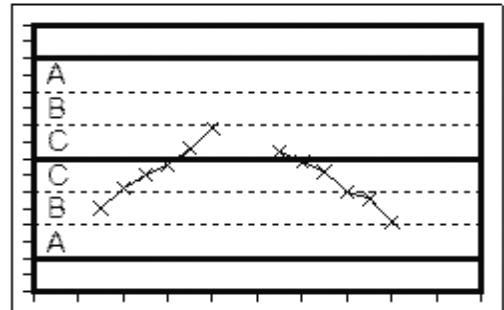
Тест "3": Дві з трьох послідовних точок знаходяться з одного боку від центральної лінії в зоні А або далі



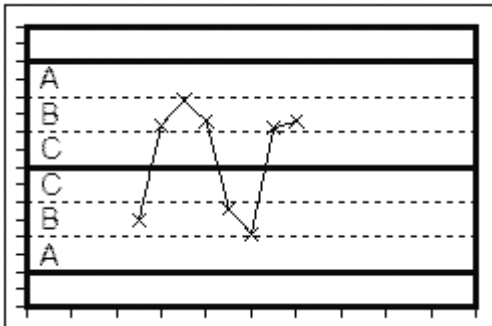
Тест "5": Чотири з п'яти послідовних точок знаходяться з одного боку від центральної лінії в зоні В або далі



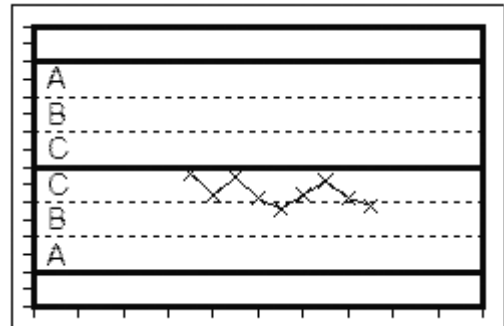
Тест "6": Шість послідовних точок розташовані по зростанням або за спаданням



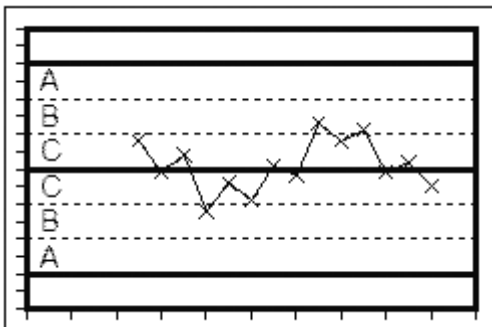
Тест "8": Вісім послідовних точок знаходяться поза зоною С з обох сторін від центральної лінії



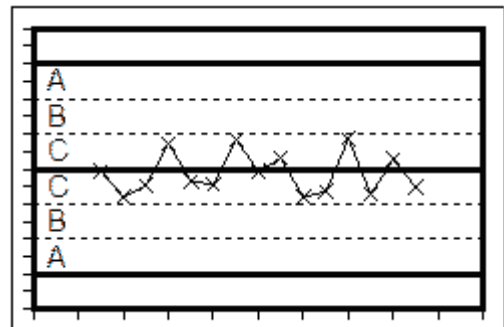
Тест "9": Дев'ять послідовних точок знаходяться з однієї сторони від центральної лінії



Тест "14": Є 14 послідовних точок, що чергуються вгору-вниз



Тест "15": Є 15 послідовних точок в зоні С (по обидва боки від центральної лінії)



Існує багато методів оцінки якості, проте, як тільки виробничий процес стає керованим, виникає наступне питання: "якою мірою довгострокова поведінка процесу задовольняє технічним умовам і цілям, поставленим керівництвом?" Розглянемо, як ми можемо оцінити придатність процесу за допомогою осмислених показників. Отже, слід розрізняти керований і некерований процес.

Зауважимо! Що немає сенсу вивчати придатність виробничого процесу, якщо він не керований. Отже, перший крок до організації високоякісного процесу виробництва полягає в тому, щоб зробити процес керованим.

Аналіз процесу здійснюється для отримання знань про процес, які необхідні в питаннях ефективності управління процесом і забезпечення необхідної якості продукції, для виготовлення якої призначений процес.

Значення досліджуваних характеристик зазвичай визначають на основі вибірок, відібраних при функціонуванні процесу. Обсяг і частота відбору вибірок повинні бути встановлені в залежності від особливостей процесу і продукції таким чином, щоб всі важливі зміни були виявлені вчасно. Вибірki повинні бути представницькими для досліджуваної характеристики.

Поведінка досліджуваної характеристики може бути описано розподілом і параметрами положення, мінливості і форми, які в загальному випадку є функціями часу. Для перевірки відповідності моделі розподілу, що залежить від часу, результатами спостережень використовують статистичні методи. [63]

Таким чином була отримана вибірка "проби жирності" у вигляді таблиці, до якої кожні 15 хвилин заносяться дані з датчиків в режимі реального часу для здійснення контролю жирності молока на поточному виробництві.

	1 NUM	2 FAT	3 Var3
16	16	3.45	
17	17	3.1	
18	18	3	
19	19	3.22	
20	20	3.31	
21	21	3.14	
22	22	3.19	
23	23	2.97	
24	24	3.36	
25	25	3.2	
26	26	3.22	
27	27	3.15	
28	28	2.99	
29	29	3.08	
30	30	3.19	
31	31	3.2	
32	32	3.2	
33	33	3.2	
34	34	3.22	
35	35	3.21	
36	36	3.21	
37	37	3.49	
38	38	3.23	
39	39	3.04	
40	40	3.05	
41	41	3.33	
42	42	3.24	
43	43	3.26	
44	44	3.21	

Рис.33. Вибірka жирності молока №1

Побудуємо контрольну карту середніх значень. Для цього викликаємо діалогове вікно Діаграми управління показником якості таким шляхом:

додатково налаштувавши верхній та нижній додаткові ліміти, що відповідають правилу трьох сігм маємо.

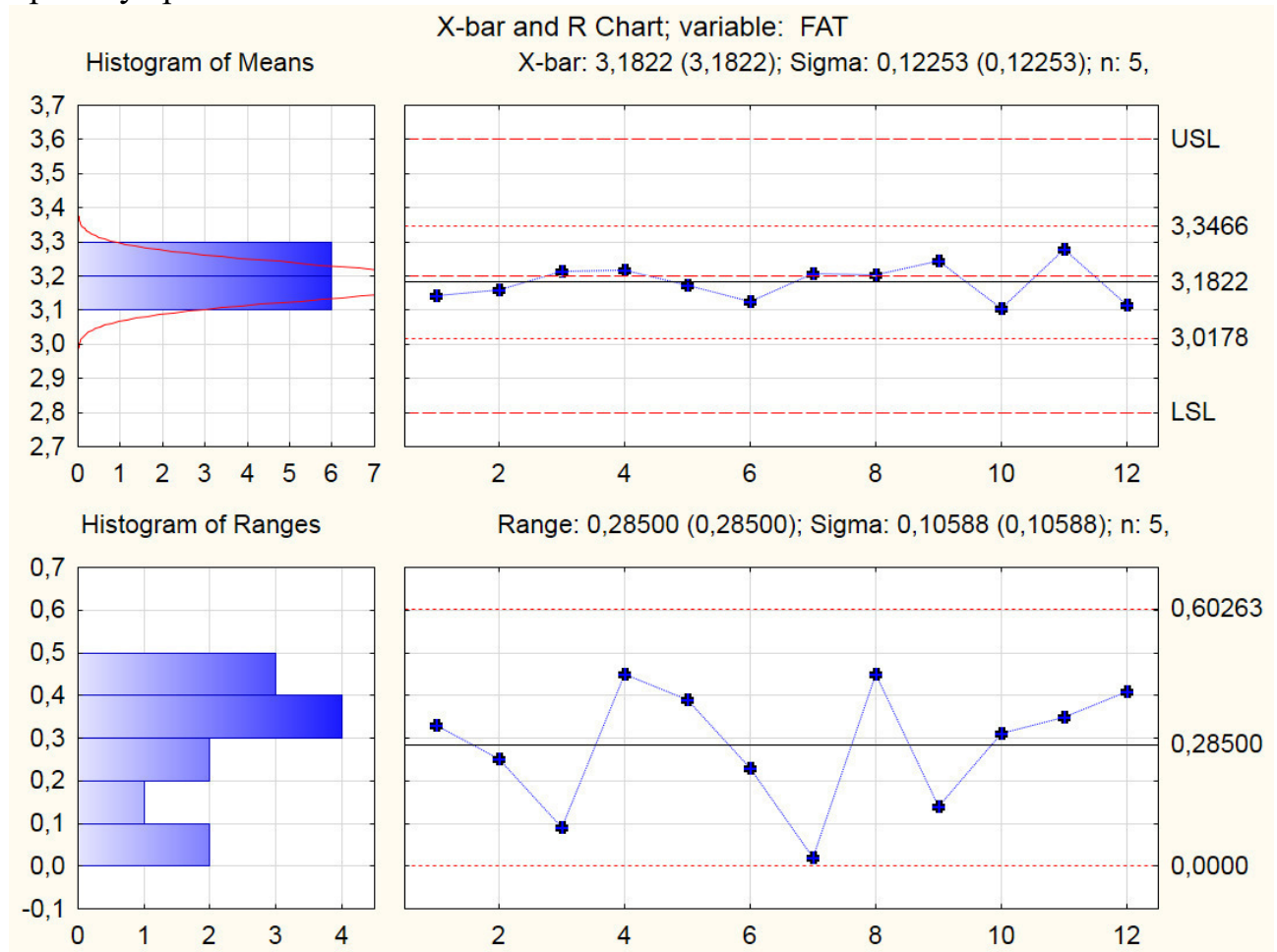


Рис.35. Карти Шухарта Середні та Розмах

Судячи з карти Середніх видно, що за тестом “восьми” (таб.8) процес статистично керований на даному етапі вибірки. Для впевненості зробимо тест та додатково побудуємо Комплексний графік(SixGraph with X-bar & R chart)

Вибірки схильні до впливу різних чинників, в результаті чого процес може втратити стабільність. Така ситуація може скластися, наприклад, коли вибірки вимірів що відзначаються на X - Карті виробів були зроблені двома різними технологіями, або знімалися дані іншої партії молока і т.д.

Повернемося до меню налаштувань Карт Шухарта. Для аналізу скористаємося кнопкою Виконати тест. Після її натискання з'являється таблиця, показана на рис.36.

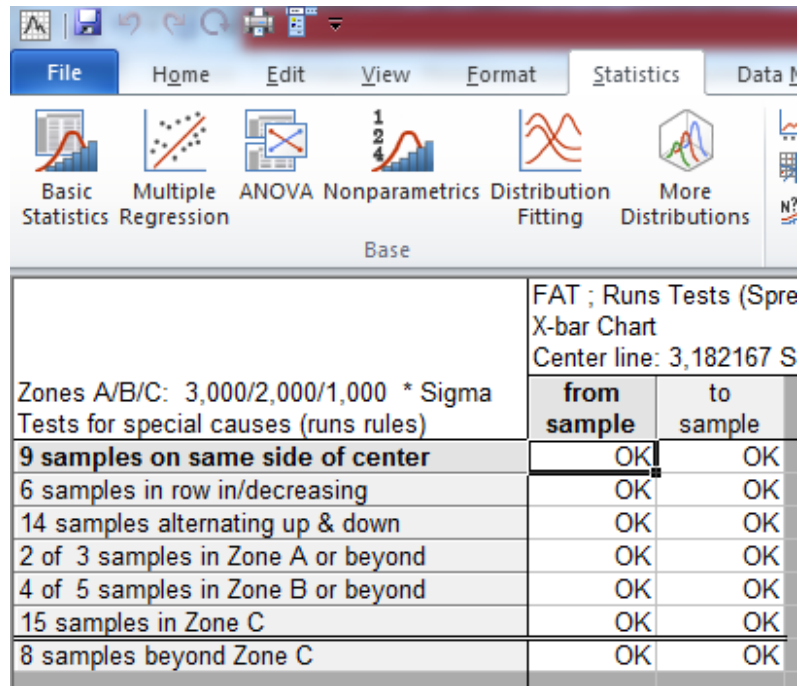


Рис.36. Таблиця результатів тестування

Як бачимо, з Карт Середніх та Розмахів – “викидів” немає, а тест на рис.36. каже про відсутність виходу процесу з-під контролю.

Для побудови комплексного графіка в меню налаштувань натискаємо SixGraph

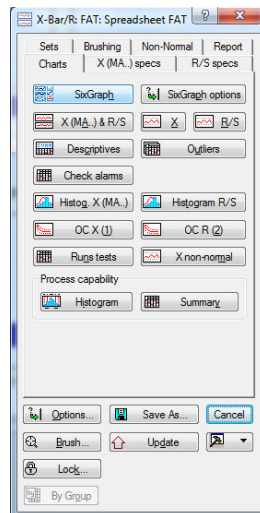


Рис.37. Меню налаштувань Карт Шухарта

Маємо Комплексний графік на якому окрім Карт Середніх і Розмаху є: Графік окремих спостережень, нормально-вірогідний графік, графік придатності, гістограма придатності.

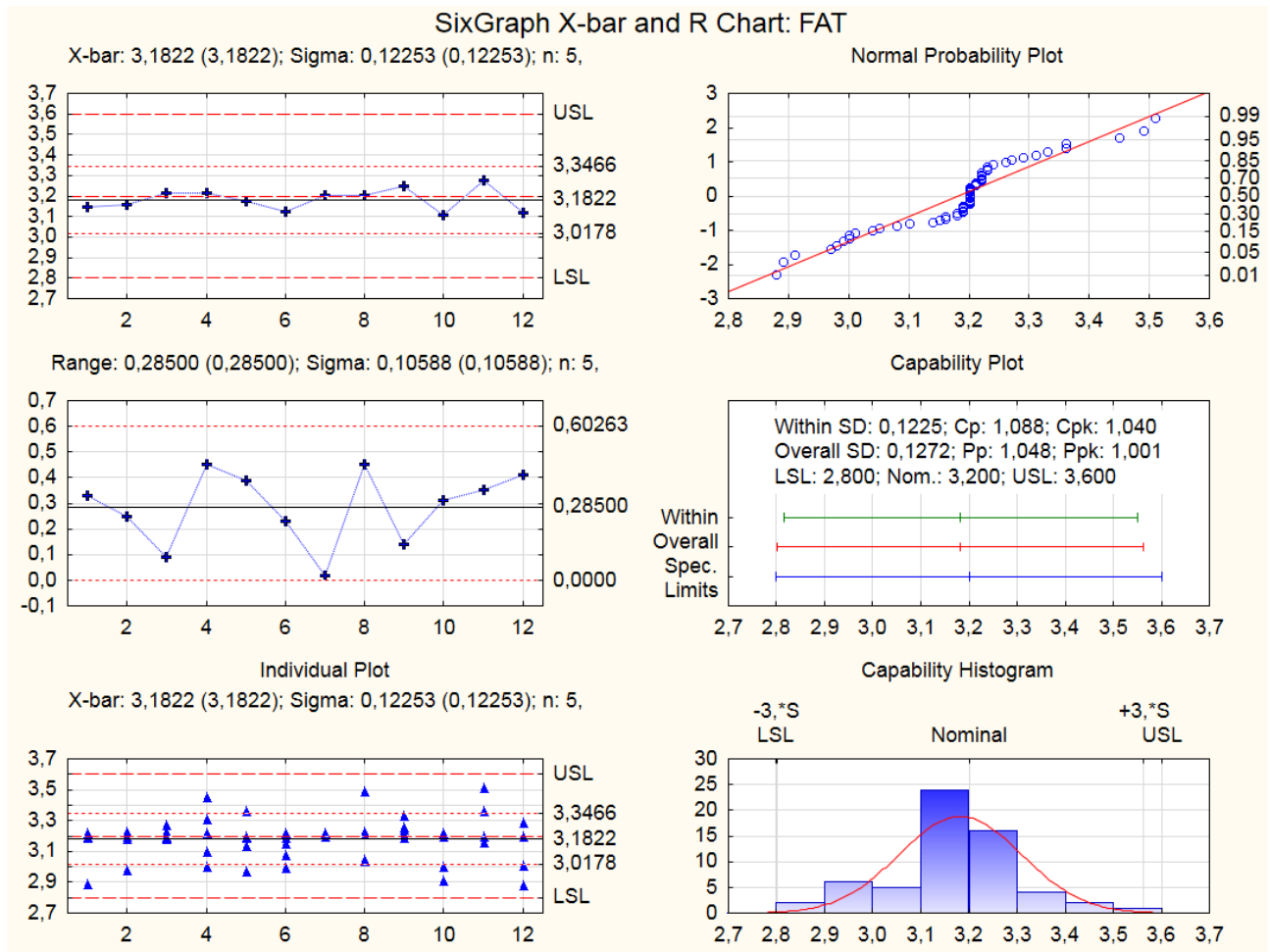


Рис.38. Комплексний графік

- 1) **Графік окремих спостережень:** видно, що всі виміри даної вибірки лежать між верхнім та нижнім лімітами.
- 2) **Графік та гістограма придатності:** Спираючись на вище виконане, можна зробити висновок, що процес статистично керований

Індекси придатності і відтворюваності використовують для визначення здатності процесу відповідати встановленим вимогам. Ці індекси використовують також для оцінки кількості готової продукції, яка відповідає вимогам. (Це можливо тільки при правильному виборі розподілу).

Індекси придатності і відтворюваності можуть бути використані для оцінки ступеня відповідності вимогам кожного елемента процесу, тобто окремої машини. Аналіз «придатності машини» може бути використаний для оцінки обладнання або його вкладу в відтворюваність загального процесу.

Дослідження придатності машини може бути використано для оцінки здатності машини виготовляти продукцію або функціонувати відповідно до вимог користувача і прийнятності умов її відновлення

Загальноживаними індексами відтворюваності процесу є індекси (C_p і C_{pk}), тому що вони досить повно відображають відносини технічно можливих відхилень (розмаху процесу) до ± 3 сігма меж від первинних специфікацій.

Для обчислень нам буде потрібно стандартне відхилення Сігма:

- a) Знаходимо розмах $R(i)$ для кожної вибірки, де $R(i)$ дорівнює максимальне значення - мінімальне значення для i - ої вибірки;
 b) Обчислюємо середній розмах:

$$RBAR = \frac{1}{k} \sum R(i), \quad (1)$$

- c) Обчислюємо сигма:

$$\sigma_{\text{процесса}} = \frac{RBAR}{d(2)}, \quad (2)$$

,де $d(2)$ можна знайти за стандартними статистичними таблицями. Статистична таблиця приведена нижче

таб.9

n	2	3	4	5	6	7	8	9
d(2)	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970

Індекс відтворюваності процесу C_p . Це найпростіший і найприродніший показник придатності виробничого процесу. Він визначається як відношення розмаху допуску до розмаху процесу; при використанні кордонів ± 3 сигма даний показник можна виразити у вигляді:

$$C_p = \frac{ВГД - НГД}{6 * \sigma_{\text{процесса}}}, \quad (3)$$

Дане відношення виражає частку розмаху кривої (щодо сигма)

Зауважимо! Стандартне відхилення спостережень не дорівнює стандартному відхиленню середніх всіх вибірок, яке є результатом поділу стандартного відхилення на квадратний корінь з n (обсяг вибірки).

НГД, ВГД (нижня і верхня границі допуску). Зазвичай технічні умови задають якийсь діапазон допустимих значень. Різниця між НГД і ВГД називається розмахом допуску.

Нецентровість (зміщеність) процесу виробництва можна виразити таким чином. Спочатку можна обчислити верхній і нижній показники придатності, щоб відобразити відхилення спостережуваного середнього процесу від НГД і ВГД. Приймавши в якості розмаху процесу кордону ± 3 сигма, обчислимо такі показники:

$$C_{pl} = \frac{\text{Среднее} - НГД}{3 * \sigma_{\text{процесса}}} \quad \text{и} \quad C_{pu} = \frac{ВГД - \text{Среднее}}{3 * \sigma_{\text{процесса}}}, \quad (4)$$

Індекс відтворюваності процесу C_{pk} (зміщений). C_p можна скорегувати, зробивши поправку на зміщення за допомогою обчислення. Якщо процес ідеальний (не зміщений), то C_{pk} однакове C_p , але, при зміщенні процесу - змінюється і C_{pk} від свого номінального значення. C_{pk} стає менше C_p .

Високий C_{pk} буде тільки в тому випадку, коли мета досягнута при мінімальному відхиленні від середнього.

Якщо при стандартних обчисленнях придатності використовується загальна мінливість процесу, то отримані показники зазвичай називають

індексами відтворюваності P_p і P_{pk} (process performance) (оскільки вони описують фактичну поведінку процесу).

Реалістичніше використовувати P_p і P_{pk} , ніж C_p або C_{pk} , так як дисперсія процесу не поєднується з розбиванням на вибірки. Однак, C_p і C_{pk} можуть бути дуже корисні при визначенні попадання придатності процесу в певні межі. Це дасть Вам найкращий сценарій розвитку існуючого процесу. [64]

Аналогічно до індексів відтворення, але замість стандартного відхилення процесу ($\sigma_{\text{процесу}}$) буде стандартного відхилення вибірки ($\sigma_{\text{виб}}$):

a) Знаходимо стандартне відхилення вибірки:

$$\sigma_{\text{виб}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - \text{среднее})^2}{N-1}}, \quad (5)$$

b) знаходимо індекс придатності процесу:

$$P_p = \frac{ВГД - НГД}{6 * \sigma_{\text{виб}}}, \quad (6)$$

c) Знайдемо верхній і нижній:

$$P_{pl} = \frac{\text{Среднее} - НГД}{3 * \sigma_{\text{виб}}} \text{ и } P_{pu} = \frac{ВГД - \text{Среднее}}{3 * \sigma_{\text{виб}}}, \quad (7)$$

d) Обираємо менший із них, щоб знайти індекс придатності процесу (зміщений):

$$P_{pk} = \text{Min}\{P_{pu}, P_{pl}\}, \quad (8)$$

Так як процес стабільний перевіримо його на придатність. Знімаємо дані з графіка придатності:

- Індекс відтворюваності процесу:
 $C_p=1.088$
- Зміщений індекс відтворюваності процесу :
 $C_{pk}=1.04$ (Так як середнє (Special) відхиляється від номіналу (Spec.Limits))
- Індекс придатності процесу:
 $P_p=1.048$
- Зміщений індекс придатності процесу:
 $P_{pk}=1.001$

Для порівняння розглянемо таблицю Parts Per Million, в якій відносно показано частки невдалих вимірювань на мільйон. Для перевірки було взято зміщений індекс C_{pk} .

Cp	Expected Non-Conforming	
	Fraction	PPM
0.25	0.4533	453,255
0.50	0.1336	133,614
0.75	0.0244	24,449
1.00	0.0027	2,700
1.25	0.0002	177
1.50	6.795E-06	7
1.75	1.521E-07	0
2.00	1.973E-09	0

Рис.39. таблиця PPM

Отже, згідно таблиці, приблизна кількість невдалих замірів для $C_{pk}=1.04(\approx 1)$ близько 2700 на мільйон, що є нормальним показником.

3) **Нормально-вірогідний графік:** розкид точок не великий, але для того щоб точно дізнатися перевіримо вибірку на відповідність нормальному закону.

Зауважимо! Якщо рівень значущості $p < 0,05$, розподіл відмінний від нормального на підставі відповідного критерію. І навпаки, якщо $p > 0,05$, то спостережувана величина розподілена нормально.

Для перевірки закону побудуємо гістограму розподілу. Для цього натискаємо BasicStatistic на вкладці Statistics та обираємо Descriptive statistics.

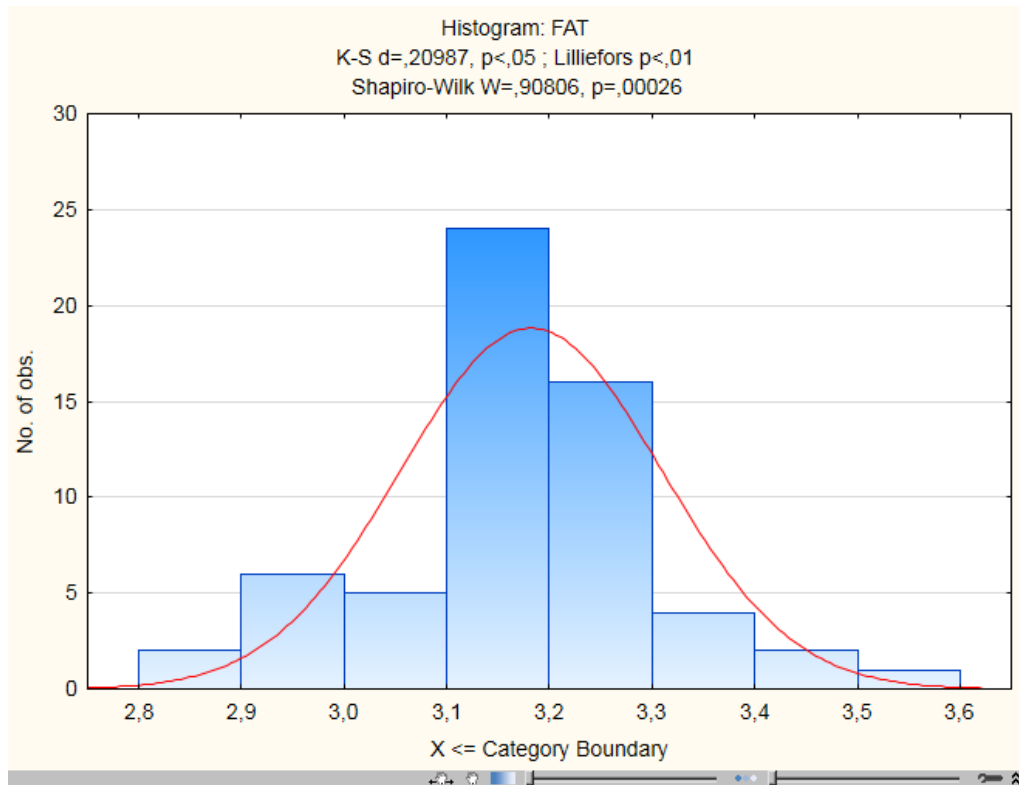


Рис.42. Гістограма розподілу жирності

Бачимо, що не зважаючи на те що з даними вибірки все гаразд і всі тести виконуються, вона не підлягає закону нормального розподілу, оскільки $p < 0.05$ (0.00026). Це каже про те що в недалекому майбутньому процес може стати нестабільним.

Далі взяли наступну вибірку почекавши 60 нових значень.

	1 NUM	2 FAT	3 Var3
25	25	3,27	
26	26	3,23	
27	27	3,2	
28	28	3,19	
29	29	3,45	
30	30	3,1	
31	31	3	
32	32	3,22	
33	33	3,16	
34	34	3,01	
35	35	2,88	
36	36	3,2	
37	37	3,19	
38	38	2,91	
39	39	3,22	
40	40	3,2	
41	41	3,28	
42	42	3,39	
43	43	3,53	
44	44	3,26	
45	45	3,2	
46	46	3,67	

Рис.43. Вибірка жирності молока №2

Побудуємо контрольну карту Середніх значень та Розмахів даної вибірки для перевірки процесу.

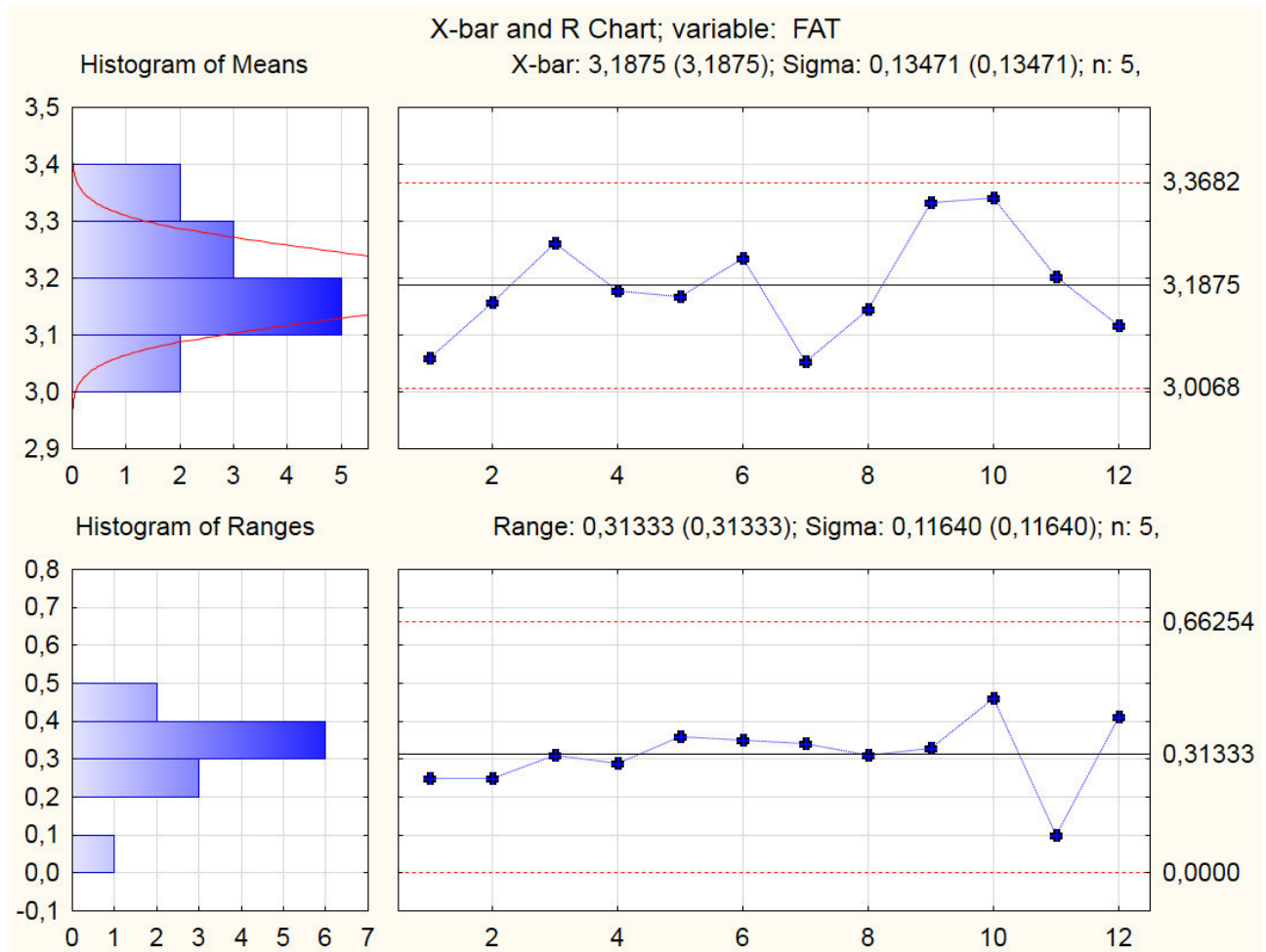


Рис.44. Карти Шухарта Середні та Розмах

На перший погляд процес стабільний. Запустимо Тест та побудуємо додатково Комплексний графік, для більшої повноти картини.

Zones A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Sigma		FAT ; Runs Tests (Spred)	
Tests for special causes (runs rules)		X-bar Chart	
		from sample	to sample
9 samples on same side of center		OK	OK
6 samples in row in/decreasing		OK	OK
14 samples alternating up & down		OK	OK
2 of 3 samples in Zone A or beyond		8	10
4 of 5 samples in Zone B or beyond		OK	OK
15 samples in Zone C		OK	OK
8 samples beyond Zone C		OK	OK

Рис.45. Таблиця результатів тестування

З таблиці видно, що при аналізі X карти виконуються лише 1 критерій розладнання процесу, а саме:

- **Тест "3"**: Дві з трьох послідовних точок знаходяться з одного боку від центральної лінії в зоні A або далі.

Це дозволяє нам сказати що в процесі виявлені особливі випадки, інакше кажучи процес виходить з-під контролю, стає статистично некерованим.

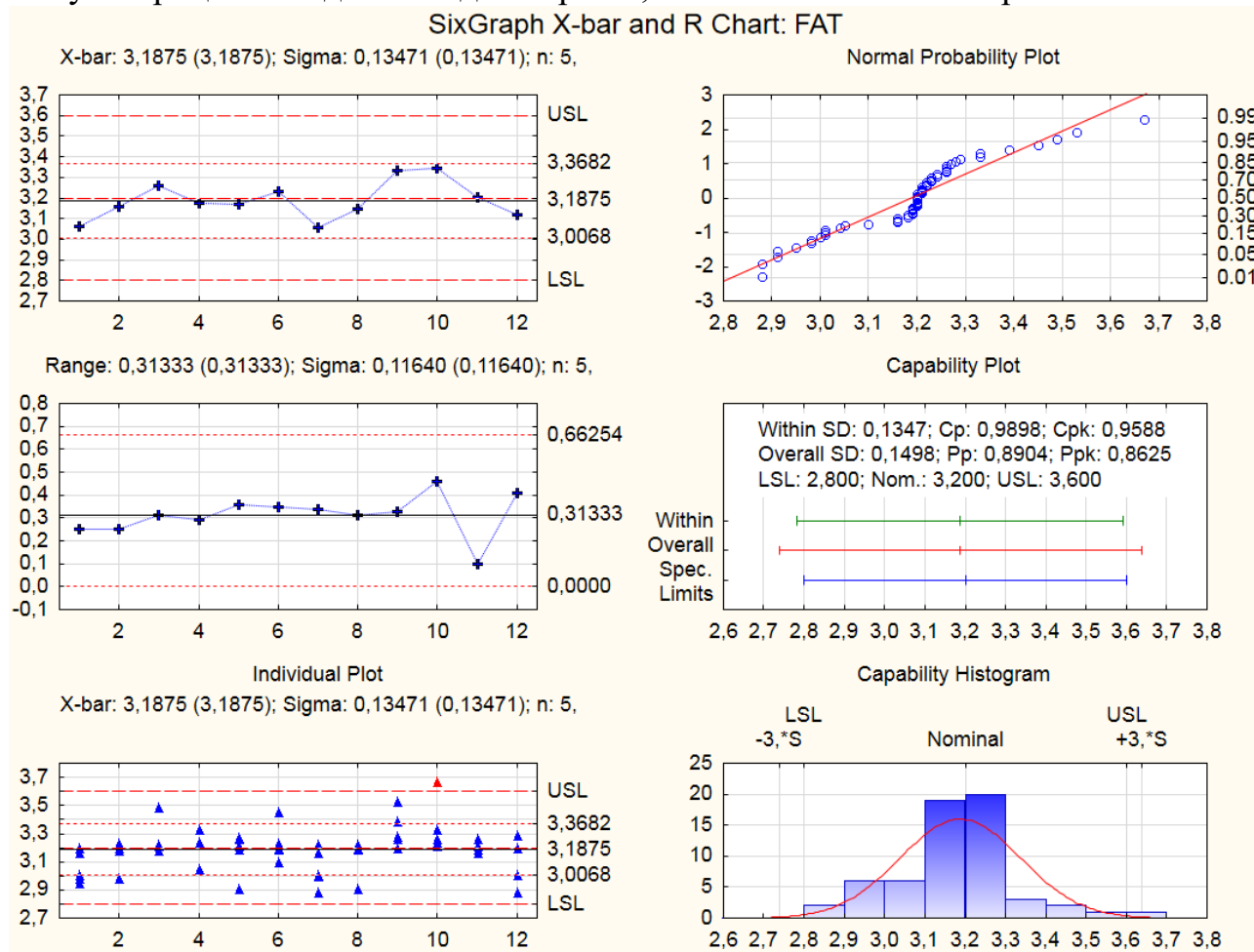


Рис.46. Комплексний графік

Графік окремих спостережень: видно, що у вибірці під час зняття показань наявний промах на позиції 10, який перевищує задані межі показнику якості, це каже про те що на час зняття даних процес через якусь причину не був стабільним. Однією з причин таких обставин може бути невдале, або затягнуте градування датчика, технологічні прорахунки, нова партія і т.д.

Графік та гістограма придатності: так як $Cpk < 1$, це поганий знак. Говорить про те що прогнозована кількість невдалих замірів вище 2700, близько 4372 на мільйон,

Cpk	%	PPM	Process sigma	"Shifted" sigma	Sigma error
0.95	0.437	4,372	2.85	4.12	1.27
1.00	0.270	2,700	3.00	4.28	1.28

Рис.47. таблиця PPM

Нормально-вірогідний графік: наявний розкид точок відносно нормального розподілу. Вибірка не потребує перевірки на нормальний закон розподілу, видно що він не виконується.

Наступним кроком була перевірка вибірки через ще 60 нових значень.

	1 NUM	2 FAT	3 Var3
1	1	3,45	
2	2	3,1	
3	3	3	
4	4	3,22	
5	5	3,31	
6	6	3,14	
7	7	3,19	
8	8	2,97	
9	9	3,36	
10	10	3,2	
11	11	3,22	
12	12	3,15	
13	13	3,29	
14	14	3,08	
15	15	3,19	
16	16	3,2	
17	17	3,2	
18	18	3,2	
19	19	3,22	
20	20	3,21	
21	21	3,21	
22	22	3,49	
23	23	3,23	
24	24	3,04	
25	25	3,05	
26	26	3,33	
27	27	3,24	
28	28	3,26	
29	29	3,21	
30	30	3,19	
31	31	2,91	
32	32	3,22	
33	33	3,2	

Рис.48. Вибірка жирності молока №3

Побудуємо контрольну карту Середніх значень та Розмахів даної вибірки для перевірки процесу.

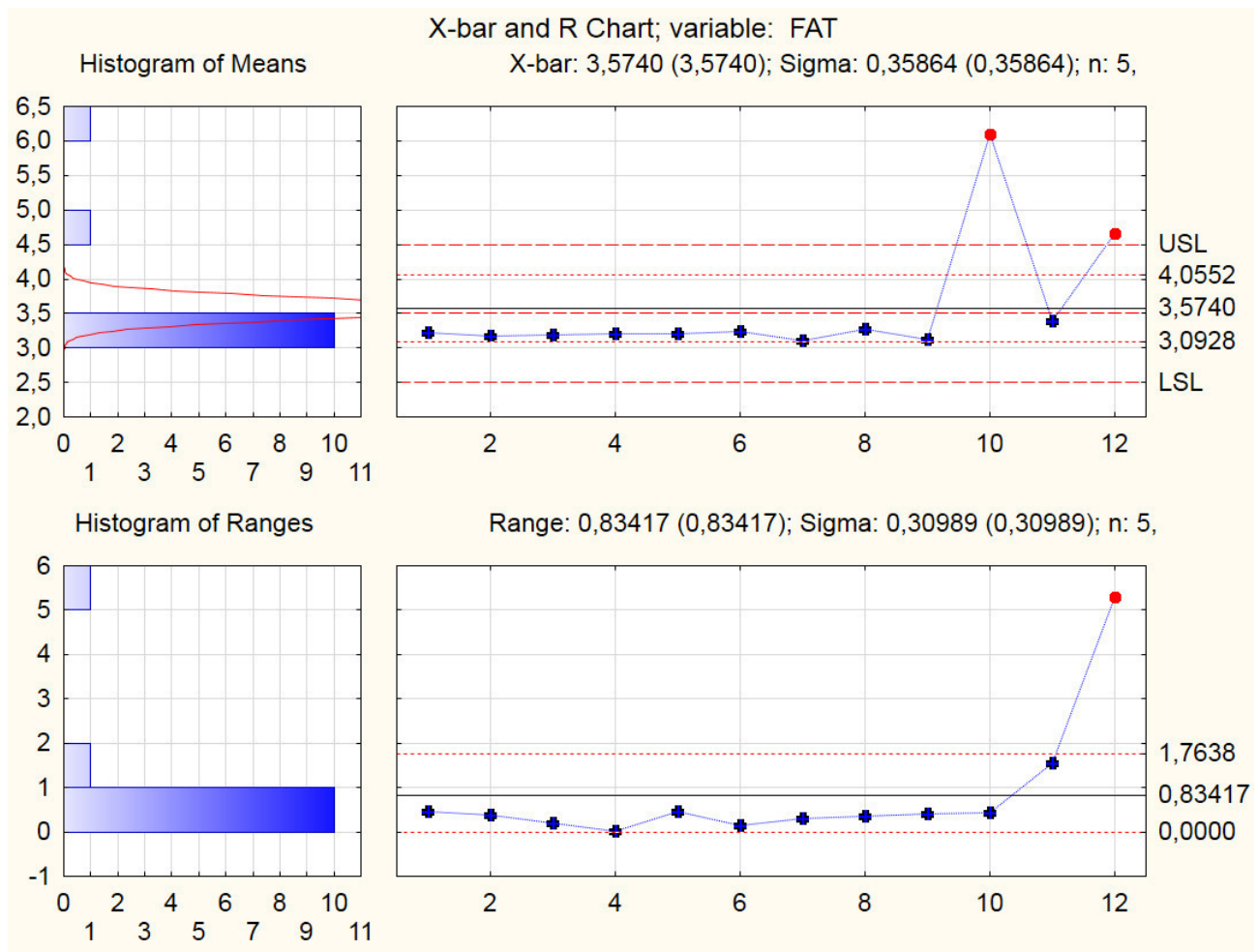


Рис.49. Карти Шухарта Середні та Розмах

Бачимо що на карті присутні викиди. Запустимо Тест та побудуємо додатково Комплексний графік, для того щоб дізнатися більше.

Zones A/B/C: 3,000/2,000/1,000 * Sigma		from	to
Tests for special causes (runs rules)		sample	sample
9 samples on same side of center		1	9
6 samples in row in/decreasing	OK	OK	OK
14 samples alternating up & down	OK	OK	OK
2 of 3 samples in Zone A or beyond	1	3	
	4	6	
	7	9	
	10	12	
4 of 5 samples in Zone B or beyond	1	5	
	6	10	
15 samples in Zone C	OK	OK	
8 samples beyond Zone C	1	8	

Рис.50. Таблиця результатів тестування

З таблиці видно, що при аналізі X карти не виконуються лише три критерії розладнання процесу, а саме:

- Тест "6": Шість послідовних точок розташовані по зростанням або за спаданням
- Тест "14": Є 14 послідовних точок, що чергуються вгору-вниз
- Тест "15": Є 15 послідовних точок в зоні С (по обидва боки від центральної лінії)

Процес безнадійно втратив стійкість і потребує негайного втручання та наладки.

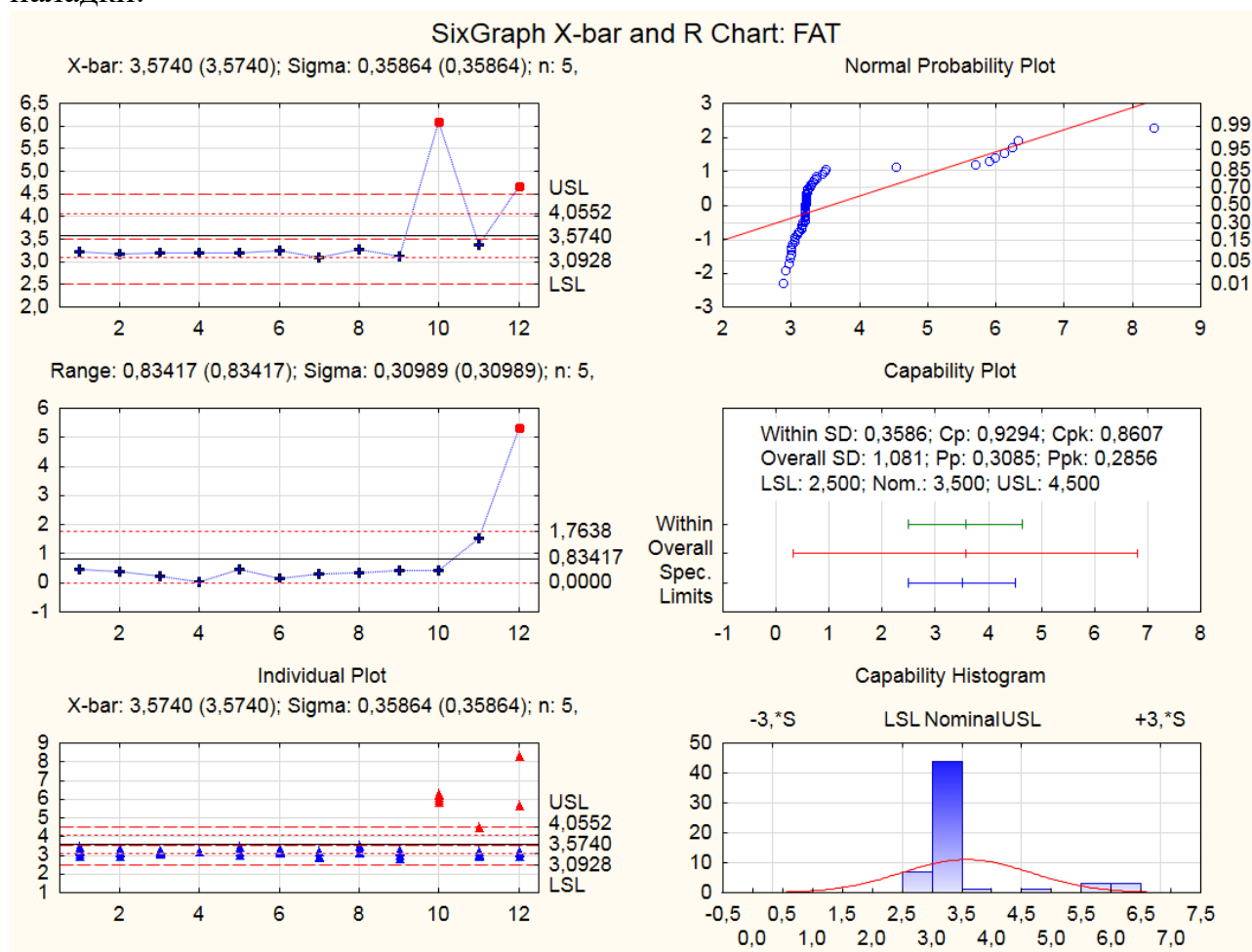


Рис.51. Комплексний графік

Графік окремих спостережень: видно, що наслідком виходу за верхній ліміт на Kartі Середніх є вимірювання позицій з 10 по 12, це каже про те що на час зняття даних процес через якусь причину не був стабільним.

Графік та гістограма придатності: не дуже потрібні, так як із зауваження на початку впливає, що немає сенсу вивчати придатність виробничого процесу, якщо він не керований. Але для наочності можна сказати що кількість невдалих замірів на мільйон прогнозується близько 10722($C_{pk} \approx 0,85$).

Cpk	%	PPM	Process sigma	“Shifted” sigma	Sigma error
0.80	1.64	16,395	2.40	3.63	1.23
0.85	1.08	10,772	2.55	3.80	1.25

Рис.52. таблиця PPM

Нормально-вірогідний графік: наявний великий розкид точок відносно нормального розподілу. Вибірка не потребує перевірки на нормальний закон розподілу, видно що він не виконується.

Заключення: Моніторинг на основі карт Шухарта корисно та необхідно використовувати на реальних підприємствах, завдяки їм з’являється можливість до прогнозування та статистичного аналізу, в даному випадку приведений приклад коли було проігноровано проведення перевірки досліджуваної вибірки на нормальність закону розподілу, у наслідок чого вона була втрачена. Що, в свою чергу, потягнуло за собою наслідки у вигляді значень промахів і переходу процесу до статистично некерованого стану.

Висновки

Проведено аналіз літературних джерел, в якому були описані: особливості молочної промисловості, технологічний процес пастеризації молока, виробниче обладнання, технологічні дані та режими, інтелектуальні системи керування, підсистема моніторингу процесу, його призначення, вимоги та принципи.

Проведено дослідження секції пастеризації молокозаводу, що дало змогу побудувати автоматизовану систему процесу пастеризації молока, з інтелектуальною підсистемою моніторингу.

Розроблено підсистему управління технологічним процесом на основі моніторингу, для чого було проведено опис функції що інтелектуалізується.

Обрано програмне забезпечення, вказано цілі, функції та технічна структура моніторингу, розроблено вимоги до інтелектуальної складової, визначено функції користувачів, подано система у блоковому вигляді, визначено життєвий цикл ІСК та її процесів, вирішено проблеми синхронізації підсистем, розроблено внутрішню структуру ІСК, визначено параметри ІСК.

Була розроблена інтелектуальна підсистема моніторингу на основі Контрольних Карт Шухарта та їх статистичного аналізу в програмному засобі STATISTICA компанії StatSoft.

На основі лабораторних даних були побудовані Контрольні Карти, які використовують для статистичного аналізу процесу. Була здійснена перевірка підпорядкованості вимогам статистичного контролю жирності молока та стабільності процесу. Вказують на нормальну роботу процесу, або вихід його з-під контролю до статистично некерованого стану.

Отримані результати по трьом вибіркам, а саме: була перевірена їх статистична стійкість за допомогою восьми критеріїв, були перевірені графіки окремих спостережень, була перевірена нормальність закону розподілу за допомогою тестів Колмогорова-Смірнова, Лиллифорса та Шапіро-Уилка, була перевірена придатність процесу та спрогнозована приблизна кількість невдалих замірів у відношенні до мільйона вимірювань.

Список використаних джерел

- [1] - Васьків М. В. Моніторинг та керування якістю продукції агрегованих технологічних комплексів харчових виробництв [Текст] / М. В. Васьків, В. В. Іващук // Складні системи і процеси - 2010. - № 1 - С. 77-83.
- [2] - Миркевич, Р. Н. Структура автоматизированной системы управления производством молочной продукции с использованием прогнозирующих моделей / Р. Н. Миркевич, А. Н. Пупена // Научни трудове на университет по хранителни технологии - Пловдив, 2015. — Т. 62. — С. 664-668.
- [3] - Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А.Новиков. - М. - МПСИ, 2005. – 584 с.
- [4] - Ladaniuk A. The model of strategic management of organizational and technical systems, taking into account risk-based cognitive approach / A. Ladaniuk, T. Prokopenko, V. Reshetiuk // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). – 2014. – № 63. – P. 97– 104.
- [5] - Байсєвськє мережє в системах пєдтримки прийняття рєшень [Електронний ресурс] : навчальний посєбник / М. З. Згуровський, П. І. Бєдюк, О. М. Терентьєв, Т. І. Просьянкєна-Жарова ; НТУУ «КПШ». – Електроннє текстовє данє (1 файл: 2,73 Мбайт). – Кєїв : ТОВ «Видавничє Пєдприємство «Едельвейс», 2015. – 300 с. – Назва з екрана.
- [6] - Барсєгян, А. А. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А. А. Барсєгян, М.С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. — 3-е изд., перераб. И доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 512 с.: ил. + CD-ROM ISBN 978-5-9775-0368-6
- [7] - Босак А. В. Керування позицїйним електроприводом з неавтономною задавальною моделлю та нечїткими регуляторами : авторєф. дис. ... канд. техн. наук. : 05.09.03 – електротехнїчнє комплекси та системи / Алла Василївна Босак. - Кєїв, 2016. - 24 с.
- [8] - Сєлєвєрстов Р. Г. Реалїзацїя моделї формування експертних комїсїй за нечїткими критерїями у програмному середовицї Microsoft Excel / Р.

- Г. Селіверстов // Демократичне врядування в контексті глобальних викликів та кризових ситуацій : матеріали наук.-практ. конф. за міжнар. участю (3 квіт. 2009 р., м. Львів) : у 2 ч. - Ч. 2 / за наук. ред. чл.-кор. НАН України В. С. Загорського, доц. А. В. Ліпенцева. - Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2009. - С. 452-455.
- [9] - Кількісні методи експертного оцінювання : наук.-метод. розробка / уклад. : В. П. Новосад, Р. Г. Селіверстов, І. І. Артим. - К. : НАДУ, 2009. - 36 с.
- [10] - Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н. Д. Егупова. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.
- [11] - Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Пер. с польск. И. Д. Рудницкого. М.: Горячая линия—Телеком, 2006.
- [12] - Калан Р. Основные концепции нейронных сетей: Пер. с англ. М.: Изд. дом „Вильямс“, 2001.
- [13] - УДК 681.518 Моніторинг як один із напрямів підвищення ефективності процесу виробництва якісних пляшок з поліетилентерефталату М.В. Сашньова, Т.М. Герасименко.// Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами : матеріали V Міжнародної науково-технічної Internet-конференції, 22 листопада 2018р., м. Київ / Міністерство освіти і науки України ; Національний університет харчових технологій ; Національний університет біоресурсів і природокористування України ; Warsaw university of life sciences przemyslowy instytut automatyki i pomiarow ; Факультет автоматизації і комп'ютерних систем. – К. : НУХТ, 2018 – 360 с.
- [14] - УДК 664.123.4:004.67 Використання підсистеми технологічного моніторингу для управління виробництвом цукру І.В. Толстой, М.Д. Місюра

- [15] - УДК 681.51 Задачі технологічного моніторингу в системах керування виробничими процесами технологічних комплексів В. Д. Кишенько, канд. техн. Наук
- [16] - Зігунов, О.М. Технологічний моніторинг при сценарному керуванні виробничими процесами [Текст] / О.М.Зігунов, В.Д. Кишенько // Вісник НТУ "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ". – 2012. - № 44. – С. 25-36
- [17] - Рибак О.М. Технологія молока і молочних продуктів
- [18] - Цмоць І. Г., БатюкА. Є., ЯворськийА. В., Теслюк Т. В. Система моніторингу технологічних процесів «розумногопідприємства» Національнийуніверситет «Львівськаполітехніка», Кафедра автоматизованихсистемуправліннявул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна
- [19] - Проскурка, Є. С. Експертна система підтримки прийняття рішень за прецедентами / Є. С. Проскурка, В. Д. Кишенько // XVII Міжнародна конференція з автоматичного управління : тези доповідей. – Харків : 2010. – С. 261.
- [20] - Мірзодаєва, Т. В. Моніторинг трансформацій регіональних соціально-економічних систем / Т. В. Мірзодаєва // Інвестиції: практика та досвід. – 2009. - № 6. – С. 35-37.
- [21] - Політична система сучасної України: особливості становлення, тенденції розвитку /За ред. Ф.М. Рудича: Навч. посібник. — К.: Парл. вид-во, 2002. — 327 с.
- [22] - Шипілова Л.М. Порівняльний аналіз ключових понять і категорій основ національної безпеки України: Автореф. дис. канд. політ. наук: 21.01.01 / Ін-т пробл.нац. безп. — К., 2007. — 20 с
- [23] - Сич, М. А. Технологічний моніторинг системи управління матеріальними потоками цукрового заводу / М. А. Сич, В. Д. Кишенько // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 81 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – Ч. 4. – С. 311.

- [24] - Лисенко, М. С. Моніторинг загроз економічній безпеці та діагностика кризових ситуацій підприємств/ М. С. Лисенко // Проблеми економіки підприємств в сучасних умовах: тези доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. 19-20 березня 2009р. – К.: НУХТ, 2009. – С. 89-90.
- [25] - Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB / Ю. Лазарев. — СПб. : ВрldjПитер, 2005. — 511с.
- [26] - Андреев. Е. Б. SCADA-системы. Взгляд изнутри / Е. Б.Андреев. - РТСофт, 2004. - 176 с.
- [27] - Логвин, Т. В. Використання SCADA систем для моніторингу об'єктів в реальному часі / Т. В.Логвин // Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – С. 445.
- [28] - Виноградова, Д. С. Впровадження іноваційного веб-моніторингу на ринок готельно-ресторанного бізнесу / Д. С. Виноградова, Д. І. Басюк // Готельно-ресторанний бізнес: іноваційні напрями розвитку : міжнародна науково-практична конференція, 25-27 березня 2015 р. – К. : НУХТ, 2015. – С. 183-184.
- [29] - Гайдуцький А.П. Оцінка інвестиційної привабливості економіки / А.П.Гайдуцький // Економіка і прогнозування. – 2004. – № 3. – С. 119 – 128.
- [30] - Юхимчук С.В. Матрична модель оцінки інвестиційної привабливості промислових підприємств / С.В. Юхимчук, С.Д. Супрун // Фінанси підприємств. – 2003. – №1. – С. 3 – 12.
- [31] - Стахурська, С. А. Алгоритм моніторингу інвестиційної привабливості підприємства / С. А. Стахурська, А. В. Правда // Підвищення ефективності діяльності підприємств харчової та переробної галузей АПК : матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 85-річчю кафедри економіки і права та її першому завідувачу професору Птусі М. В., 18–19 листопада 2015 р. - К. : НУХТ, 2015. - С. 170–172.

- [32] - Кишенько, В. Д. Ситуаційна класифікація в задачах технологічного моніторингу / В. Д. Кишенько, С. М. Бойко // Матеріали X Міжнародної конференції по автоматичному управленню – Севастополь, 2003 – С. 143-144.
- [33] - УДК 519.8 О.В.Майданович Интеллектуальные технологии автоматизированного мониторинга сложных технических объектов
- [34] - Каргин В.А., Майданович О.В., Россиев А.Ю. Автоматизированная система управления подготовкой и пуском ракет космического назначения как корпоративная информационная система // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2010. №7. Т.8. С. 78.
- [35] - Фомичев С. К. Основы управления качеством : учеб. пос. / С. К. Фомичев, А. А. Старостина, Н. И. Скрябина. — Межрегиональная академия управления персоналом. — К. : МАУП, 2000. — 194 с.
- [36] - Васьків, М. В. Моніторинг якості керування технологічним агрегованим виробництвом / М. В. Васьків, В. В. Іващук // Вісник Вінницького політехнічного інституту - 2011. - № 4 - С. 23-27.
- [37] - Колосов А.А. Мониторинг реализации инвестиционных проектов // Бизнес-информ. – 1998. - №12. – С.28.
- [38] - Басюк, Т. П. Моніторингова система як інструмент контролю за інвестиційною діяльністю підприємств харчової промисловост / Т. П. Басюк // Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. - 2013. - Вип. 34, Ч. I. - С. 103-107. - (Економічні науки).
- [39] - Бланк И.А. Основы инвестиционного менеджмента.Т.1.- К.: Эльга-Н, Ника-Центр,2001.
- [40] - Гончаров А.Б. Інвестування: навч. посібник. – Х.: Видавничий Дім «ІНЖЕК», 2003. – 336с.
- [41] - Ничик, О. В. Моніторинг довкілля: курс лекцій для студентів напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та

збалансоване природокористування» денної та заочної форм навчання /
О. В. Ничик. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

- [42] - Зігунов, О. М. Аналітичні задачі підсистеми технологічного моніторингу дифузійного відділення цукрового заводу / О. М. Зігунов ,
В. Д. Кишенько // Цукор України. - 2012. - № 6-7. - С. 32-37.
- [43] - Зігунов, О. М. Фільтрація оперативної інформації в підсистемі технологічного моніторингу дифузійним відділенням цукрового заводу / О. М. Зігунов, В. Д. Кишенько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. - № 1/7 (43). – С. 10-13.
- [44] - Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості Київ: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
- [45] - Патент на корисну модель 94933 UA, МПК G06Q 10/00 (2014.01) Інформаційно-аналітична система технологічного моніторингу складного організаційно-технічного комплексу / Кишенько В. Д., Говоруха О. С. ; заявник Національний університет харчових технологій— № и 2014 05666 ; заявл. 26.05.2014 ; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 23, 2014 р.
- [46] - Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы . – Донецк: Изд-во ДООУ, 2002.
- [47] - Шевчук, С. О. Побудова системи моніторингу вивчення дисципліни студентами ВНЗ / С. О. Шевчук, К. Є. Бобрівник // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування у ХХІ столітті : програма і матеріали 79-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів. – Київ : НУХТ, 2013.
- [48] - . Гайдамакин Н. А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс: Учебное пособие. — М.: Гелиос АРВ, 2002. - 368 с.
- [49] - Зігунов, О. М. Організація баз даних в складі підсистеми технологічного моніторинга / О. М. Зігунов // Автоматика/Automatika-

2012 : XIX Міжнародна конференція з автоматичного управління, 26 - 28 вересня. – К. : НУХТ, 2012. – С. 366–367.

[50] - Микитенко, А. М. Формування системи управління власним капіталом підприємства / А. М. Микитенко // Наукові праці НУХТ. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 93-101.

[51] - Shvorov S., Komarchuk D., Ohrimenko P., Chyrchenko D. Methodical Framework of the Support and Decision-making System for the Collection and Disposal of Organic Raw Materials // Energy engineering and control systems. 2015. Vol. 1, Num. 1. С. 29-34

[52] - Чирченко, Д. В. Система інтелектуальної підтримки прийняття рішень при керуванні процесом збирання енергетичних культур для біогазових установок : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 «Інформаційні технології» / Дмитро Вячеславович Чирченко ; НУХТ. - К., 2017. - 23 с.

[53] - T. Ahamed, L. Tian, Y. Zhang, K. Ting, “A review of remote sensing methods for biomass feedstock production”. Biomass & Bioenergy, vol. 35, №7, pp. 2455-2469. July 2011.

[54] - Information support of the remote nitrogen monitoring system in agricultural crops / V. Lysenko, A. Opryshko, D. Komarchuk, N. Pasichnyk, N. Zaets, A. Dudnyk // International Journal of Computing. – Vol.17, No 1. – 2018.

[55] - Каталог Modicon M340 automation platform // [електронний ресурс] <https://www.schneider-electric.com/en/product-range/1468-modicon-m340/>

[56] - ПУПЕНА О.М., ЕЛЬПЕРІН І.В. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с

[57] - УДК 637.1: 339.13 І.В. Антонова, викладач кафедри маркетингу Східноєвропейського університету економіки та менеджменту
РОЗВИТОК МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УКРАЇНІ

- [58] - Об'єкти автоматизації в галузі. Курс лекцій для студ. напр. 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 1. – К.: НУХТ, 2013. – 136 с.
- [59] - Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв
- [60] - Ладанюк А.П. Системний аналіз складного об'єкта в задачах діагностики та координації [Текст] / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць // АВП – 2006. - №2. – С. 44-47.
- [61] - Статистический контроль. Контрольні карти Шухарта (ISO 8258:1991, IDT): ДСТУ ISO 8258-2001. / М. Шарапов (пер. і наук.-техн.ред.). - К. : Держспоживстандарт України, 2003. - V, 32 с. – (Національний стандарт України);
- [62] - Адлер Ю.П. Интерпретация контрольных карт Шухарта / Ю.П. Адлер, В.Л. Шпер – Режим доступу: <http://quality.eup.ru/MATERIALY7/kks.htm>;
- [63] - Власенко Л.О. Контрольні карти в статистичних методах аналізу та синтезу автоматичних систем регулювання / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2016. - № 256. – С. 61-68.
- [64] - Власенко Л.О. Дослідження стану та властивостей технологічних об'єктів з використанням методів сучасної теорії керування. Частина 1. Проведення статистичних діагностичних заходів / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК» / редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. – 2017. – Вип. 268. – С. 56-66.