

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут економіки, управління, права та
інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем та технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

на тему: **«Автоматизація виробничих та управлінських процесів на основі
комплексу інформаційних систем та технологій в аграрних підприємствах»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньою програмою
Інформаційні управляючі системи та
технології
спеціальності 126 Інформаційні
системи та технології
ступеня вищої освіти магістр
групи 126ІСТ_мд_2023
Омельяненко Максим Русланович
Керівник: Протас Надія Михайлівна
Рецензент: Муравльов Володимир
Вячеславович

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Актуальність теми. Протягом останніх десятиліть впровадження інформаційних технологій у різні сфери економіки стало невід'ємною складовою підвищення їх ефективності та конкурентоспроможності. Особливо важливим цей процес є для аграрного сектору, який відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни та підтриманні її економіки. Сучасні виклики, зокрема глобалізація, зміна клімату, зростання вимог до якості продукції та загострення конкуренції на ринках, вимагають нових підходів до управління виробничими процесами та ресурсами [1].

Роль інформаційних технологій у цьому контексті полягає не лише в автоматизації рутинних операцій, але й у забезпеченні ефективного аналізу даних, планування та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Завдяки впровадженню сучасних інформаційних систем, таких як ERP (системи планування ресурсів підприємства) [2], MES (системи управління виробничими операціями) [2] та SCADA (диспетчерські системи контролю і збору даних) [3], аграрні підприємства отримують можливість не лише оперативно реагувати на виклики, але й прогнозувати їх вплив на діяльність компанії.

Сьогодні в Україні аграрний сектор є одним із найбільш перспективних для впровадження інноваційних технологій [4]. Це обумовлено як його значним внеском у ВВП країни, так і необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів через обмеженість земельних та інших виробничих ресурсів. Водночас значна частина агропромислових підприємств усе ще використовує застарілі методи управління та обліку, що призводить до високих витрат, зниження продуктивності та відставання в темпах розвитку від підприємств, які вже інтегрували інформаційні системи.

Важливість автоматизації управлінських і виробничих процесів зумовлена також необхідністю адаптації до сучасних стандартів екологічної безпеки, якості продукції та вимог міжнародних ринків [5]. Зокрема, застосування інформаційних систем у виробництві дозволяє забезпечити повну прозорість процесів, покращити контроль за якістю продукції, оптимізувати логістичні процеси та підвищити швидкість прийняття управлінських рішень.

Наукові дослідження у сфері автоматизації виробничих процесів в аграрному секторі активно розвиваються. Роботи таких вчених, як [3, 6], висвітлюють теоретичні аспекти інтеграції інформаційних технологій у виробництво та практичний досвід їх застосування в умовах ринкової економіки. Водночас, залишається багато невирішених питань, пов'язаних із адаптацією існуючих систем до специфічних умов аграрних підприємств, розробкою більш ефективних алгоритмів управління та використанням інтелектуальних технологій для аналізу великих обсягів даних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Робота відповідає дослідженням в межах науково-дослідної роботи «Розвиток підприємництва: управлінські, економічні, інноваційна та правові аспекти» відповідно до договору №9 від 15.05.2023 р. між ТОВ «ПАФ Гарант» та Полтавським державним аграрним університетом.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження сучасних підходів до автоматизації технологічних процесів в аграрних підприємствах та розробка рекомендацій щодо впровадження інформаційних систем для підвищення їх ефективності.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

- аналіз сучасного стану інформаційного забезпечення в аграрному секторі;
- дослідження процесів проектування та впровадження автоматизованих систем управління;
- розробка та обґрунтування рекомендацій щодо впровадження SCADA-систем для оптимізації управлінських рішень у агропромислових підприємствах.

Об'єктом є інформаційні системи, що використовуються для автоматизації управлінських та виробничих процесів в аграрних підприємствах.

Предметом дослідження є методи та інструменти проектування і впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Методи дослідження – проведені в роботі дослідження базуються на методах системного аналізу, математичного моделювання, порівняльного аналізу та узагальнення теоретичних і практичних даних.

Інформаційна база кваліфікаційної роботи складається з наукових статей, міжнародних аналітичних видань і звітів, матеріалів наукових конференцій,

інтернет-ресурсів, що містять інформацію про використання інформаційних систем в аграрному секторі, а також даних про впровадження SCADA-систем у різних галузях.

Елементи наукової новизни полягають у розробці та дослідженні інтегрованих підходів до автоматизації технологічних процесів, включаючи використання програмованих логічних контролерів та сучасних інформаційних технологій.

Практична значущість роботи полягає в можливості повторного застосування та модифікації розробленого програмного забезпечення для автоматизації аналогічних виробничих процесів. Отримані результати можуть бути корисними для агропромислових підприємств, які прагнуть підвищити ефективність своєї діяльності шляхом впровадження автоматизованих систем управління.

Апробація результатів дослідження відбувалася шляхом оприлюднення доповідей на наукових конференціях, семінарах.

Публікації. За результатами проведеного дослідження опубліковано тези: «Автоматизація маркетингу для B2B-компаній в сфері промислової автоматизації»: Студентські роботи за науковою тематикою кафедри інформаційних систем та технологій: матеріали XXI щорічного міждисциплінарного семінару, 20 листопада 2024 р. Полтава; «Автоматизація логістичних процесів в аграрних підприємствах на основі інформаційних систем»: Матеріали науково-практичної конференції за підсумками проходження виробничої практики здобувачів вищої освіти ступеня вищої освіти «Магістр», 16 жовтня 2024 року, Полтава.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи логічно пов'язані з задачами досліджень. Робота містить перелік умовних позначень, вступ, три розділи основної частини, висновки, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг текстової частини дипломної роботи складає 66 сторінок формату А4. Вона містить 17 рисунків і 2 таблиці. У роботі використано 45 науково-технічних джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

1.1 Сутність, значення та особливості інформаційного забезпечення

Найважливішим чинником підвищення ефективності виробничих процесів у будь-якій галузі є покращення управління. Удосконалення форм і методів управління відбувається завдяки досягненням науково-технічного прогресу та розвитку інформатики, яка вивчає закони, методи й способи накопичення, обробки та передачі інформації за допомогою сучасних технічних засобів [7].

Інформаційно-технічні нововведення сприяють скороченню витрат і підвищенню ефективності управлінського апарату. Наприклад, розвиток телефонії, радіо, телебачення, персональних комп'ютерів, локальних і глобальних мереж, включно з Інтернетом, значно вдосконалив інформаційне забезпечення управлінських процесів на підприємствах. Зростання ролі інформації в управлінні фірмами зумовлено соціально-економічними змінами, технічними інноваціями та результатами наукових досліджень [8]. Науково-технічна революція зробила інформацію ключовим чинником у виробничих процесах. Вона є необхідною для функціонування сучасної техніки, підвищення кваліфікації працівників і забезпечення належної організації виробництва.

Покращення інформаційного забезпечення дозволяє досягти таких позитивних результатів [9]:

1. Економія витрат за рахунок:
 - зменшення фонду заробітної плати;
 - зниження витрат на комунальні послуги;
 - оптимізації вартості програмного забезпечення;
 - скорочення витрат на поштові послуги та оформлення договорів;
 - зменшення витрат на перерозподіл сировини.
2. Запобігання майбутнім витратам:

- уникнення зростання штату персоналу;
- зменшення обсягів обробки даних;
- зниження вартості обслуговування.

3. Отримання нематеріальних вигод:

- покращення якості інформації;
- підвищення продуктивності;
- покращення та прискорення обслуговування;
- створення нових виробничих потужностей;
- прийняття більш обґрунтованих рішень;
- посилення контролю;
- зменшення прострочених платежів;
- ефективніше використання програмного забезпечення.

Поняття «інформація» є досить широким. Сам термін походить від латинського «informare», що означає пояснення або повідомлення [11]. Процес передачі та отримання інформації ілюструє схема на рис. 1.1. Ця схема показує просту передачу інформації в одному напрямку.

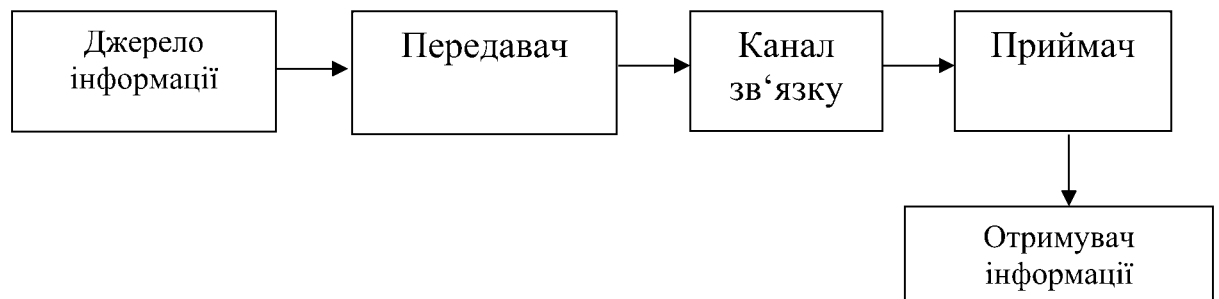


Рисунок 1.1 – Процес передачі та отримання інформації

Навіть у простій схемі передачі інформації через посередників можуть виникати затримки та спотворення даних. Крім того, інформація може змінюватися залежно від того, кому вона призначена. Наприклад, при передачі інформації від підлеглих до керівників вона узагальнюється, а при передачі від керівників до підлеглих – конкретизується. Швидка передача інформації з мінімальними

спотвореннями є ключовою для прийняття правильних управлінських рішень, що, своєю чергою, впливає на прибутковість організації.

В управлінських процесах інформація переміщується як вертикально (від керівника до підлеглих і навпаки), так і горизонтально (між підрозділами). Джерелом інформації можуть бути ринкові ціни, фінансові показники компанії або інструкції керівника, як це показано на рис. 1.2 [12].

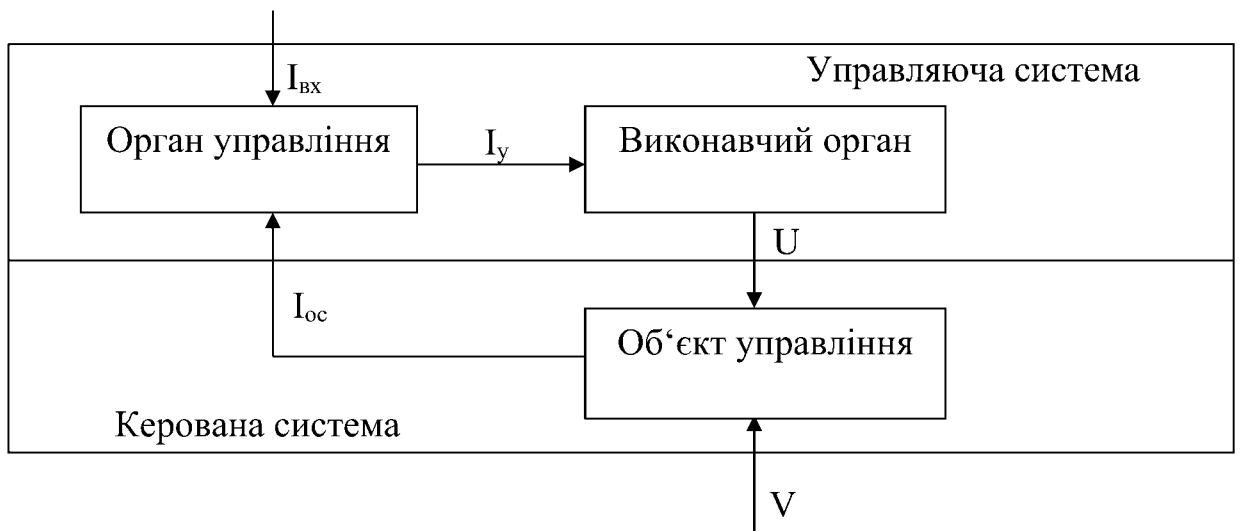


Рисунок 1.2 – Система управління об'єктом

Ефективність управлінських рішень залежить від багатьох факторів, зокрема:

- якості, достовірності та швидкості отримання інформації;
- знань, досвіду та особистих якостей керівника;
- рівня кваліфікації працівників;
- ринкової ситуації.

Менеджмент покладається на об'єктивну та своєчасну інформацію, яка збирається, обробляється та розповсюджується за допомогою сучасних наукових методів і технічних засобів [13]. Сучасні умови вимагають не тільки швидкого отримання точних даних, але й їх грамотного аналізу та застосування у прийнятті рішень. Інформація стає основою управлінського процесу.

Інформація – це сукупність відомостей, що зменшують невизначеність у процесі прийняття управлінських рішень [14]. Вона дозволяє не лише отримати

повні знання про досліджувані процеси, але й забезпечити контроль над виконанням ухвалених рішень. Крім економічних даних, інформаційне забезпечення управління включає технічну, технологічну та іншу інформацію. Основними джерелами інформації є планові, облікові та позаоблікові матеріали.

Планові джерела включають всі типи планів, нормативні матеріали, проектні завдання та інші документи [15]. Облікові джерела містять бухгалтерські, статистичні й оперативні дані, а також звітність. Інформація з облікових документів відіграє важливу роль у прийнятті управлінських рішень, забезпечуючи вчасний аналіз і коригування планів для досягнення кращих результатів.

З розширенням використання комп'ютерної техніки з'явилися нові джерела інформації, зокрема дані, збережені в пам'яті комп'ютерів. Також важливими є позаоблікові документи, що регулюють господарську діяльність, закони, накази, угоди, рішення судових органів, матеріали передового досвіду та інші джерела.

Великі компанії покладаються на внутрішньофірмові системи інформації для організації виробничих процесів і прийняття рішень. Інформація дозволяє не лише контролювати витрати, але й прогнозувати ринкові процеси та адаптуватися до змін [15].

Науково-технічна інформація також відіграє важливу роль у конкурентоспроможності фірми, оскільки вона містить відомості про нові наукові відкриття, технічні новинки та інші ключові аспекти розвитку галузі.

Таким чином, інформація є основою для підготовки звітів, пропозицій та ухвалення управлінських рішень. Вимоги до інформації включають стислість, точність, своєчасність та відповідність потребам керівництва.

1.2 Інформатизація менеджменту аграрних підприємств

Інформатизація управління аграрними підприємствами в сучасних умовах ґрунтується на широкому застосуванні інформаційних технологій та

обчислювальної техніки. Це багатогранний процес, що включає такі ключові аспекти [17]:

- створення техніко-технологічної бази з використанням новітніх інформаційних систем та сучасних засобів комунікації;
- організацію та оптимізацію інформаційних і обчислювальних процесів у виробництві та сфері надання послуг;
- розробку ефективних механізмів управління даними та інформаційного обслуговування;
- впровадження прогресивних методів управління інформаційною діяльністю з необхідним забезпеченням матеріально-технічної та організаційної бази.

Застосування інформаційних систем і технологій відкриває нові можливості для аграрних підприємств у підвищенні ефективності та гнучкості управлінських процесів. Це дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення, аналізувати широкий спектр факторів і значно підвищувати рівень управління.

Ефективне використання інформаційних систем в управлінні аграрними підприємствами залежить від таких факторів [18]:

- наявність відповідного програмного та апаратного забезпечення;
- підготовка кадрів до роботи з новими технологіями;
- адаптація середовища до застосування новітніх систем автоматизації.

Автоматизація процесів в аграрних підприємствах дозволяє знизити адміністративні витрати, підвищити точність планування, оптимізувати бухгалтерські та облікові операції, а також значно полегшити процеси управління персоналом і ресурсами.

У внутрішній інформаційній системі аграрних підприємств можуть використовуватися різні види техніки [19]:

- великі та персональні комп'ютери;
- мікропроцесори;
- телекомунікаційні засоби;
- автоматизовані системи для обробки текстової та цифрової інформації.

Завдяки застосуванню цих технологій можна одночасно обробляти великі обсяги текстової, цифрової та графічної інформації, що значно підвищує оперативність управлінських процесів. Наприклад, системи обліку та аналізу даних можуть допомагати контролювати виробничі процеси, відстежувати рух сировини та готової продукції, а також забезпечувати зручний доступ до інформації про працівників, фінансові операції та інші аспекти діяльності [21].

Завдяки розвитку систем телекомунікацій, аграрні підприємства мають можливість інтегрувати всі технічні засоби обробки інформації в єдину систему, що включає електронну пошту, інтернет, системи автоматизованого збору та обробки даних. Це значно полегшує взаємодію між різними підрозділами підприємства та забезпечує оперативний обмін інформацією.

В сучасних аграрних підприємствах автоматизовані системи можуть виконувати широкий спектр завдань: від моніторингу виробничих процесів до планування ресурсів і ведення обліку. Зокрема, комплексні інформаційні системи допомагають значно покращити ефективність управління за рахунок оптимізації документообігу, автоматизації звітності, покращення обслуговування клієнтів та підвищення продуктивності праці [23].

Загалом, впровадження інформаційних систем в аграрних підприємствах є важливим етапом розвитку, що дозволяє підвищити ефективність виробничих процесів, знизити витрати та забезпечити більш точне управління ресурсами. Автоматизація стає ключовим інструментом для підвищення конкурентоспроможності підприємств аграрного сектору в умовах цифрової економіки.

1.3 Шляхи вдосконалення інформаційної системи аграрного підприємства

Обсяг інформації, яку необхідно обробляти для прийняття ефективних управлінських рішень, сьогодні настільки великий, що давно перевищив людські

можливості. Сучасне управління великими підприємствами та виробничими комплексами потребує використання інформаційних технологій, розробки автоматизованих систем управління (АСУ), що вимагає впровадження нових математичних методів і спеціалізованих програмних продуктів [24].

Інформаційне забезпечення управлінських рішень вимагає відповідності низці ключових вимог. Це об'єктивність даних, аналітичність, єдність, оперативність, а також ефективність інформаційних потоків. Важливо, щоб інформація відповідала конкретним потребам керівництва, дозволяючи вивчати всі аспекти економічної діяльності підприємства, виявляти основні фактори та визначати внутрішні резерви для підвищення ефективності виробництва.

На сучасному підприємстві, системи інформаційного забезпечення постійно вдосконалюються. Це стосується як організації документообігу, так і впровадження нових технологій для обробки інформації. Основні завдання полягають не лише в забезпеченні бухгалтерського або планового обліку, але й в оперативному аналізі показників, що дозволяє швидко втручатися у виробничі процеси.

Однією з ключових вимог до інформаційних систем є єдність та інтегрованість даних. Це означає, що всі джерела інформації повинні бути узгодженими між собою, без дублювання чи відокремленості даних. Усі економічні явища та операції повинні реєструватися лише один раз і використовуватись у різних підсистемах: обліку, плануванні, контролі та аналізі. Для цього необхідно створювати інтегровані інформаційні системи, які дозволяють комплексно обробляти інформацію з усіх рівнів управління [25].

Ще одна важлива вимога до інформаційних систем – це оперативність. Ефективний аналіз можливий тільки тоді, коли керівництво отримує інформацію своєчасно і може швидко реагувати на зміни в діяльності підприємства. Сучасні засоби зв'язку та технології обробки даних надають можливість отримувати необхідні дані в реальному часі.

Рациональність інформаційних систем полягає у забезпеченні мінімальних витрат на збирання, зберігання та використання даних. З одного боку, для аналізу потрібно отримати повний обсяг інформації, а з іншого – надлишок інформації

може призвести до перевантаження системи та втрати часу на обробку даних. Тому інформаційні потоки мають бути оптимізовані з урахуванням корисності інформації.

Сьогодні в Україні активно розробляються та впроваджуються сучасні інформаційні системи, які відповідають потребам великих і середніх підприємств. Українські компанії, такі як IT-Enterprise, SoftServe, Terrasoft, Intecracy Group, створюють рішення для автоматизації бізнес-процесів, які вже успішно використовуються як у державному, так і в приватному секторі.

IT-Enterprise, наприклад, пропонує комплексні системи управління ресурсами підприємства (ERP), які дозволяють ефективно автоматизувати бухгалтерію, планування, виробництво та інші процеси [27]. Система IT-Enterprise відзначається високою гнучкістю та можливістю адаптації під конкретні потреби підприємств різних галузей, від машинобудування до харчової промисловості. Ця система широко використовується на великих виробничих підприємствах і забезпечує повний цикл управління від планування до контролю за виконанням.

SoftServe спеціалізується на розробці інноваційних рішень для фінансового сектору, охорони здоров'я та електронної комерції. Вони також активно працюють над проектами в галузі штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML), що дозволяє їхнім системам забезпечувати точний прогноз та оптимізацію бізнес-процесів [28].

Terrasoft відома своєю CRM-системою Creatio, яка допомагає бізнесам організувати та автоматизувати продажі, маркетинг і сервісні процеси. Ця платформа має вбудовані інструменти для бізнес-процесів, що дозволяють значно прискорити управлінські рішення та знизити витрати на адміністрування [29].

Ще один важливий гравець на ринку – Intecracy Group, яка спеціалізується на створенні рішень для кібербезпеки та автоматизації бізнесу. Їхні продукти активно використовуються в банківському секторі, охороні здоров'я, енергетиці та інших критично важливих галузях. Їхня система GovTech пропонує рішення для автоматизації державного управління, що допомагає підвищити прозорість та ефективність роботи органів влади [30].

Під час впровадження інформаційних систем перед підприємствами стоїть кілька важливих питань. Один із підходів – це самостійна розробка систем. Багато організацій починають із впровадження простих рішень на базі офісних програм, таких як Excel. Проте з часом ці інструменти стають недостатніми для комплексного управління даними. Розробка повноцінної системи вимагає значних інвестицій у часі та ресурсах, а також наявності кваліфікованих програмістів та менеджерів.

Іншим шляхом є придбання готових програмних продуктів. Сьогодні на українському ринку представлені численні програмні рішення для автоматизації бізнесу, як локальні, так і міжнародні. Наприклад, MeDoc – українська система для автоматизації управлінських та виробничих процесів, що є альтернативою системи 1С:Підприємство і активно використовується в різних галузях економіки. Ця система дозволяє вирішувати як бухгалтерські задачі, так і задачі з планування та контролю за виконанням.

Третій шлях – делегування впровадження та підтримки інформаційних систем зовнішнім компаніям, тобто аутсорсинг. Такий підхід має свої переваги, серед яких економія ресурсів, використання вже перевірених рішень та можливість отримати професійну підтримку. Проте цей варіант також має певні ризики, пов'язані з залежністю від зовнішніх постачальників послуг та можливими проблемами з безпекою даних.

Вибір інформаційної системи має базуватися на таких критеріях, як надійність, масштабованість, інтуїтивність інтерфейсу, можливості інтеграції з іншими системами, зокрема з електронним документообігом, та адаптованість до конкретних потреб підприємства. Важливим аспектом також є збереження інвестицій, тобто можливість розвитку системи та її адаптації під зміни бізнес-середовища без значних додаткових витрат.

Наприклад, інтеграція системи з електронним документообігом є одним із ключових факторів, що дозволяє оптимізувати процеси обміну інформацією всередині компанії. Це особливо актуально для великих підприємств, де обсяг

документообігу є значним і вимагає автоматизації для зниження витрат часу та ресурсів.

Сучасні українські інформаційні системи вже сьогодні здатні конкурувати з міжнародними аналогами, забезпечуючи високий рівень безпеки, надійності та гнучкості. Впровадження таких рішень дозволяє українським компаніям значно підвищити свою конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках, оптимізувати виробничі та управлінські процеси і, як результат, покращити загальну економічну ефективність діяльності.

1.4 Формування комплексної інформаційної системи аграрного підприємства

У процесі розвитку, підприємства аграрного сектору часто стикаються з низкою проблем, що можуть уповільнювати їх подальше зростання. Серед основних викликів можна виділити:

- застарілі методи управління починають давати збої, що знижує ефективність роботи;
- контроль виробничих процесів вимагає все більшої кількості персоналу, що тягне за собою зростання витрат і ускладнює управління;
- узгодження рішень займає дедалі більше часу, а інформація для ухвалення рішень часто запізнюється або зовсім відсутня;
- кількість фінансових операцій та управлінських рішень досягає рівня, коли важко відстежувати їхні причини та кінцеві результати.

Для успішного подолання цих труднощів і підвищення ефективності управління на підприємствах аграрної галузі все частіше застосовуються інформаційні системи. Впровадження таких систем вимагає комплексного підходу до вирішення технічних, адміністративних та організаційних завдань.

Основні етапи впровадження інформаційних систем:

1. Аналіз поточної ситуації та проектування майбутньої системи. Важливо провести детальний аналіз існуючих процесів, щоб створити ефективну модель інформаційної системи, яка відповідатиме потребам підприємства.

2. Налаштування та тестування системи. Після впровадження необхідно провести етап тестування для виявлення можливих помилок та проблемних місць.

3. Поетапне впровадження та навчання персоналу. Використання системи має бути впроваджене поступово, починаючи з підготовки адміністраторів і завершуючи запуском підсистем у різних відділах.

4. Консультаційна підтримка та адаптація. Важливо враховувати, що більшість вітчизняних систем, особливо російських, орієнтовані здебільшого на бухгалтерію, а не на менеджмент, що обмежує їх функціональність.

Вимоги до інформаційних систем для аграрних підприємств:

– швидкодія: інформаційна система повинна забезпечувати швидкий відгук при введенні, пошуку та обробці даних;

– захист даних: надійний захист від несанкціонованого доступу та реєстрація дій користувачів є критично важливими;

– інтеграція та масштабованість: система повинна бути здатна до інтеграції з іншими модулями та забезпечувати можливість розширення функціоналу;

– надійність та простота використання: висока надійність системи і зручний інтерфейс користувача є ключовими вимогами.

У контексті аграрних підприємств інформаційні системи відіграють важливу роль у підвищенні ефективності виробництва та управління. Використання сучасних технологій дозволяє оптимізувати процеси збору та аналізу даних, що значно скорочує час на прийняття управлінських рішень.

Більшість аграрних підприємств стикаються з такими проблемами, як неповна інтеграція між підрозділами, низька ефективність використання ресурсів і затримки в обробці даних. Застосування інформаційних систем допомагає вирішити ці питання шляхом автоматизації основних процесів, таких як контроль за якістю продукції, планування посівних робіт, управління постачанням ресурсів тощо.

На прикладі аграрних підприємств, таких як «Мрія» та «Астарта», можна відзначити успішне впровадження інтегрованих інформаційних систем. Завдяки автоматизації виробничих процесів ці компанії досягли значного підвищення продуктивності та зниження витрат. Наприклад, компанія «Астарта» використовує сучасні системи для управління земельними ресурсами та моніторингу сільськогосподарської техніки, що дозволяє контролювати всі етапи виробництва в режимі реального часу.

Успіх впровадження інформаційних систем залежить не тільки від технічної складової, але й від глибокого реінжинірингу існуючих бізнес-процесів. Просте перенесення існуючих процесів у нову систему без їх оптимізації не призводить до бажаних результатів. Тому перед впровадженням інформаційної системи важливо переглянути й модернізувати всі управлінські та виробничі процеси, що дозволить максимально використати можливості сучасних технологій.

Успішне впровадження інформаційних систем дозволяє аграрним підприємствам досягти значного підвищення ефективності управління, скорочення витрат та прискорення процесів прийняття рішень. Це особливо важливо в умовах зростаючої конкуренції на ринку та необхідності швидкої адаптації до змін у зовнішньому середовищі.

Висновки до розділу 1

У першому розділі було розглянуто сценарії проєктування архітектури сучасних інформаційних систем, включно з особливостями інформаційного забезпечення та його впливом на управлінські процеси. Визначено ключові аспекти інформатизації аграрних підприємств, зокрема важливість застосування інформаційних технологій для підвищення ефективності управління виробничими процесами. Проаналізовано сучасні системи автоматизації, їх впровадження та вимоги до інформаційних систем аграрного сектору, а також запропоновано шляхи

вдосконалення інформаційних систем для підвищення ефективності роботи підприємств.

Проектування архітектури сучасних ІС є багатогранним процесом, що враховує різні аспекти – від технологічного до організаційного. Ефективність створених рішень значною мірою залежить від вибору методології, адаптації до специфіки галузі та впровадження інноваційних технологій. Ці аспекти створюють основу для подальших досліджень і розробок у сфері інформаційних систем.

На основі проведеного аналізу сформульовано загальне завдання, яке полягає в автоматизації виробництва та впровадженні інформаційних систем для підвищення ефективності управління аграрними підприємствами. Загальне завдання розділено на три часткові задачі, дві з яких розглянуті у наступних розділах.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

2.1 Особливості етапів проєктування та автоматизації технологічних процесів

Основним завданням автоматизованих систем керування технологічними процесами є визначення оптимального рівня та обсягу автоматизації. Проєктна документація для таких систем розробляється відповідно до державних і галузевих стандартів.

Проєкти автоматизації створюються на основі технічного завдання, яке складається замовником. Це завдання повинно включати такі дані: назву підприємства, підставу для проєктування, перелік цехів, апаратів та агрегатів, що підлягають автоматизації, етапи проєктування, технологічні схеми виробництва за видами продукції з описом основного обладнання та комунікацій. Також до завдання необхідно додати перелік контрольованих і регульованих параметрів із зазначенням їхніх номінальних значень та допустимої точності вимірювання, а також показники якості регульованих параметрів, як-от час регулювання, максимальне відхилення та ступінь загасання. Іншими важливими елементами є креслення виробничих приміщень із розташуванням обладнання та комунікацій, а також щитів і пультів керування; схеми енергопостачання та управління електроприводами; схеми водопостачання й повітропостачання та інші особливі умови (вибухо- чи пожежонебезпека).

Проєктування автоматизації проводиться у два етапи: технічний проєкт і робоча документація. У випадку простих технологічних процесів або використання типових проєктів, процес проєктування може бути скорочений до однієї стадії.

Технічний проєкт включає схеми автоматизації технологічних процесів, плани розташування щитів і пультів, заявки на прилади та засоби автоматизації, а також пояснювальну записку. На стадії робочих креслень уточнюються та

деталізуються всі рішення: розробляються електричні й пневматичні схеми контролю, автоматичного регулювання, управління, сигналізації та живлення; загальні вигляди щитів і пультів; схеми зовнішніх електричних і трубних мереж; специфікації обладнання та матеріалів.

Для скорочення термінів, зниження витрат і підвищення якості проєктної документації використовуються системи автоматизованого проєктування (САПР) для систем автоматизації. САПР представляє собою набір комп'ютерних програм, які забезпечують виконання різних завдань на кожному етапі проєктування. Наприклад, це може бути розрахунок елементів і засобів автоматизації, аналіз і синтез автоматичних систем регулювання, а також часткове оформлення графічної й текстової частини проєкту.

2.2 Основні вимоги та особливості проєктування технічної схеми автоматизації виробництва

Схема автоматизації (СА) є важливим технічним документом, що фіксує рішення з автоматизації певних технологічних процесів і включає опис обладнання, приладів та засобів автоматизації. Вона є невід'ємною частиною проєкту автоматизації та забезпечує комплексне відображення процесів і технологій, які підлягають автоматизації. У процесі розробки СА вирішуються питання збирання інформації про стан об'єкта управління, вимірювання, контролювання, сигналізації технологічних параметрів, а також автоматизації керування обладнанням.

Ключовим завданням під час розробки СА є забезпечення контролю та управління всіма параметрами, необхідними для безпечного та ефективного функціонування виробництва. На кожній стадії проєктування вирішуються питання, пов'язані з розміщенням засобів автоматизації, розробкою технологічних схем та вибором приладів. Враховуються також умови експлуатації об'єкта, зокрема пожежо- та вибухонебезпека, токсичність і агресивність середовища.

Особлива увага приділяється точності й швидкодії засобів автоматизації, відстані між первинними вимірювальними перетворювачами та виконавчими механізмами, а також умовам експлуатації обладнання. На етапі проектування враховується сучасний рівень розвитку галузевих технологій, що дозволяє застосовувати передові методи автоматизації.

Схеми автоматизації зазвичай розробляються для кожного структурного підрозділу виробництва окремо. На таких схемах умовними позначеннями зображують обладнання, контрольно-вимірювальні прилади та засоби автоматизації, які використовуються в технологічному процесі. У верхній частині СА зображується технологічна схема, яка показує розташування обладнання та основних вузлів, що відповідають за виконання процесів автоматичного контролю та управління. Технологічне обладнання на схемі представлено умовно, що дозволяє спростити розуміння основних функцій і взаємозв'язків між його елементами.

Також на схемах зазначаються основні комунікації, трубопроводи та системи управління. Зазначаються технологічні параметри, такі як тиск, температура, рівень рідини та інші важливі параметри, що контролюються за допомогою приладів автоматизації. Для кожного технологічного процесу передбачаються засоби регулювання та сигналізації, які необхідні для стабільної роботи об'єкта. Всі ці засоби показуються на схемі умовними позначеннями. Основна увага приділяється точності виконання креслення, оскільки від цього залежить правильність подальшого встановлення обладнання.

СА включає графічне зображення приладів та засобів автоматизації, що виконуються за стандартами, такими як ГОСТ 21.404-85. Графічні позначення засобів автоматизації відображаються у вигляді кіл, у яких зазначаються функціональні та вимірювальні параметри приладів. Це забезпечує наочність і полегшує інтерпретацію схем фахівцями. Літерні позначення використовуються для вказування вимірюваних або регульованих величин. Наприклад, температура позначається літерою «Т», тиск – «Р», витрата – «F».

На додаток до літерних позначень, у схемі використовуються цифрові коди для деталізації характеристик приладів та інших засобів автоматизації. Для кожного технологічного процесу та середовища, яке в ньому використовується, передбачені відповідні позначення. Так, наприклад, на трубопроводах, що транспортують рідини чи гази, вказуються стрілки, які показують напрям потоку.

Для позначення властивостей середовища на трубопроводах застосовуються літерні індекси, що уточнюють тип рідини або газу. Наприклад, вода тепла може позначатися як «1т», холодна вода – як «1х», гаряча вода – як «1г». Усі ці позначення стандартизовані та відповідають діючим нормам.

У процесі розробки СА особлива увага приділяється зображенню технологічних трубопроводів та обладнання, яке функціонує в автоматизованій системі. Важливими елементами є запірні та регулюючі арматури, які зображуються на схемах для вказання місця їх встановлення. Це дозволяє забезпечити повне уявлення про технологічний процес, який автоматизується, а також про взаємозв'язки між обладнанням і системами управління.

Схеми СА також відображають місця розташування приладів на щитах та пультах управління. Важливою умовою проектування є оптимальне розміщення приладів, яке забезпечить зручність в експлуатації та мінімальну кількість помилок під час роботи з ними. Крім того, проекти СА мають передбачати можливість подальшого розширення функціональних можливостей систем управління.

При розробці схем автоматизації особлива увага приділяється сигналізаційним приладам, які сповіщають про перевищення або зниження граничних значень певних параметрів. Для їх позначення використовуються додаткові символи, такі як «Н» для високих значень і «L» для низьких. Це забезпечує швидку інтерпретацію показників і своєчасне реагування на зміни в процесах.

У схемах також використовуються умовні позначення перетворювачів сигналів та обчислювальних пристроїв. Ці елементи відповідають за перетворення різних типів енергії та сигналів і відіграють важливу роль у роботі автоматизованих систем. Перетворювачі можуть працювати з різними видами енергії, такими як

електрична, пневматична або гідравлічна, а також обробляти аналогові або дискретні сигнали.

Всі прилади та засоби автоматизації на схемі СА мають власну нумерацію. Вона допомагає ідентифікувати кожен елемент у проєкті та відповідає замовленій специфікації. Нумерація виконується за порядком, починаючи з первинних вимірювальних перетворювачів і закінчуючи регулювальними органами. Це спрощує процес монтажу та налаштування обладнання на виробництві.

Для кожного елемента СА визначається точне місце розташування на щитах і пультах управління. Це дозволяє уникнути помилок під час монтажу та налаштування автоматизованих систем, а також забезпечує ефективність їх роботи.

Схема автоматизації є ключовим документом, який забезпечує наочність і зрозумілість технічних рішень у проєкті автоматизації. Вона допомагає забезпечити чіткий контроль над технологічними процесами та оптимізувати роботу обладнання. СА містить усі необхідні позначення для управління системою автоматизації, а також гарантує відповідність сучасним стандартам і вимогам.

Проєктування СА вимагає комплексного підходу, що враховує специфіку технологічних процесів і забезпечує безпеку та ефективність виробництва. Завдяки цьому автоматизація виробництв стає більш ефективною, а управління технологічними процесами – більш надійним і точним.

2.3 Основні вимоги до автоматизованих систем керування технологічними процесами

Для ефективного керування дискретними виробничими процесами на підприємствах аграрного та агропромислового сектору необхідно застосовувати нові підходи та технології, що інтегрують автоматизоване управління. Ці системи складаються з трьох основних елементів: обробки інформації в режимі реального часу через спеціальні термінали, головного терміналу (диспетчерський пульт керування) та комунікаційних каналів. Інтегровані системи мають бути тісно

пов'язані з корпоративними системами управління, такими як MES та ERP. Це дозволяє автоматизувати як виробничі, так і економічні та технологічні процеси, забезпечуючи злагоджене функціонування підприємства. Автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСУТП) забезпечують ефективне збирання, зберігання та аналіз інформації, формуючи єдину інформаційну систему, яка охоплює всі підрозділи підприємства.

Ці системи повинні функціонувати безперебійно на всіх етапах виробництва – від підготовки сировини (вирощування та збирання цукрового буряка) до його логістики та переробки. Важливою особливістю сучасних АСУТП є можливість отримання даних про виробничий процес з будь-якого комп'ютера на підприємстві. Це є необхідною умовою для управління складними технологічними процесами, які можуть бути розташовані на значних територіях, віддалених один від одного на кілька кілометрів.

Сьогоднішні вимоги до систем автоматизованого керування включають не лише максимізацію продуктивності та мінімізацію витрат на сировину, але й постійну адаптацію до змін технологій на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві цукру з цукрових буряків. Важливо, щоб АСУТП відповідали вимогам гнучкості, масштабованості, відкритості архітектури, резервування, продуктивності та підключення до зовнішніх систем.

Гнучкість АСУТП означає можливість зміни архітектури системи без заміни обладнання та програмного забезпечення. Це дозволяє проводити модифікації відповідно до потреб виробництва. Масштабованість передбачає можливість запуску проекту на одному комп'ютері або невеликій мережі, а згодом його розширення до рівня всього підприємства без необхідності зміни системної конфігурації.

Відкритість архітектури означає підтримку стандартів та технологій, що дозволяють модернізувати систему силами власних фахівців. Це також включає можливість використання стороннього обладнання, програмного забезпечення та засобів зв'язку. Важливим елементом системи є резервування – створення

багатократних резервних копій даних і процесів. Резервування забезпечує надійність і стійкість системи навіть у разі відмови окремих компонентів.

Продуктивність сучасних АСУТП визначається використанням мультизадачного ядра реального часу, яке може обробляти великі обсяги даних і забезпечувати швидкий відгук навіть при значному збільшенні параметрів системи. Такі системи можуть керувати кількома процесами одночасно, обробляючи інформацію з кількох технологічних ділянок.

Захист від несанкціонованого доступу є ще одним критичним елементом АСУТП. В системі передбачається використання паролів і розподілу прав доступу, що дозволяє обмежити коло осіб, які мають можливість вносити зміни до технологічного процесу або переглядати конфіденційну інформацію.

АСУТП повинні мати можливість підключення до зовнішніх систем, таких як DECPDP, IBM AS400, UNIX або SUN. Це забезпечується завдяки використанню драйверів введення та виведення інформації. Всі драйвери повинні бути 64-розрядними, що дозволяє підключати велику кількість пристроїв, включаючи ПЛК, мікроконтролери та інші елементи, що входять до складу системи.

Для керування системами АСУТП використовуються оператори-диспетчери. Диспетчерські пункти виконують функції прийому інформації від контролерів нижчого рівня та датчиків, зберігання цієї інформації в архівах, графічного відображення перебігу технологічних процесів, реєстрації подій та аварійних ситуацій. Оператори також передають команди контролерам і виконавчим механізмам для коригування роботи системи.

Основні функції диспетчерських пунктів включають відображення архівної інформації, можливість порівняння даних у різних формах та повідомлення персоналу про виникнення аварій. Відповідно, система здатна забезпечувати ефективне управління виробничими процесами, своєчасно виявляючи проблеми та допомагаючи оператору реагувати на них у найкоротші терміни.

Автоматизовані системи управління є необхідним елементом сучасних підприємств харчової промисловості. Вони дозволяють підвищити ефективність виробництва, знизити витрати на сировину, а також забезпечують високу

продуктивність і надійність технологічних процесів. Завдяки можливості інтеграції з різними бізнес-системами, такими як MES та ERP, АСУТП створюють єдину інформаційну мережу, що охоплює всі підрозділи підприємства, забезпечуючи злагоджене функціонування всього виробничого механізму.

2.4 Склад та функції диспетчерських систем у аграрній промисловості

Диспетчер в багаторівневій автоматизованій системі управління технологічними процесами виконує надзвичайно важливу роль у забезпеченні безперервної роботи обладнання. Його основною задачею є отримання інформації через монітор комп'ютера або інші електронні системи відображення інформації і вплив на віддалені об'єкти за допомогою телекомунікаційних каналів, контролерів та інтелектуальних механізмів. Завдяки новітнім технологіям диспетчери мають змогу керувати процесами, що відбуваються на значних відстанях від контрольних центрів, забезпечуючи безпечне та стабільне функціонування виробництва.

Ключовою частиною роботи диспетчера є обробка та управління інформацією, яка надходить з різних елементів системи. Цей процес включає збирання, передачу, обробку, відображення і представлення інформації, що є основою для прийняття ефективних рішень у реальному часі. Для прикладу можна розглянути проектування автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) на аграрному підприємстві, де диспетчер здійснює контроль за всіма етапами виробництва, наприклад, від збирання буряків до їх обробки та переробки.

Диспетчер має бути не лише добре обізнаним у виробничих процесах, але й володіти навичками роботи з інформаційними системами, а також вміти приймати рішення в екстрених або аварійних ситуаціях. Його роль полягає в моніторингу та оперативному реагуванні на будь-які порушення або відхилення у технологічному процесі. В умовах сучасної промисловості диспетчер виступає головною фігурою, що керує складними системами виробництва.

Технологічні процеси у аграрній промисловості, наприклад, на цукрових заводах, несуть певні ризики, оскільки вони є потенційно небезпечними. Виникнення аварій може призвести до серйозних наслідків – як людських жертв, так і значних матеріальних та екологічних збитків. Основною причиною аварій найчастіше є помилка людини, спричинена відсутністю новітніх систем контролю параметрів, недостатньо надійними комп'ютерними системами управління або низьким рівнем автоматизації процесів.

З метою зниження ризиків та підвищення надійності систем керування, підприємства впроваджують нове покоління автоматизованих систем, орієнтованих на диспетчерів-операторів. Такі системи дозволяють звести до мінімуму людські помилки та підвищують ефективність управління виробничими процесами. Одним з найважливіших досягнень у цій сфері стала концепція SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), яка поєднує управління технологічними процесами з можливостями збору та обробки даних у режимі реального часу (рис. 2.1).

SCADA System

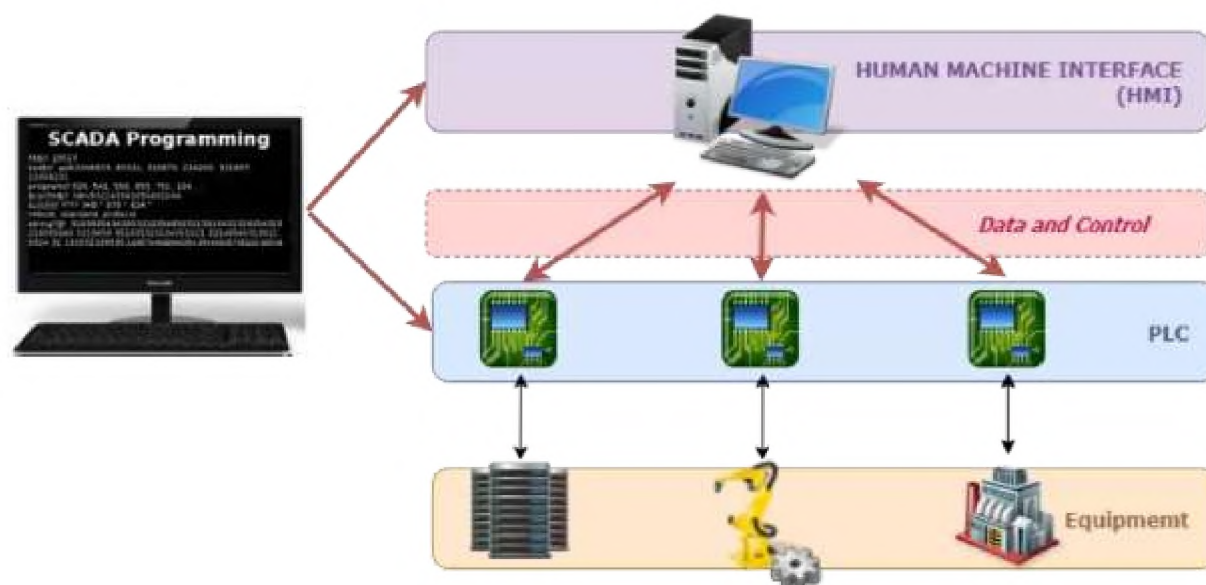


Рисунок 2.1 – Базові компоненти SCADA-системи

До 1990-х років SCADA-системи переважно використовувалися для створення інтерфейсів операторів та реєстрації даних про виробничі процеси. Проте із розвитком цих технологій промислові підприємства та системні інтегратори отримали можливість використовувати значно ширший функціонал SCADA-систем для автоматизації різноманітних виробничих завдань. Завдяки сучасним SCADA-пакетам забезпечується інтеграція з виробничими процесами через сервери введення-виведення, що дозволяє підключати до систем різнотипне обладнання.

Однією з ключових особливостей SCADA-систем є їхня здатність взаємодіяти з датчиками, промисловими контролерами та механізмами керування в режимі реального часу. Дані, що надходять від різних пристроїв, зберігаються у базі даних системи, де вони можуть бути оброблені відповідно до заданих алгоритмів. Це дає змогу реалізовувати автоматизовані системи управління, а також аналізувати та оптимізувати роботу обладнання.

Сучасні SCADA-системи також включають функції автоматичного виявлення та реєстрації аварійних сигналів, що дозволяє диспетчерам своєчасно реагувати на загрози. Сигнали тривоги можуть відображатися на екрані, записуватися у журнали або бути доступними для декількох операторів одночасно, що значно підвищує оперативність управління процесами. Для додаткового захисту систем SCADA передбачено механізми резервування, що дозволяє уникнути втрат у випадку виходу з ладу окремих компонентів системи.

Також SCADA-системи забезпечують можливість архівування даних для подальшого аналізу або відновлення виробничих процесів. Архівовані дані можуть використовуватися для створення звітів, які включають оперативну інформацію про виробничі показники, а також результати математичних розрахунків. Звіти можуть зберігатися у базах даних, роздруковуватися або переглядатися на екрані комп'ютера для подальшого аналізу.

Захист від несанкціонованого доступу до SCADA-систем забезпечується за допомогою багаторівневих систем паролів та привілеїв користувачів, що дозволяє забезпечити високий рівень безпеки. Кожен користувач має індивідуальні права

доступу до певних частин системи, залежно від його ролі та функціональних обов'язків. Завдяки цьому забезпечується ефективний контроль за роботою системи та запобігається доступ до критично важливих даних стороннім особам.

2.5 Архітектура автоматизованої системи управління технологічними процесами на прикладі цукрового виробництва

На рис. 2.2 зображено багаторівневу автоматизовану систему управління технологічними процесами (АСУТП) цукрового заводу, що використовує цукровий буряк як сировину. Ця система впроваджена на аграрному підприємстві та має клієнт-серверну архітектуру з резервуванням виділених серверів. Розглянемо склад і призначення компонентів цієї АСУТП.

На нижньому рівні автоматизованої системи управління технологічними процесами застосовуються такі компоненти:

1. Контрольно-вимірювальні прилади, які використовуються для моніторингу технологічних процесів:

1.1. Контроль якості вирощування цукрових буряків, включаючи оцінку виконаних робіт та вимірювання рівня цукристості буряка.

1.2. Контроль за роботою виробничих агрегатів, таких як витрати пального, продуктивність, витрати матеріалів і якість буряків.

1.3. Моніторинг роботи дільниці №1, яка відповідає за транспортування буряків і роботу автосамоскидів.

1.4. Контроль за процесом завантаження самоскидів на відповідних пунктах.

1.5. Моніторинг першої стадії зберігання буряка, його очищення та миття.

1.6. Оцінка стадії подрібнення буряка.

1.7. Контроль параметрів дифузії соку.

1.8. Контроль параметрів на стадії очищення соку (дефекосатурації).

1.9. Моніторинг випаровування.

1.10. Контроль за процесом кристалізації та виробництва білого цукру.

1.11. Контроль параметрів процесу сушки.

2. Виконавчі механізми, які необхідні для управління технологічними процесами на ділянці №1 та різних стадіях виробництва цукру з буряка.

3. Перетворювачі сигналів, що забезпечують зв'язок між датчиками та виконавчими механізмами, а також програмними контролерами.

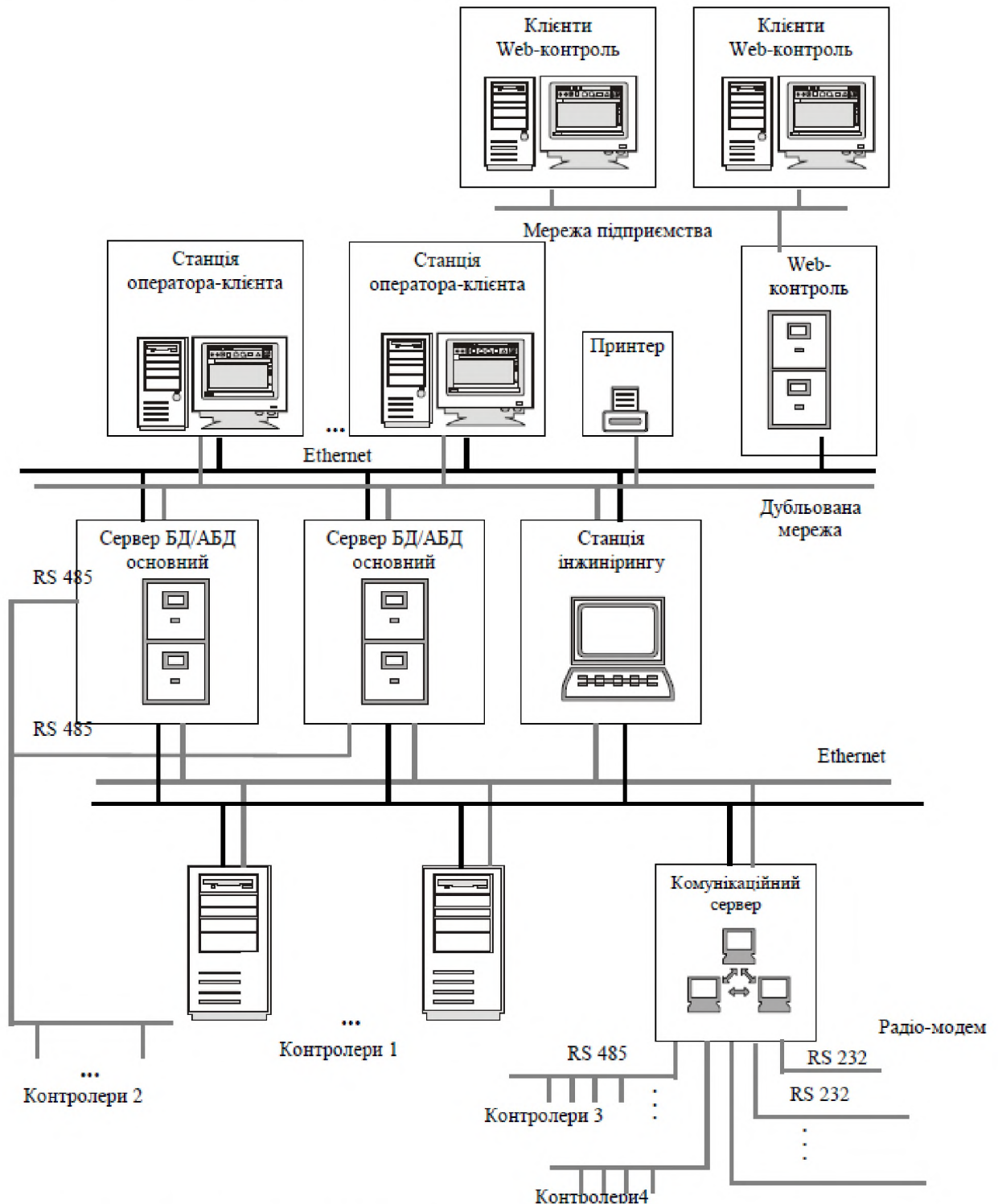


Рисунок 2.2 – Архітектура SCADA-системи цукрового виробництва

4. Контролери, що відповідають за введення, обробку і виведення сигналів від датчиків та інших елементів системи.

5. Локальна обчислювальна мережа (ЛОМ) з пропускною здатністю 100 Мбіт/сек і забезпеченням 100% "гарячого" резервування для безперервної роботи.

На середньому рівні автоматизованої системи використовуються такі компоненти:

1. Сервери оперативної та архівної бази даних (БД/АБД), які функціонують на основі персональних комп'ютерів або серверів, оснащених кольоровими графічними моніторами, клавіатурами та промисловими маніпуляторами типу "мишка". Ці сервери відповідають за зберігання та обробку даних.

2. Дубльована ЛОМ з пропускною здатністю 100 Мбіт/сек з 100% "гарячим" резервуванням.

3. Станція інжинірингу, що працює на базі персонального комп'ютера і дозволяє виконувати діагностику контролерів, їх модулів та оновлення програмного забезпечення (ПЗ) в режимі on-line. Станція також надає можливість керувати процесом завантаження програмного забезпечення на контролери.

Верхній рівень системи автоматизації управління процесами на заводі включає наступні компоненти:

1. Станції операторів та диспетчерів, що забезпечують контроль над технологічними процесами на різних дільницях заводу (№1, №2,..., N). Вони працюють на персональних комп'ютерах з кольоровими моніторами, функціональними клавіатурами та маніпуляторами типу "мишка".

2. Дубльована ЛОМ з пропускною здатністю 100 Мбіт/сек із "гарячим" резервуванням.

3. Принтери, підключені через сервер друку до локальної мережі заводу.

4. Клієнти Web-контролю, що дозволяють начальникам дільниць, головному механіку, головному енергетику та іншим керівникам моніторити технологічний процес через веб-браузери за допомогою стандартних засобів Internet/Intranet.

Сервери оперативної та архівної бази даних є невід'ємною частиною АСУТП. Вони базуються на промислових комп'ютерах з операційними системами Windows

або Linux, і для підвищення надійності роботи можуть використовувати Raid-масиви для збереження даних. Ці сервери забезпечують збирання, обробку і збереження оперативної та архівної інформації, а також її надання користувачам верхнього рівня (операторам і диспетчерам) в режимі клієнт-сервер.

Основні функції серверів БД/АБД:

1. Індикація стану технологічного процесу на екранах операторських станцій у вигляді мнемосхем та окремих параметрів технологічного процесу для визначених зон.

2. Індикація та сигналізація про вихід параметрів за допустимі технологічні межі та аварійні ситуації з одночасною звуковою сигналізацією.

3. Дистанційне керування виконавчими механізмами та приводами, а також зміна параметрів регуляторів.

4. Дистанційна діагностика локальних мереж і станцій управління, резервування серверів, а також корекція часу всіх підключених до системи абонентів.

5. Збереження та відображення архівних даних, включаючи тренди, журнали подій та документи, що стосуються роботи об'єкта. Архівування здійснюється на жорстких дисках комп'ютерів та на зовнішніх носіях, таких як магнітооптичні диски.

6. Протоколювання дій операторів та інших нештатних ситуацій у відповідних журналах для подальшого аналізу та зберігання інформації.

7. Накопичення історії параметрів процесу з можливістю перегляду даних у вигляді графіків або таблиць і друку їх на принтерах.

8. Формування змінних та добових рапортів, а також інших необхідних документів для забезпечення звітності.

9. Система доступу із паролями та правами користувачів для захисту інформації від несанкціонованого доступу.

Додаткові функції серверів БД/АБД:

1. Зеркалізація даних з основного сервера на резервний для забезпечення надійності та безпеки інформації.

2. Архівація друківаних документів із можливістю їх подальшого перегляду на екрані або роздрукування.

3. Контроль доступу до системи через парольну систему з визначенням прав користувачів залежно від їх ролей у процесі управління технологічним процесом.

Таким чином, багаторівнева АСУТП забезпечує ефективне управління всіма етапами виробництва на цукровому заводі, від збирання сировини до випуску готової продукції, завдяки використанню сучасних технологій, резервування та захисту даних.

2.6 Протоколи обміну інформацією між компонентами автоматизованої системи управління технологічними процесами

Розглянемо більш детально обмін інформацією між програмно-апаратними засобами нижнього рівня АСУТП. Система збору даних та управління є універсальною платформою, яка підтримує необхідні механізми обміну даними з обладнанням виробників, таких як Siemens, Allen-Bradley, Motorola та інших. Під час інформаційного обміну враховуються особливості різних промислових мереж, таких як Profibus, Fieldbus, Modbus, тощо. Широко використовуються стандартні механізми обміну даними, зокрема OPC (OLE for Process Control), що є стандартом взаємодії для керування даними, заснованим на об'єктній моделі COM/DCOM від компанії Microsoft.

OPC є найбільш універсальним засобом організації взаємодії між різними джерелами і отримувачами даних, такими як пристрої, бази даних і системи візуалізації інформації про контрольований об'єкт автоматизації. Стандарт OLE for Process Control є загальноприйнятим і підтримується усіма провідними розробниками SCADA-систем і виробниками обладнання. OPC ґрунтується на клієнт-серверній моделі, яка показана на рис. 10.4. OPC забезпечує інтерфейс між програмами-клієнтами та серверами за допомогою стандартного механізму OLE,

який реалізує зв'язок між джерелами даних (серверами) та їх отримувачами (клієнтами).

OPC-клієнт, наприклад SCADA-система, викликає певні функції OPC-сервера і підписується на отримання даних із визначеною періодичністю. У свою чергу, OPC-сервер опитує фізичний пристрій, викликає відповідні функції клієнта і передає йому отримані дані. Таким чином, OPC-сервер створює свого роду абстрактний рівень для обладнання, дозволяючи OPC-клієнту записувати та зчитувати дані з пристрою. Пристрої введення-виведення, для яких існують OPC-сервери, можуть працювати з будь-якою сучасною SCADA-системою.

Тепер розглянемо структуру програмного забезпечення верхнього рівня. Система збору даних та оперативного диспетчерського управління є прикладною Windows-програмою, яка була розроблена з урахуванням специфіки проектування систем керування дільницями та стадіями виробництва цукру, а також підрозділами, що займаються виробництвом пудри та інших сортів цукру.



Рисунок 2.3 – Взаємодія прикладних програм з декількома серверами OPC

Система має модульну відкриту архітектуру, що показана на рис. 2.3. Функціональні компоненти клієнтів взаємодіють із апаратним забезпеченням нижнього рівня через комунікаційний сервер. Цей сервер може бути представлений як стандартним OPC-драйвером, так і спеціально розробленим рішенням, яке

підтримує інтерфейс із засобами автоматизації (наприклад, кожного механізму, що функціонує на підприємстві) на рівні протоколу інформаційного каналу.

2.7 Концепція автоматизації виробництва цукру на основі сучасного обладнання

Розглянемо концепцію автоматизації виробництва цукру на основі сучасного обладнання автоматизації. Першим кроком є детальне вивчення технологічного процесу виготовлення цукру. Типовий триступеневий процес виробництва цукру широко використовується на багатьох цукрових заводах в Україні.

На наступному етапі здійснюється систематизація локальних технологічних процесів як об'єктів керування. Проектувальник чітко визначає завдання для керування кожним із технологічних процесів, а також визначає необхідну кількість інформаційних і керуючих параметрів, збурень і вихідних сигналів для кожного процесу.

У процесі дослідження об'єктів керування (ОК), експертна група встановила, що для автоматизації складних нелінійних процесів цукрового виробництва важливо автоматично підтримувати технологічні параметри таких процесів, як дифузія, очищення, випарювання соку та кристалізація. Зокрема, експерти підкреслили важливість підтримки оптимальних теплових режимів для забезпечення ефективної роботи обладнання на різних технологічних ділянках заводу.

Експерти також виявили, що існуючі системи автоматизації на багатьох технологічних ділянках не забезпечують необхідної якості продукції. Недостатня точність підтримки технологічних режимів призводить до підвищених витрат енергоресурсів і зниження загальної продуктивності. На цьому етапі визначаються основні вимоги до систем автоматизації, щоб досягти:

- максимального виходу продукції;
- економічної ефективності.

Наприклад, основними вимогами до систем автоматизації відділення дифузії є створення безпечних і ефективних умов для максимального виходу дифузійного соку відповідної концентрації зі стружки. Також необхідно забезпечити роботу обладнання з відповідною продуктивністю, одночасно підвищуючи економічність процесу. Введення в експлуатацію автоматизованої системи управління дифузійною установкою дозволяє досягти економічного ефекту за рахунок підвищення продуктивності, збільшення концентрації цукру в соку та зменшення витрат енергії й палива.

На третьому етапі експерти аналізують процеси оптимізації виробництва, обирають і обґрунтовують критерії оптимальності. Після аналізу технічних, економічних і екологічних показників експерти встановлюють ключові фактори, необхідні для їх розрахунків. Визначаються критеріальні залежності між технічними, діагностичними і регульовальними параметрами процесів дифузії, дефекосатурації, випарювання та кристалізації. Ці залежності засновані на законах збереження тепла та маси, які застосовуються до тепло- і гідротехнічних процесів у виробництві цукру.

Експерти детально досліджують:

1. Технічні показники: продуктивність, надійність, вихід продукції, якість сировини тощо;
2. Економічні аспекти: прибутковість, рентабельність, собівартість, матеріальні витрати на одиницю продукції;
3. Екологічні фактори: безпечність продукції та мінімізація впливу на довкілля.

Всі ці критерії впливають на узагальнений показник – собівартість виробництва 1 тонни цукру.

Четвертий етап – формулювання попередніх висновків. На цьому етапі експерти узагальнюють результати. Технологічний процес виробництва цукру характеризується такими основними величинами, як вихід соку і пари (G , кг/с або м³/с), площа перерізу трубопроводів (F , м²), температура (Θ , °C), теплоємність

($C, \text{m}^2/(\text{с}^2 \cdot ^\circ\text{C})$), коефіцієнт теплопередачі ($K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$), час здійснення процесу ($T, \text{с}$).

Основним інтегральним показником і регульованим критерієм, який описує розглянуті технологічні процеси, є тепло. Воно може бути представлене як функція наведених параметрів: $Q = (G, F, T, C, R)$.

На п'ятому етапі експерти розробляють адаптивні системи керування технологічними процесами. Для цього необхідно провести статистичний аналіз основних збурень і параметрів досліджуваних об'єктів. Виконується ряд пасивних експериментів, у яких збираються масиви даних про погодинну роботу всіх основних переробних відділень.

На основі аналізу цих даних експерти оцінюють динамічні параметри технологічних процесів, використовуючи рівняння матеріального та теплового балансу. Матеріальний баланс визначається за виходом продукції за певний проміжок часу, а енергетичний баланс – на основі закону збереження енергії з урахуванням усіх видів витрат.

Шостий етап полягає у вивченні можливості застосування інтелектуальних систем ідентифікації для керування процесами цукрового виробництва. Цей підхід заснований на використанні алгоритмів, що дозволяють оцінювати змінні характеристики процесів у реальному часі.

На сьомому етапі експерти займаються синтезом інтелектуальних систем автоматичного управління технологічними процесами. Основою цього підходу є алгоритми, які адаптуються до змін параметрів технологічного процесу.

Восьмий етап – порівняльне дослідження інтелектуальних систем. Експерти проводять порівняльний аналіз розроблених інтелектуальних систем управління, використовуючи імітаційні моделі. Це дозволяє оцінити ефективність запропонованих рішень і вибрати оптимальні підходи.

На дев'ятому етапі розробляється система інформаційного забезпечення, яка включає програмно-алгоритмічне забезпечення автоматизованих робочих місць (АРМ) для операторів і технічного персоналу.

Останнім етапом є вибір апаратно-програмного ядра, яке може включати інтерфейсну частину, сервер і монітор SCADA. Це ядро може бути реалізоване на базі спеціалізованого програмного забезпечення, такого як Контур, Monitor Pro, Citect або Trace Mode.

Автоматизація технологічних процесів на українських цукрових заводах здійснюється за допомогою системи SCADA TRACE MODE. Це перша інтегрована інформаційна система, що поєднує різні класи продуктів: SOFTLOGIC, SCADA/HMI, MES, EAM, HRM.

SCADA TRACE MODE використовується в автоматизації процесів дифузії, дефекосатурації та випарювання на багатьох цукрових заводах України. У цій системі розроблено диспетчерський рівень для ділянки дефекосатурації, що забезпечує безперервне отримання даних у реальному часі від таких вимірювальних приладів, як ТСП-Rt 100, ВЛР-230, рН-101 П, БРУ-7, та надає цю інформацію оператору у зручному та інтуїтивно зрозумілому вигляді .

2.8 Процеси збору і обробки даних в автоматизованих системах на виробництві

Сучасні АСУТП є розподіленими системами, які використовують різні типи контролерів, обмін інформацією з якими відбувається за допомогою польових шин та промислових мереж передачі даних. Кожне автоматизоване робоче місце (АРМ) керує своєю технологічною ділянкою. SCADA-системи відповідають за контроль і візуалізацію частин технологічного процесу на рівні ділянок, а також за формування тривожних та аварійних сигналів.

Інформація в SCADA-систему надходить від програмованих логічних контролерів (ПЛК), що безпосередньо керують процесами в межах певних автоматизованих одиниць обладнання. Серед найбільш поширених SCADA-систем в Україні – GENESIS 32 (Iconics), RS View 32 (Rockwell Software), WinCC (Siemens), VipVin (Festo).

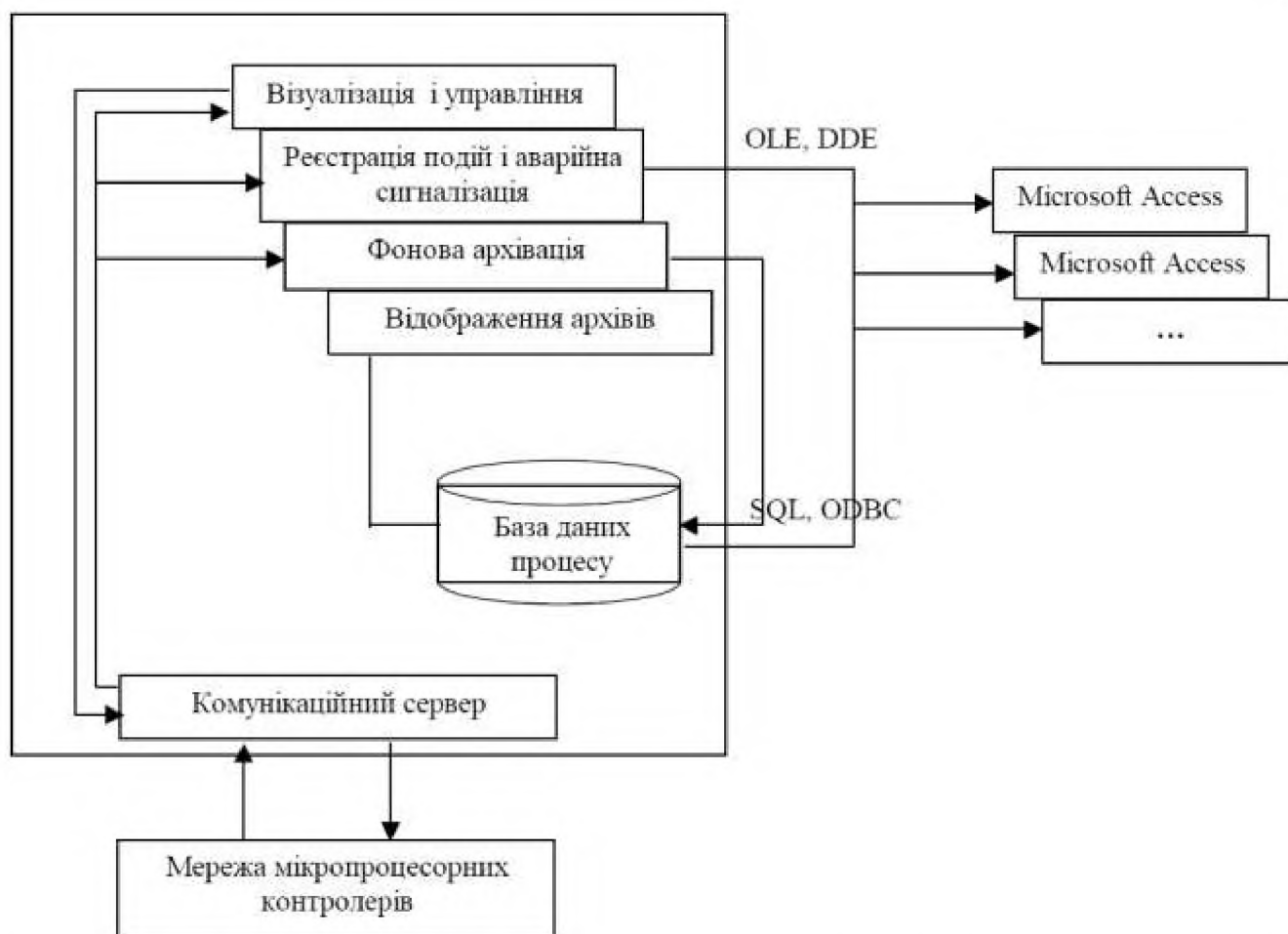


Рисунок 2.4 – Структура збору даних і оперативного диспетчерського управління

Проблема взаємодії між різними контролерами вирішується за допомогою технології OPC (OLE for Process Control) (рис. 2.4). Використання стандартних механізмів обміну даними, таких як OLE, DDE, ODBC, SQL, забезпечує відкритість та масштабованість системи. Унікальною особливістю цієї програмної технології є можливість доступу до даних процесу навіть з віддалених клієнтських програм.

Модуль візуалізації та управління в TRACE MODE призначений для відображення технологічних параметрів та диспетчерського управління на верхньому рівні АСУТП. Технологічний процес представлений у вигляді динамічних екранних форм (мнемосхем), де для виведення аналогових параметрів використовуються цифрові, стрілочні та лінійні індикатори. Для індикації стану й режиму роботи обладнання застосовуються растрові зображення з анімацією, а також текстові та символічні повідомлення.

Для ручного керування процесами передбачені панелі з відповідними кнопками, перемикачами та іншими елементами. Також є можливість перегляду й зміни значень технологічних меж (уставок) з авторизованим доступом для певних категорій персоналу.

Система реєстрації подій та аварійної сигналізації сповіщає персонал про виникнення аварійних ситуацій або інших подій, пов'язаних із технологічним процесом та роботою обладнання. Система дозволяє налаштувати умови, за яких подія вважається аварійною для будь-якого технологічного параметра. Кожна подія супроводжується текстовим описом, який відображається у журналі повідомлень. Події в системі реєструються як зміни певних дискретних сигналів або їх комбінацій. Аварійні події (тривоги) вимагають негайного реагування з боку персоналу для усунення причини та ліквідації наслідків аварії.

Тривога виникає, коли технологічний параметр виходить за допустимі межі. Це супроводжується сигналізацією на мнемосхемах, зміною кольору відображення параметрів та текстовими повідомленнями. Коли параметри повертаються в допустимі межі, тривога автоматично скасовується, і сигналізація припиняється.

Після виявлення аварії оператор має виконати дії для її усунення та квітувати подію. Усі дії персоналу під час аварійної ситуації фіксуються в архіві.

Система архівації призначена для збирання даних із технологічних процесів та підготовки їх до відображення й зберігання. Архівація відбувається шляхом запису контрольованих параметрів у базу даних. Дані можуть містити виробничі та технічні критерії, що стосуються робочого стану системи. Для кожної групи параметрів можна налаштувати різні алгоритми запису інформації.

Методи архівації:

– циклічне послідовне архівування: слідкує за змінами параметрів процесу з фіксованою частотою;

– ациклічне архівування: записує значення при виникненні певних подій або зміні параметрів.

При циклічному архівуванні збір даних починається після запуску системи і триває до її вимкнення. Часовий інтервал для збору даних може бути налаштований

індивідуально для кожного параметра. Ациклічне архівування записує значення лише після виникнення певної події (зміна стану сигналу, досягнення граничного значення тощо).

Архівні дані можуть бути представлені у вигляді графіків і журналів повідомлень, з можливістю друку цих звітів. Для відображення архівних графіків задаються дата та час, а також кількість параметрів (до 10 одночасно). Оператор може переміщати вказівник по графіку для визначення точних значень параметрів у певний момент часу.

Журнали повідомлень використовуються для реєстрації аварійних і інших подій, пов'язаних з технологічним процесом. Для зручності сприйняття повідомлення відображаються різними кольорами в залежності від типу події (аварійні, попереджувальні, системні).

Комунікаційний сервер відповідає за зв'язок між апаратурою нижнього рівня та прикладними програмами. Він забезпечує двосторонній зв'язок із засобами автоматизації, приймає команди від оператора та передає їх контролерам і виконавчим механізмам. Сервер також обробляє вхідні дані та передає їх до систем візуалізації, управління й архівації.

Завдяки відкритій архітектурі система підтримує інтеграцію з іншими програмними продуктами, офісними додатками та засобами віддаленого доступу, що забезпечує гнучкість і масштабованість SCADA-системи.

Висновки до розділу 2

У другому розділі було розглянуто основні аспекти проектування та автоматизації технологічних процесів на агропромислових підприємствах, зокрема на цукрових заводах. Визначено основні вимоги до автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСУТП), включаючи їх архітектуру, компоненти та функції. Було проаналізовано етапи проектування АСУТП,

починаючи від визначення об'єктів керування до розробки технічної документації та впровадження систем автоматизації на прикладі цукрового виробництва.

Також було розглянуто використання систем SCADA, таких як TRACE MODE, для автоматизації технологічних процесів у виробництві цукру. Визначено, що ці системи дозволяють зібрати дані в реальному часі, здійснювати контроль, візуалізацію технологічних процесів, а також інтеграцію з іншими корпоративними системами, такими як MES та ERP. Проаналізовано функціональні можливості систем SCADA у моніторингу, реєстрації подій та аварійних ситуацій, а також у процесах архівації даних.

Таким чином, у розділі визначено основні принципи побудови сучасних АСУТП, їхні технічні вимоги та вплив на ефективність виробничих процесів. Проаналізовано можливості підвищення продуктивності й економічної ефективності за рахунок впровадження систем автоматизації на українських агропромислових підприємствах.

РОЗДІЛ 3

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА НА АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

3.1 Особливості автоматизації процесів пастеризації молока на агропромислових підприємствах

Молоко – швидкопсувний продукт, тому, щоб зберегти товарну якість і поживну цінність молока, його піддають на фермах первинній обробці: очищенню, пастеризації та охолодженню [1]. Пастеризація – це нагрівання молока до температури $+63...+90$ °С з метою знезараження. Залежно від конкретних умов пастеризація може бути тривалою, короткочасною або миттєвою. Тривала пастеризація полягає в нагріванні молока до $+63$ °С і витримці при цій температурі протягом 30 хвилин; короткочасна – нагрівання до $+72$ °С, тривалість витримки – до 1 хвилини; миттєва – нагрівання до $+85$ °С, витримка – кілька секунд [1].

Велике значення у виробництві пастеризованого молока має його термічна обробка. Якість продукції значною мірою залежить від підтримання встановлених режимів термічної обробки молока. Це стосується не тільки зменшення загальної кількості мікроорганізмів, але й покращення смакових властивостей продукту (смак, запах тощо). Автоматизоване управління пастеризацією молока дозволяє знизити собівартість молока і підвищити його споживчі якості, збільшити термін придатності, зменшити кількість або звести до мінімуму використання консервантів.

Для автоматизації процесів пастеризації молока на агропромислових підприємствах потрібно:

1. Вивчити технологічний процес пастеризації молока і сформулювати вимоги до його параметрів;
2. Вибрати технічні засоби автоматизації;
3. Розробити схему автоматизації процесу пастеризації молока;

4. Розробити принципову схему системи автоматичного управління (САУ) пастеризаційною установкою;

5. Виконати формалізацію алгоритму управління та розробити прикладну програму управління пастеризаційною установкою.

3.2 Технологічний процес пастеризації молока

На рис. 3.1 наведена технологічна схема пастеризаційної установки.

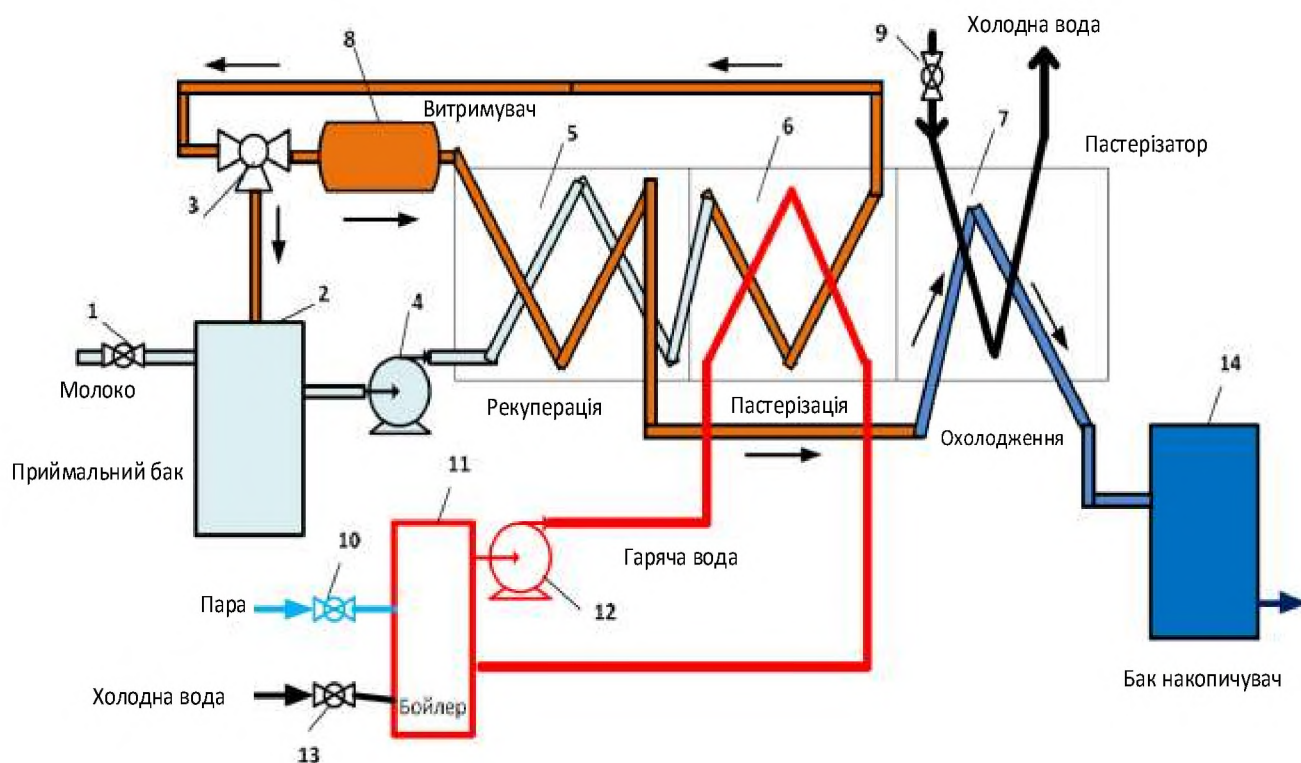


Рисунок 3.1 – Технологічна схема пастеризаційної установки

Пастеризаційна установка (рис. 3.1) складається з таких основних елементів: приймального бака сирого молока 2, до якого через вентиль 1 подається молоко, молочного насоса 4, пластинчастого пастеризаційного апарату, витримувача молока 8 і перепускового електрогідравлічного клапана 3. Пастеризаційний апарат складається з трьох секцій: рекуперації (теплообміну) 5, пастеризації 6 та охолодження 7.

Установка працює таким чином [1, 2]. Сире молоко потрапляє до приймального бака 2, звідки насосом 4 подається до секції рекуперації 5, де підігрівається до температури +37...+40 °С і надходить у секцію пастеризації 6, де нагрівається гарячою водою до температури +76 °С. З секції пастеризації молоко поступає до перепускного клапана 3, який, якщо молоко нагрілося до встановленої температури, направляє його у витримувач 8, а якщо не нагрілося – у приймальний бак 2 для повторної пастеризації.

У витримувачі молоко знаходиться 20 секунд, а потім направляється в секцію охолодження – для охолодження льодяною водою, звідки надходить у накопичувальний бак 14. Для отримання льодяної води використовуються холодильні машини. подача холодної води регулюється краном 9.

Гаряча вода для пастеризації підігрівається у бойлері 11 парою, що надходить із паропроводу, на якому встановлено електрогідравлічний клапан 10, який регулює подачу пари залежно від температури молока. Далі гаряча вода з бойлера насосом 12 подається до секції пастеризації. Холодна вода до бойлера 11 надходить через кран 13.

3.3 Функції системи управління, що проєктується

Установка пастеризації являє собою технологічну лінію обробки молока в закритому потоці з автоматичним регулюванням технологічного процесу, тому система управління повинна виконувати наступні функції:

- запуск всієї технологічної лінії в автоматичному режимі за допомогою кнопки «ПУСК»;
- зупинка технологічної лінії після виконання всіх операцій або внаслідок аварійної ситуації за допомогою кнопки «СТОП»;
- включення елементів технологічної лінії після натискання кнопки «ПУСК» в наступній послідовності: відкривається вхідний вентиль 1 і молоко надходить у приймальний бак; відкриваються вентили для подачі пари 10 та холодної води 13

бойлера; відкривається вентиль 9 для подачі льодяної води в секцію охолодження пастеризатора 7;

– після заповнення приймального бака за сигналом датчика рівня молока вмикається молочний насос 4, закривається вентиль 1 і молоко подається в пастеризатор;

– при заповненні водою бойлера 11 і системи нагріву молока пастеризатора 6 (за сигналом датчика тиску води в трубопроводі гарячої води) закривається вентиль 13 і вмикається насос гарячої води 12;

– температура в контурі гарячої води (за допомогою датчика температури води) підтримується на заданому рівні шляхом зміни положення вентиля подачі пари 10;

– перемикання триходового вентиля 3 здійснюється в залежності від температури молока, виміряної за допомогою датчика температури в трубопроводі секції пастеризації, при досягненні заданої, або трохи більшої температури молока вентиль перемикається в положення 2 (молоко в сторону витримувача). В усіх інших випадках вентиль знаходиться в положенні 1 - молоко повертається назад у накопичувальний бак;

– при натисканні на кнопку «СТОП» вимикаються всі насоси та закриваються всі вентиля;

– після спустошення приймального бака молока (за сигналом датчика рівня) відбувається відключення пристроїв у наступному порядку: вмикається молочний насос; через 3 хвилини вмикається насос гарячої води 12, закриваються вентиль подачі пари 10 і вентиль холодної води 9.

Згідно із завданням система управління повинна забезпечувати задану логіку включення та відключення елементів пастеризаційної установки, а також вирішувати завдання автоматичного регулювання основного параметра її роботи - температури пастеризованого молока у витримувачі. Вимоги завдання: температура пастеризації $+76\pm 1$ °C.

Датчик рівня молока виконує функції сигналізатора, видаючи сигнали тільки при досягненні нижнього та верхнього рівнів, відповідно 0 і 2 м. Аналогічно

використовуватиметься і датчик тиску в контурі гарячої води. Його призначення подати сигнал при досягненні тиску у трубопроводі 1,5 кПа.

Таким чином, система управління забезпечує автоматичне керування всіма етапами технологічного процесу пастеризації молока, від подачі сировини до його охолодження і виходу готового продукту. Це дозволяє мінімізувати вплив людського фактора, підвищуючи ефективність і надійність роботи установки.

3.4 Вибір технічних засобів автоматизації

З п. 3.2 випливає, що програмований логічний контролер (ПЛК) повинен мати три дискретні входи:

- 1) кнопка «Пуск»;
- 2) кнопка «Стоп»;
- 3) контакти датчика тиску гарячої води.

Аналогові входи:

- 1) датчик температури молока (4...20 мА);
- 2) датчик рівня молока в приймальному баку (4...20 мА або 0...10 В).

Необхідна кількість дискретних виходів ПЛК:

- 1) триходовий перепускний клапан молока;
- 2) клапан подачі молока в приймальний бак;
- 3) клапан подачі води в бойлер;
- 4) клапан подачі холодної води в секцію охолодження;
- 5) магнітний пускач молочного насоса;
- 6) магнітний пускач насоса гарячої води;
- 7) живлення клапана пари.

Потрібний ПЛК також повинен мати один аналоговий вихід (4...20 мА або 0...10 В) для керування вентилем подачі пари в бойлер. Таким чином, потрібен ПЛК з двома аналоговими входами, трьома дискретними входами, шістьма дискретними виходами та одним аналоговим виходом.

Оскільки завданням визначено сімейство ПЛК LOGO!, то з [10, 11] вибираємо основний модульний блок 6ED1052-1HB00-0BA6 (рисунок 8), блок розширення дискретних виходів 6ED1055-1HB00-0BA0 (рисунок 3.2), блок розширення з аналоговими виходами 6ED1055-1MM00-0BA1 і блок розширення з аналоговими входами 6ED1055-1MM00-0BA0. Таким чином, ми маємо 12 дискретних входів, 8 дискретних виходів, два аналогові входи та два аналогові виходи.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд ПЛК LOGO 6ED1052-1HB00-0BA6 і блока розширення 6ED1055-1HB00-0BA0



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд блоків розширення 6ED1055-1MM00-0BA1 і 6ED1055-1MM00-0BA0



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд блока живлення ABL7RM2401

Аналогові модулі розширення входів і виходів (рисунок 3.3) мають два входи з можливістю підключення сигналів 0...10 В або 4...20 мА постійного струму. Два аналогових виходи мають діапазон 0...10 В. Для живлення ПЛК буде використано блок живлення ABL7RM2401 від компанії Schneider Electric потужністю 30 Вт (рисунок 3.4).

3.5 Розробка схеми автоматизації та принципової схеми

На рисунку 3.5 представлена розроблена схема автоматизації процесу пастеризації молока відповідно до ДСТУ 21.408-2013 та ДСТУ 21.208-2013 [12, 13]. Оскільки датчик температури молока має вихідний сигнал у вигляді постійного струму 4-20 мА, він підключається до аналогового входу блоку розширення SR3XT43BD. Один з аналогових виходів цього блоку використовується для подачі керуючого сигналу на паровий вентиль. Аналоговий сигнал з датчика рівня молока, оскільки це постійна напруга 0-10 В, надходить на вхід базового блоку LOGO SR3B261BD.

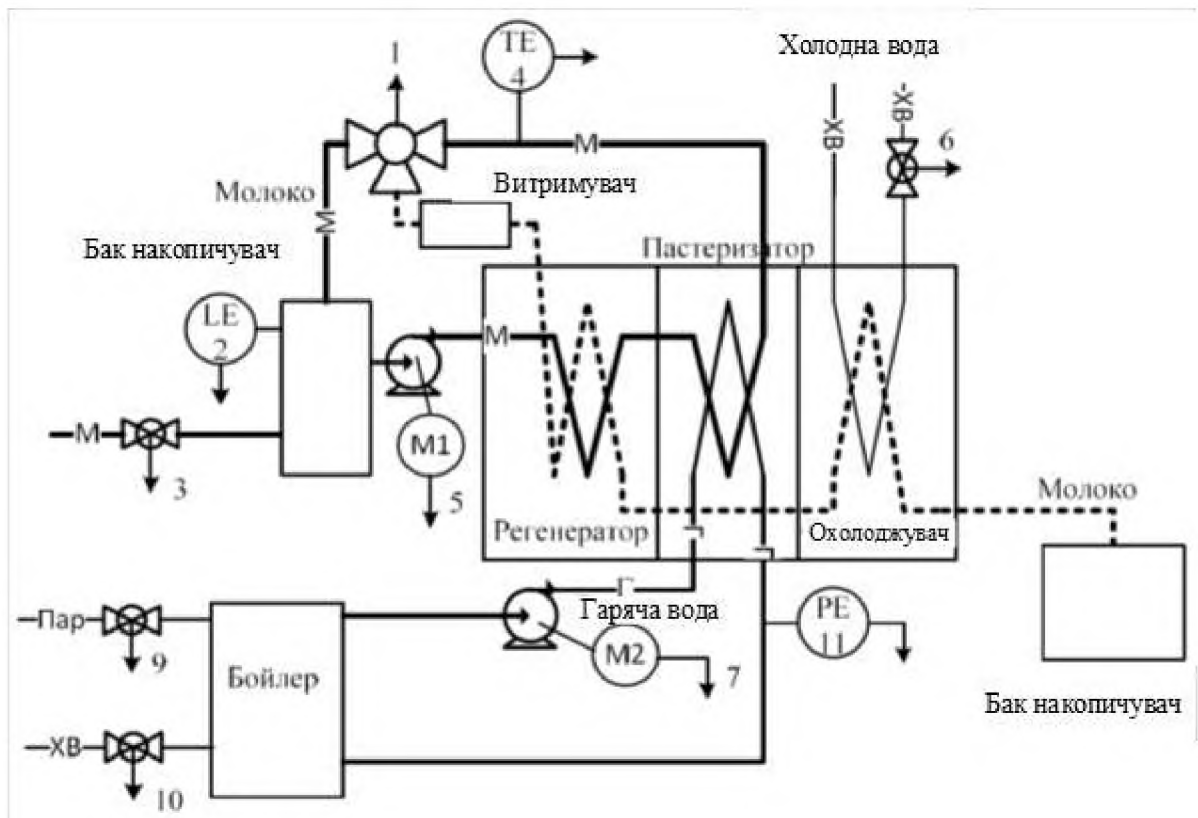


Рисунок 3.5 – Схема автоматизації процесу пастеризації молока

Принципова схема системи керування пастеризаційною установкою складається з двох частин: схеми керування насосами через магнітні пускачі (силова частина) і схеми підключення датчиків та виконавчих пристроїв до ПЛК – САУ. На рисунку 3.6 показана принципова схема керування насосами за допомогою обраних магнітних пускачів, а на рисунку 3.7 – принципова схема САУ.

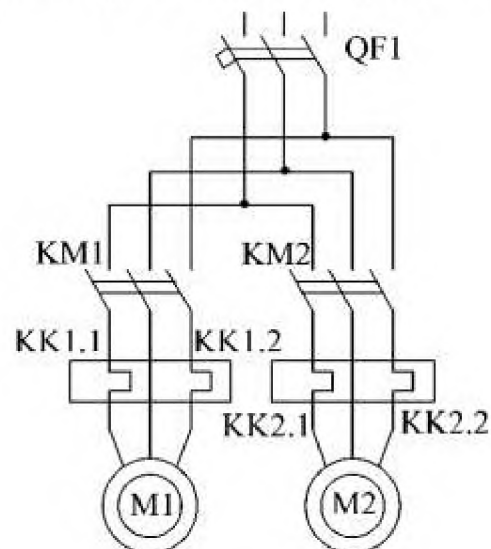


Рисунок 3.6 – Принципова схема керування насосами

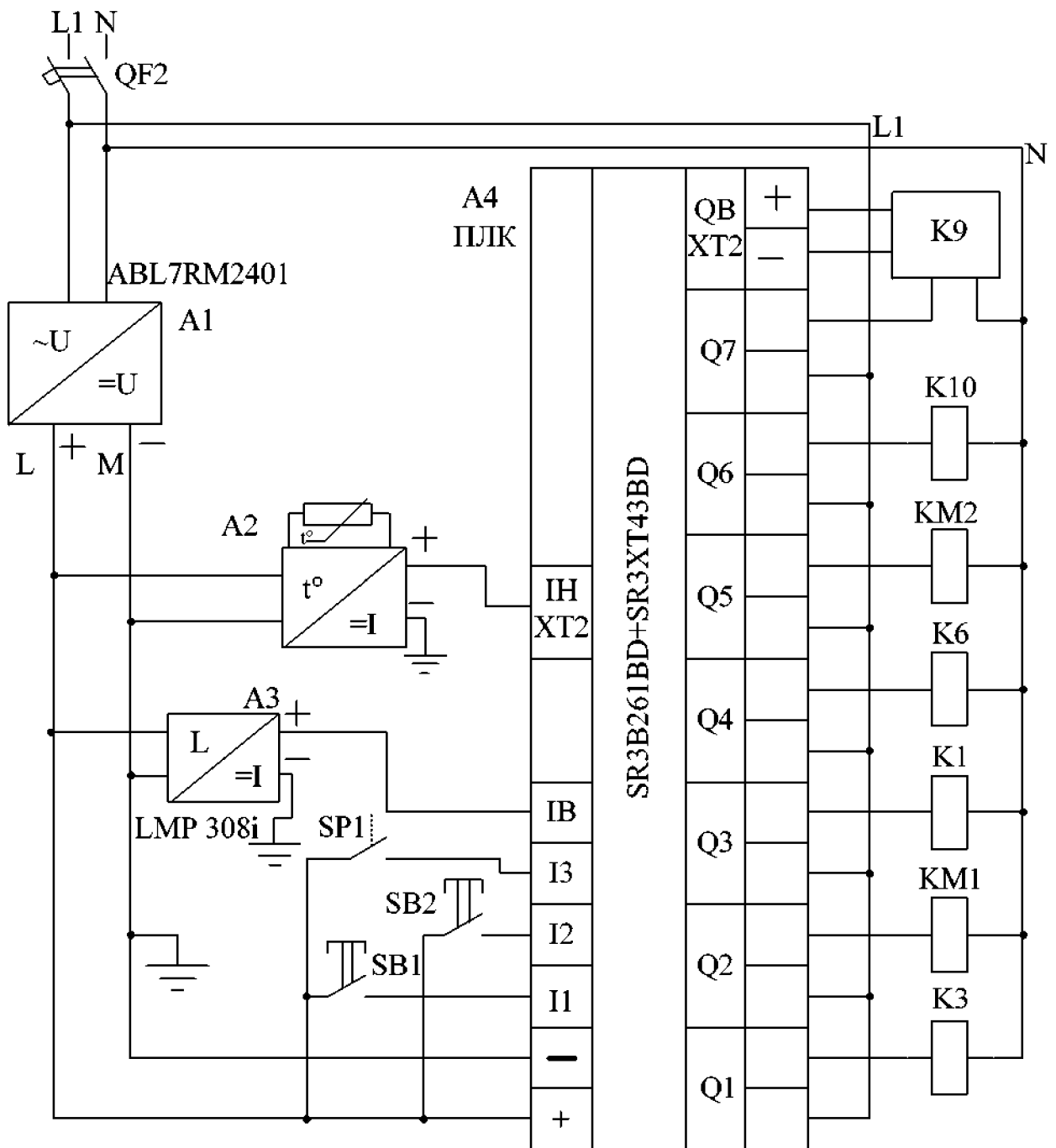


Рисунок 3.7 – Принципова схема САУ пастеризаційною установкою

Обираємо автоматичні вимикачі, що входять до принципової схеми. Номінальний струм двигунів насосів визначається за формулою:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_L \times \cos(\varphi)}, \quad (3.1)$$

де P – потужність двигунів, Вт;

U_L – лінійна напруга, В;

$\cos(\varphi)$ – коефіцієнт потужності.

Оскільки автоматичні вимикачі служать лише для захисту від короткого замикання, обираємо як QF1 і QF2 вимикачі фірми іЕК [14], зовнішній вигляд яких зображений на рисунку 3.8. На цьому ж рисунку показано зовнішній вигляд кнопок керування SB1 та SB2 [15].



Рисунок 3.8 – Зовнішній вигляд автоматичних вимикачів та кнопок

Для монтажу системи керування обираємо металевий навісний корпус з монтажною панеллю ЩРМ-2 фірми DEKraft розмірами 500x400x220 мм [16], зовнішній вигляд якого зображений на рисунку 3.9.

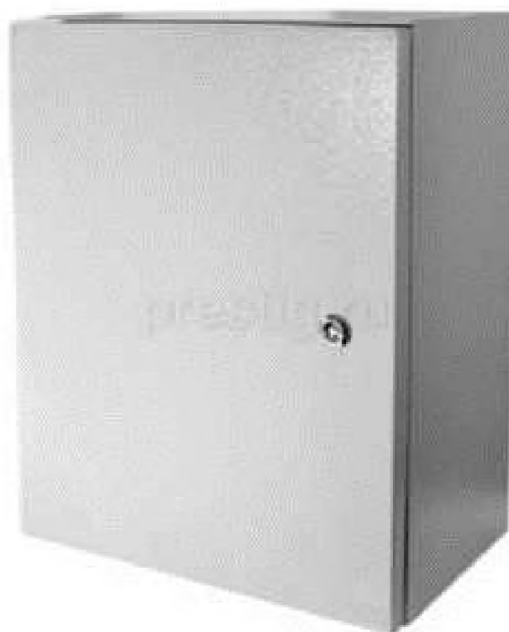


Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд монтажного корпусу ЩРМ-2

У таблиці 3.1 представлена специфікація принципової схеми САУ пастеризаційною установкою.

Таблиця 3.1 – Специфікація принципової схеми САУ пастеризаційною установкою

Позначення	Найменування	Марка, тип
QF1	Автоматичний вимикач	AL48F, 6A
QF2	Автоматичний вимикач	АН48F, 6A
KM1	Магнітний пускач	PM12 - 010210
KM2	Магнітний пускач	PM12 - 010210
K1	Триходовий клапан молока	SMART SM 5563s
K3	Клапан подачі молока в накопичувальний бак	SMART SM 5534
K6	Клапан подачі холодної води в секцію охолодження	SMART SM 5532
K9	Клапан подачі холодної води в бойлер	SMART SM 5532
K10	Клапан подачі пари в бойлер	AME 15
A1	Блок живлення 24В	ABL7RM2401
A2	Датчик температури молока (0...100°C)	Т.п/п-420-Кл1-2
A3	Датчик рівня молока у приймальному баку	LMP 308i
A4	Програмований логічний контролер LOGO	SR3B261BD + SR3XT43BD
SP1	Реле тиску води	РДМ-5
SB1	Кнопка «Пуск» (зелена)	NP2-BC32
SB2	Кнопка «Стоп» (червона)	NP2-BC32

Таким чином, розробка схеми автоматизації та принципової схеми керування насосами для пастеризаційної установки дозволяє забезпечити надійність та безпеку роботи обладнання, а також гнучкість у налаштуванні параметрів керування. Вибрані елементи та пристрої відповідають сучасним вимогам стандартів і сприяють ефективному виконанню виробничих процесів.

3.6 Формалізація алгоритму управління

Як зазначено в пункті 3.2, система автоматичного управління (САУ) пастеризатором повинна виконувати завдання запуску та відключення технологічного обладнання, а також автоматичного регулювання температури молока. Спершу формалізуємо процес нормального запуску та зупинки

пастеризатора. Для цього побудуємо циклограму нормальної роботи пастеризаційної установки [4]. Циклограма є графічним зображенням послідовності станів технологічного обладнання протягом циклу функціонування. Вона складається з таких елементів:

– такт – інтервал часу, на якому стан системи управління залишається незмінним;

– період ввімкнення – інтервал часу, коли пристрій знаходиться у ввімкненому стані (логічна одиниця), який зображається горизонтальною прямою;

– період відключення – інтервал часу, коли пристрій вимкнено (логічний нуль), який зображається відсутністю горизонтальної прямої;

– вплив одного апарата на інший – причина зміни стану апарата, яка позначається тонкою вертикальною лінією.

На рисунку 3.10 представлена циклограма нормальної роботи пастеризаційної установки. Для клапанів і клапанів використано позначення із принципової схеми (рисунок 3.7).

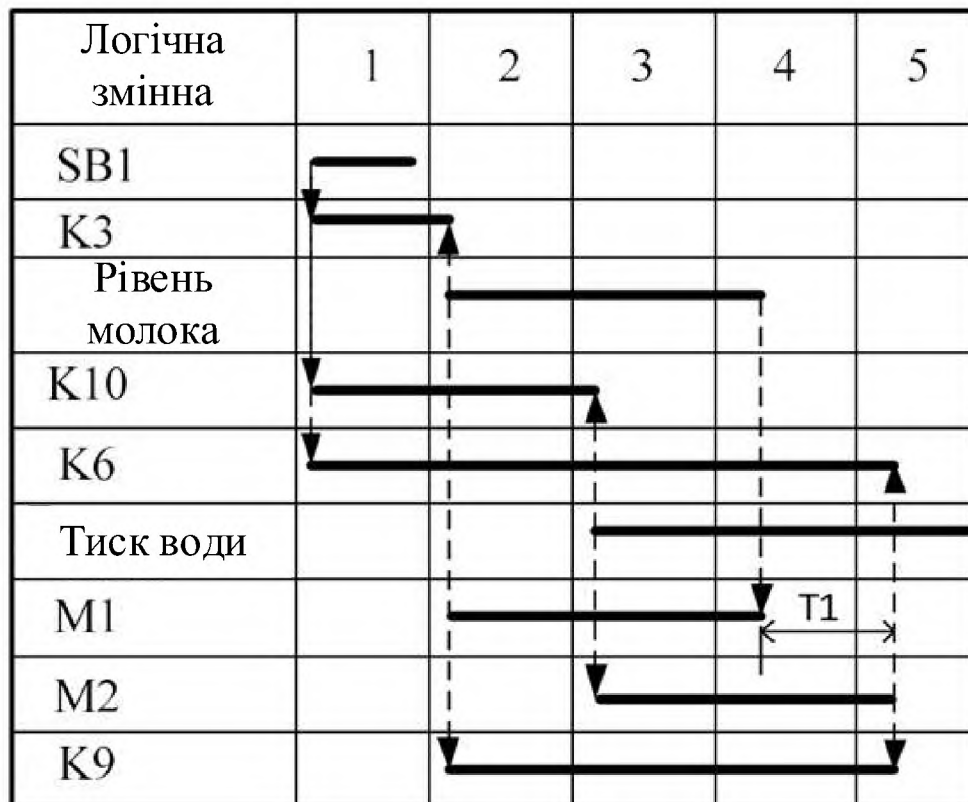


Рисунок 3.10 – Циклограма роботи пастеризаційної установки

Згідно з вимогами, процес запуску пастеризатора починається з натискання кнопки SB1, що є першим тактом роботи системи. У цей момент активується клапан подачі молока в накопичувальний бак (K3), клапан подачі холодної води в бойлер (K10) і клапан подачі холодної води до секції охолодження (K6).

Другий такт починається, коли датчик рівня молока виявляє заповнення бака. У цей момент вмикається молочний насос (M1) і запускається система подачі пари в бойлер (клапан K9).

Третій такт відбувається після заповнення бойлера холодною водою. Спрацьовує датчик тиску води, клапан K10 закривається, і запускається насос гарячої води (M2).

Четвертий такт настає, коли накопичувальний бак із молоком спорожнюється. Датчик рівня змінює свій стан на логічний нуль, насос молока вимикається, і запускається таймер для затримки часу.

Через встановлений час T1 виконується останній, п'ятий такт: вимикається насос гарячої води (M2), клапани пари (K9) та холодної води (K6).

3.6 Розробка прикладної програми управління

На рисунку 3.11 представлена програма для ПЛК LOGO! на мові функціональних логічних блоків FBD у системі програмування LOGOSoft Comfort [10, 17], що реалізує управління процесом пастеризації молока.

Сигнал на кожен дискретний вихід (Q1.Q7) подається зі свого логічного блока I. На один з входів блоків I через інвертор (НЕ B012) подається сигнал від кнопки «СТОП» (I2). Якщо ця кнопка розімкнута, на всі блоки I подається логічна одиниця; якщо кнопка SB2 натиснута, подається логічний нуль, і всі клапани вимикаються. Це забезпечує аварійну зупинку пастеризатора.

Натискання кнопки «ПУСК» (I1) активує RS-тригер B001, що подає логічну одиницю на блоки I виходів Q1, Q4 і Q6, включаючи клапани K3, K6 і K10.

Другий вхід блока I (B007) для клапана K10 отримує інвертований сигнал з датчика тиску води (I3). Коли датчик спрацює, клапан K10 закривається.

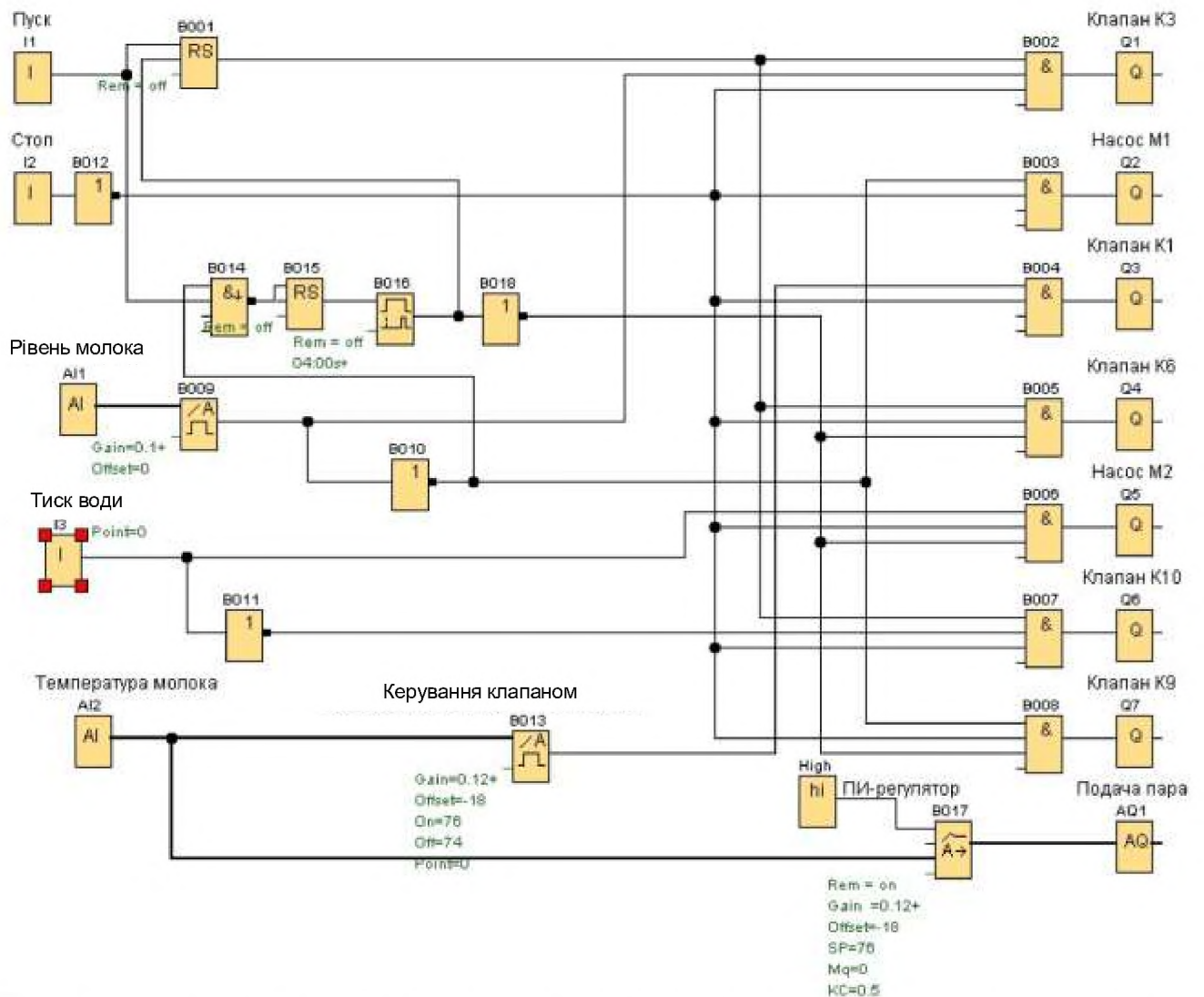


Рисунок 3.11 – Програма управління пастеризатором молока для ПЛК LOGO

Аналоговий сигнал з датчика рівня молока (AI1) подається на блок «Аналоговий пороговий вимикач» (B009). Коли бак заповнений, на виході цього блока з'являється одиниця, а при спорожненні бака – логічний нуль.

Заповнення бака активує двигун насоса (Q2) і живлення для клапана K10 (Q7). Для виявлення моменту спорожнення бака використовується блок «I з управлінням по фронту» (B014). Перехід від логічної одиниці до нуля фіксується RS-тригером (B015), що активує таймер затримки (B016).

Регулювання температури молока відбувається через блок «ПІ-регулятор» (B017) у режимі автоматичного вибору параметрів. Логічна одиниця подається на вхід «А/М», що забезпечує автоматичне регулювання.

3.7 Обґрунтування методики та оцінка економічної ефективності

Аналіз основних показників порівняльної ефективності впровадження системи автоматизації процесу пастеризації молока включає розрахунок таких показників:

- річна економія поточних витрат;
- додаткові капітальні вкладення (КВ), необхідні для створення системи;
- термін окупності капітальних вкладень;
- розрахунковий коефіцієнт ефективності додаткових капітальних вкладень;
- річний економічний ефект;
- річна економія трудових витрат.

Річна економія поточних витрат включає пряму економію за рахунок зниження витрат на оплату праці, сировину, енергоносії та інші матеріальні витрати. Пряма економія розраховується за формулою:

$$\Delta C_{\text{т}} = \Delta C_{\text{п}} = \Delta C_{\text{б}} - \Delta C_{\text{пор}}, \quad (3.2)$$

де $\Delta C_{\text{б}}$ – витрати у базовому періоді (до впровадження системи автоматизації),
 $\Delta C_{\text{пор}}$ – витрати у порівнюваний період (після впровадження системи).

Таблиця 3.2 – Витрати за базовий та порівнюваний періоди:

Затрати	Базовий період, грн	Порівнюваний період, грн
Витрати на оплату праці	450000	320000
Нарахування на фонд оплати праці (22%)	99000	70400
Витрати на енергоносії	8000	6000
Амортизація обладнання	0	3000
Інші витрати	1200	1200
Передвиробничі витрати	0	4000
Загальна сума	558200	404600

Після автоматизації знижуються витрати на оплату праці, амортизацію обладнання, нарахування на фонд оплати праці, а також витрати на енергоносії (табл. 3.2).

Річна економія поточних витрат становить:

$$\Delta C_{\text{п}} = 558200 - 404600 = 153600 \text{ грн.}$$

Додаткові капітальні вкладення для системи пастеризації включають витрати на придбання обладнання, програмного забезпечення та монтаж:

- придбання ПЛК та датчиків – 180000 грн.
- монтаж обладнання – 20000 грн.
- розробка програмного забезпечення – 50000 грн.
- оренда приміщення (на рік) – 25000 грн.

Загальна сума капітальних вкладень:

$$KB = 180000 + 20000 + 50000 + 25000 = 275000 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою:

$$T = \frac{KB}{\Delta C_{\text{п}}} = \frac{275000}{153600} = 1.79 \text{ роки.} \quad (3.3)$$

Коефіцієнт ефективності розраховується як обернена величина терміну окупності:

$$E_r = \frac{1}{1.79} = 0.559.$$

Оскільки коефіцієнт $E_r > E_n$ (0.33), проект є економічно ефективним.

Річний економічний ефект від впровадження системи автоматизації розраховується за формулою:

$$E = \Delta C_{\text{т}} - KB \cdot E_n, \quad (3.4)$$

де $E_n = 0.15$ – нормативний коефіцієнт ефективності.

Підставляємо значення:

$$E = 153600 - 275000 \cdot 0.15 = 153600 - 41250 = 112350 \text{ грн.}$$

Річна економія трудових витрат за рахунок автоматизації розраховується як різниця між витратами на оплату праці в базовому та порівнюваному періодах:

$$\Delta T = 450000 - 320000 = 130000 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків показують, що впровадження автоматизованої системи управління процесом пастеризації молока на агропромислових підприємствах забезпечить річний економічний ефект у розмірі 112350 грн. Термін окупності капітальних вкладень складає 1,79 року, що свідчить про економічну доцільність проекту.

Висновки до розділу 3

У розділі сформульовані функції розроблюваної системи керування пастеризаційною установкою та вимоги до параметрів технологічного процесу. Система керування повинна забезпечувати задану логіку ввімкнення та вимкнення елементів пастеризаційної установки, а також вирішувати задачу автоматичного регулювання температури пастеризованого молока у витримувачі на рівні $+76 \pm 1$ °C.

Обрані технічні засоби автоматизації: автоматичний керуючий пристрій – ПЛК LOGO SR3B261BD, який має живлення 24 В постійного струму, 10 дискретних входів (I1 - IA) і 6 універсальних входів (IB - IG), які можна використовувати як дискретні, так і аналогові. Додатково до ПЛК було прийнято аналоговий модуль розширення входів і виходів SR3XT43BD.

Розроблені схема автоматизації процесу пастеризації молока та принципова схема САУ пастеризаційною установкою, а також специфікація принципової схеми, що дозволяє здійснити складання та налаштування САУ. На основі побудованої циклограми процесу запуску та зупинки пастеризатора розроблена програма керування пастеризатором молока для ПЛК LOGO на мові функціональних логічних блоків FBD у системі програмування Zelio Soft 2.

ВИСНОВКИ

У роботі була поставлена і вирішена актуальна задача автоматизації виробництва та впровадження інформаційних систем для підвищення ефективності управління аграрними підприємствами. Основні результати дослідження наступні:

1. Виконано аналіз сучасного стану інформаційного забезпечення в аграрному секторі. Розглянуто переваги застосування інформаційних технологій для оптимізації управлінських процесів, а також особливості побудови сучасних інформаційних систем.

2. Досліджено процеси проектування систем автоматизації технологічних процесів, включаючи методи інтеграції автоматизованих систем управління (АСУТП) із загальними корпоративними системами.

3. Визначено ключові вимоги до проектування та впровадження інформаційних систем, серед яких гнучкість, масштабованість, надійність, захист даних та інтеграція з іншими системами.

4. Проаналізовано конкретні приклади впровадження сучасних SCADA-систем у виробництві, зокрема на цукрових заводах. Описано структуру багаторівневих систем управління та їх переваги у підвищенні ефективності виробництва.

5. Проведений аналіз методів проектування інформаційних систем дозволив сформулювати наступні висновки:

– інтеграція сучасних інформаційних систем значно підвищує продуктивність і конкурентоспроможність підприємств;

– ефективне використання SCADA-систем сприяє оптимізації управлінських рішень і скороченню витрат.

6. Розроблені схема автоматизації процесу пастеризації молока та принципова схема САУ пастеризаційною установкою, а також специфікація принципової схеми, що дозволяє здійснити складання та налаштування САУ. На основі побудованої циклограми процесу запуску та зупинки пастеризатора

розроблена програма керування пастеризатором молока для ПЛК LOGO на мові функціональних логічних блоків FBD у системі програмування Zelio Soft 2.

7. Результати розрахунків показують, що впровадження автоматизованої системи управління процесом пастеризації молока на агропромислових підприємствах забезпечить річний економічний ефект у розмірі 112350 грн. Термін окупності капітальних вкладень складає 1,79 року, що свідчить про економічну доцільність проекту.

Таким чином, поставлені задачі розв'язано у повному обсязі. Напрямок подальших досліджень є розробка адаптивних моделей інформаційних систем для специфічних потреб аграрних підприємств.