

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. Кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«31» березня 2022р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Андрійчук Євген Вячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Розробка системи автоматизації процесу виробництва вапняного молока

керівник роботи проф. Ельперін Ігор Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «8» червня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.

Креслення встановлення технічних засобів.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Студент Андрійчук Є.В.

(підпис)

Керівник проекту Ельперін І.В.

(підпис)

Анотація

Ця кваліфікаційна робота присвячена процесу сироваріння при виробництві сиру. Метою цієї роботи була розробка системи автоматизації вибраного мною процесу.

В ході кваліфікаційної роботи була розроблена документація на систему автоматизації. Представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, установочне креслення одноелектродного кондуктометричного датчика рівня ДС.2, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

В якості мікропроцесорного контролера було використане програмоване реле ОВЕН ПР-200. Для нагляду за процесом встановлена та запрограмована панель оператора Weintek. Також передбачене управління системою в ручному режимі.

На базі Promotic SCADA system було розроблено мнемосхему для віддаленого нагляду за системою автоматизації, з архівацією даних.

Ключові слова: сироваріння, автоматизація, ПР-200, Promotic.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Annotation

This qualifying work is devoted to the cheese-making process in cheese production. The purpose of this work was to develop a system for automating my chosen process.

During the qualification work, documentation for the automation system was developed. The description of technological process, tasks on automation system, scheme of automation, specification of technical means of automation, installation drawing of one-electrode conductometric sensor of level DS.2, schemes of connection of sensors and actuators to PLC and extended schemes of connection of technical means are presented.

A programmable relay OWEN PR-200 was used as a microprocessor controller. A Weintek operator panel is installed and programmed to monitor the process. Manual system control is also provided.

Based on the Promotic SCADA system, a mnemonic was developed for remote monitoring of the automation system, with data archiving.

Keywords: cheese making, automation, PR-200, Promotic.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.	8
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації	16
Розділ 2. Система автоматизації	19
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	19
2.2 Схема автоматизації.....	24
2.3. Специфікація засобів автоматизації	26
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	28
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	28
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	30
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	32
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.....	34
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК.....	36
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	47
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	47
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	48
Висновок.....	54
Список використаної літератури	55

Вступ

Твердий сир відіграє значну роль в житті людей, а приготування сиру – надзвичайно цікавий процес. Але перед тим, як звичайне молоко могло б стати прекрасним твердим сиром, йому потрібно пройти низку наступних етапів:

1. Підбір сировини
2. Дозрівання молока
3. Підготовка до згортання
4. Приготування сирного зерна
5. Пресування
6. Посіл
7. Дозрівання
8. Упаковка та захист.

Перебуваючи на переддипломній практиці на маслосизаводі «Золотава» я наочно закріпив знання по технології виробництва, отримані в університеті.

Взявши за основу програмне забезпечення, що використовується на заводі, я вирішив розробити систему автоматизації на процес виготовлення сирного зерна (сироваріння). Технічні засоби вибрані таким чином, щоб були уніфіковані з технічними засобами, що використовуються на заводі, також важливими факторами підбору були їх ціна та якість.

Додатково була розроблена програма на панель оператора. Сама панель виконує зразу дві функції: перша, основна – людинно-машинний інтерфейс; друга, допоміжна – панель виступає як зв'язуюча ланка між контролером та сервером архівації заводу.

Розроблена SCADA система дозволяє в реальному часі відслідковувати процес сироваріння безпосередньо в самій програмі та в локальній мережі або в Інтернет мережі.

Інтерфейс програми може використовувати як українську, так і англійську мови та незалежно вибирається користувачем як на сервері, так і ВЕБ-клієнті.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Технологічний процес виробництва сиру починається з приймання сировини. До приймання допускається молоко, доставлене в опломбованому вигляді і транспортних засобах, що мають санітарний паспорт. Приймання молока полягає у визначенні його кількості, контроль якості й проведенні сортування.

Контролю піддають кожну партію молока, що надходить на завод. Під партією розуміють молоко, яке здається одночасно, одного сорту, в однорідному тарі, одного господарства, оформлене одним супровідним документом. При транспортуванні молока в цистернах, партією рахують кожну секцію (відсік) цистерни.

Приймання молока включає наступні операції: перевірку супровідних документів, огляд тари, органолептичні оцінку молока, визначення температури, відбір проб на аналізи для оцінки якості молока, аналізи, сортування молока, оформлення необхідної документації.

Виходячи з результатів органолептичної оцінки, фізико-хімічних (щільності) і біологічних (редуктазної і сичужно-бродильної проби) аналізів встановлюють придатність молока для виробництва сиру і визначають можливі способи його підготовки до переробки.

Дозрівання молока. Оптимальним режимом дозрівання молока є витримка його при температурі 10 ± 2 ° С протягом 12 ± 2 год. В процесі дозрівання змінюються фізико-хімічні та технологічні властивості молока (збільшується кількість розчинних азотистих речовин, знижується окислювально-відновний потенціал і т.д.). Все це робить позитивний вплив на сичужні згортання молока, розвиток мікробіологічних і біохімічних процесів і його якість.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Андрійчук Є. В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу сироваріння</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Ельперін І. В.</i>					8	11
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>						

Теплова обробка молока.

Теплову обробку молока проводять для знищення шкідливої для сироваріння і патогенної мікрофлори, вірусів і бактеріофагів, а також для очищення його соматичних клітин. Оптимальним режимом пастеризації молока в сироваріння є нагрівання його до температури від 70 до 72 ° С з витримкою від 20 до 25 с.

Молоко пастеризують безпосередньо перед процесом сироваріння.

Нормалізація молока. Для отримання стандартних по масовій частці жиру сирів, молоко необхідно нормалізувати, тобто встановити певну масову частку жиру в молочній суміші.

Нормалізацію молока проводять у потоці за допомогою сепаратора - нормалізатора.

Підготовка молока до згортання.

Внесення в молоко хлористого кальцію. При пастеризації молока частина солей кальцію переходить з розчинної в нерозчинний стан. Це супроводжується погіршенням сичужного згортання молока і отриманням більш в'ялого, нетривкого згустку.

Для усунення цих недоліків в молоко додають розчин хлористого кальцію з розрахунку від 5 до 25г безводної солі на 100 кг молока.

Молокозсідацький препарат вносять в молоко у вигляді розчину, приготованого за 25хв до використання. Потрібна кількість ферментного препарату розчиняють в пастеризованій і охолодженій до температури 34 °С воді з розрахунку 2,5 г препарату на 100 мл воли. Суміш готують на згортання 100л натурального молока.

Після внесення молокозсідацького препарату молоко ретельно перемішують протягом 6 хв. і потім залишають у спокої до утворення згустку.

Тривалість згортання молока при виробленні твердих сичужних сирів повинна становити від 25 до 35 хв.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Готовність згустку визначають загальноприйнятим способом на злам. Він повинен давати на зламі досить гострі краї з виділенням прозорої сироватки зеленувато жовтого кольору.

Занадто ніжний або занадто щільний згусток однаково не бажані для різання. В тому і іншому випадку ускладнюється постановка однорідного за розмірами зерна, при цьому утворюється багато сирного пилу (дуже дрібних частинок згустку), що знижує вихід сиру і негативно відбивається на його якості.

Розрізання згустку і постановка зерна. Мета обробки сичужного згустку (різка, дроблення, друге нагрівання, обсушування) - видалити зайву сироватку з сирної маси, досягти оптимальної вологості і її оптимальної активної кислотності. Готовий згусток ріжуть за допомогою спеціальних механічних мішалок – лір. Розріз згустку і постановку зерна проводять протягом 15-20 хв. Різання згустку і постановку зерна виробляють повільно обережно, не допускаючи утворення дрібних частинок білка. Після постановки зерна видаляють 20-30% сироватки і приступають до вимішуванню (15 хв).

Друге нагрівання і обсушування сирного зерна. Друге нагрівання сирного зерна проводять до 42 ± 1 ° С протягом 20-30 хв. при постійному перемішуванні. Постійне перемішування проводять для того, щоб сирне зерно не злипалися. При цьому відбувається подальша його обсушування, активізація бактеріальних процесів і наростання кислотності.

Для попередження зайвого розвитку молочнокислого процесу в сирі на початку другого нагрівання в суміш зерна з сироваткою вносять 3-15% питної води. В процесі обробки, другого нагрівання і обсушування зерна 2-3 рази визначають кислотність сироватки, яка повинна збільшитися за цей час на 1 -2,5 ° Т. Часткову подсолку в зерні проводять під час другого нагрівання або відразу після закінчення другого нагрівання, для чого в суміш зерна з сироваткою вносять кухонну сіль «Екстра» з розрахунку 300-400 г на 100 кг молока. Після закінчення другого

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нагрівання зерно продовжують вимішувати до готовності, яка визначається за його пружності і клейкості.

Формування сирної маси.

Формування сиру - це сукупність технологічних операцій, спрямованих на відділення сирного зерна від сироватки і освіти з нього монолітних індивідуальних сирних головок або блоків з необхідною формою, розміром і масою. Після 20 хв. витримки з сіллю зерно насосом (з сирних ванн) подають на вібраційне сито (лоток) для видалення сироватки. З бункера вібратора зерно надходить безпосередньо в встановлені на транспорті сирні форми, попередньо вистелені вологою чистою серпянкою або міткаль. У формах зерно ущільнюють, серпянку розправляють, натягують, кінці її акуратно поміщають на поверхні сиру. Форми з ущільненим зерном переміщують до пресів. Вібраційне сито повинно знаходитися в пресувального приміщенні близько пресів, а сирне зерно подають до них насосом. Застосування насосів і вібратора забезпечує проточність виробництва. При цьому прискориться відділення сироватки від терну без зниження його температури і без затримки розвитку молочнокислого процесу.

Формування сирного зерна насипом сприяє утворенню характерного для цього виду сиру пустотного та нерівномірного малюнка. Порожнечі, що залишилися між зернами, після видалення сироватки заповнюються повітрям, а в подальшому газом, що викликає утворення вічок різних розмірів і форми.

Пресування сирної маси.

Після формування зазвичай сири пресують, або відбувається їх самопресування під вагою верхніх шарів. Пресування і самопресування необхідно для подальшого закріплення форми сиру, щільного з'єднання зерен в суцільний моноліт, для видалення механічно захопленої сироватки і створення щільної замкнутої поверхні.

Наповнені зерном форми залишають протягом 2,5-3,5 годин для самопресування маси. Після закінчення даного часу сир ставлять під прес. Тиск

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протягом першої години пресування має становити 10кПа. Після закінчення години сир відпресовують, віджимаючи серпянку, і маркують казеїновими цифрами, поміщаючи їх в центрі верхнього полотна сиру (дата вироблення), потім в форму поміщають металевий диск і знову ставлять під прес. Так як тиск діє в основному на нижні шари, то верхні шари залишаються нещільними. Тому сири необхідно перепресовувати і перевертати.

Тривалість пресування сиру становить від 2 до 7 годин при поступовому підвищенні тиску від 10кПа до 35 кПа.

Тривалість процесу самопресования і пресування сиру визначається, перш за все, досягненням активної кислотності в сирі після пресування в межах від 5,2-5,3 рН. Відпресований сир повинен мати добре замкнуту поверхню. Оптимальна масова частка вологи в сирі після пресування - 44-45%.

Посолка сиру.

Мета посолки сиру - надання йому відповідного смаку і збереження продукту від швидкого перезрівання і псування. Сіль є до певної міри регулятором розвитку молочнокислих, пропіонових і інших бактерій, що беруть участь в дозріванні сирів. Часткова посолка сирної маси в процесі другого нагрівання підвищує гідрофільність зерна і вміст вологи в сирній масі на 2-3%, яка утримується на наступних стадіях обробки.

Посолка сиру в насиченому розсолі призводить до втрат вологи в сирах з низькою температурою другого нагрівання і усушка становить до 4-5% до початкового вазі сиру.

Сіль впливає на розвиток бактерій в сирній масі і може вплинути на процес дозрівання сиру.

Посолкою сиру «Сметанковий» в зерні досягається вміст солі в сирі після пресування не більше 0,8-1,0%, тому відпресований сир поміщають в розсіл концентрацією від 18 до 24% і досаджувати протягом (2-3) діб, щоб вміст солі в зрілому сирі становило $1,5 \pm 0,5\%$. Температура розсолу (8-12) ° С.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткова посолка в розсолі сприятливо впливає на ущільнення поверхневого шару і сприяє якнайшвидшому утворення скоринки сиру, а також знижує температуру сирної маси, що оберігає сир від деформації при його подальшій витримці в сиркамері на дозріванні. Сир розміщують в басейнах на спеціальних етажерках. В процесі посолки сиру і подальшого догляду за ними в сиркамері не можна допускати пошкодження кірки сирів, так як при появі навіть незначних тріщин і інших ушкоджень починає розвиватися подкоркова цвіль, а отже, зниження якості сиру.

Обсушування сиру.

Після посолки сир переміщують в відділення сиркамери з температурою 8-12 ° С, відносною вологістю повітря 90-95%, де він обсушуємо від двох до трьох діб. У цей час ретельно стежать за тим, щоб у приміщенні не було протягів або посиленої вентиляції, щоб не допустити зайвого обсихання поверхневого шару сиру і появи на його шкірці дрібних тріщин, що призводять в подальшому до розвитку підкіркової плісняви.

У камерах обсушування сиру не можна допускати засіювання спорами цвілі, що веде до розвитку цвілі на поверхні сиру і в підкірковому шарі. У приміщеннях повинен бути чотириразовий обмін повітря з механічної та біологічної фільтрації, що запобігає розвитку цвілі. Температура у них необхідно підтримувати тільки подаючи в камери за допомогою кондиціонерів попередньо осушене повітря. Охолодження сиросховищ за допомогою батарей не бажано, тому що при цьому підвищується вологість повітря, що негативно впливає на якість сиру.

Упаковка сиру.

Через 2-3 діб сир упаковують в полімерну плівку. Сир, що підлягає упаковці, повинен мати суху, чисту поверхню без цвілі і слизу і без будь-яких пошкоджень. Для запобігання конденсації вологи на поверхні сирів температура в пакувальному приміщенні не повинна перевищувати температуру в камерах дозрівання сиру.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо упаковку проводять при кімнатній температурі, то сири попередньо витримують у пакувальному приміщенні протягом $2 \pm 0,5$ год.

Упаковку сиру в пакети з полімерної плівки проводять на спеціальних вакуум-пакувальних машинах. При упаковці сиру під вакуумом з пакету повинен бути повністю видалений повітря і забезпечена його герметизація затиснення металеві кліпси. Після упаковки сиру проводять термообробку плівки - упакований сир занурюють в гарячу воду з температурою $80-85$ ° С. Під впливом високої температури плівка дає усадку і щільно прилягає до поверхні сиру.

Упаковка вважається задовільною, якщо плівка щільно облягає сир, між нею і поверхнею сиру не утворюється видимого повітряного простору і при легкому натисканні під кутом 30° до поверхні сиру плівка не рухається. Не допускається перевірка якості упаковки шляхом відтягування плівки від поверхні сиру щоб уникнути розриву пакета.

Дозрівання сиру. Упакований в полімерну плівку сир дозріває в камері з температурою $10-15$ ° С, і відотною вологістю повітря $85-90\%$ протягом 60 діб з дня вироблення.

Під час дозрівання упакованих сирів стежать за тим, щоб вчасно виявити порушення герметизації пакетів, що супроводжується розвитком на сирах поверхневої мікрофлори. Такі сири відразу ж повинні бути піддані мийки, тепловій обробці і після обсушування їх повторно упаковують в плівку.

Зберігання сирів.

Зберігання сирів здійснюється при температурі від -4 до 0 ° С і відносній вологості повітря $85-90\%$ або при температурі від $0-8$ ° С і відносній вологості повітря $80-85\%$. Якість сиру перевіряється не рідше, ніж один раз в 30 діб. За результатами цих перевірок виносять рішення про можливість подальшого зберігання сирів без зниження їх бальної оцінки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сири повинні зберігатися на стелажах або упакованими в тару, покладену штабелями на рейках. Між складеними штабелями залишають прохід шириною 0,5 м, причому торці тари з маркуванням на них повинні бути звернені до проходу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1. Завдання на розробку системи автоматизації.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Сировиготовлювач	Клапан на трубопроводі молока	Вкл/Викл	Управління	24 V DC	Виконавчий механізм клапана	Управління по програмі
2		Положення клапана на трубопроводі молока	Вкл/Викл	Контроль	24 V DC	Датчик положення	
3		Клапан на трубопроводі води	Вкл/Викл	Управління	24 V DC	Виконавчий механізм клапана	Управління по програмі
4		Положення клапана на трубопроводі води	Вкл/Викл	Контроль	24 V DC	Датчик положення	
5		Клапан на трубопроводі сироватки	Вкл/Викл	Управління	24 V DC	Виконавчий механізм клапана	Управління по програмі
6		Положення клапана на трубопроводі сироватки	Вкл/Викл	Контроль	24 V DC	Датчик положення	
7		Клапан на трубопроводі вивантаження зерна №1	Вкл/Викл	Управління	24 V DC	Виконавчий механізм клапана	Управління по програмі

Продовження таблиці 1.1

8	Положення клапана на трубопроводі зерна №1	Вкл/Викл	Контроль	24 DC V	Датчик положення	
9	Клапан на трубопроводі вивантаження зерна №2	Вкл/Викл	Управління	24 DC V	Виконавчий механізм клапана	Управління по програмі
10	Положення клапана на трубопроводі зерна №2	Вкл/Викл	Контроль	24 DC V	Датчик положення	
11	Клапан подачі пари в рубашку сировиготовлювача	0...100 % ХРО	Регулювання	4...20 мА	Виконавчий механізм клапана	Регулювання по температурі в сировиготовлювачі
12	Рівень в сировиготовлювачі	0...100 %	Контроль	4...20 мА	Перетворювач тиску	
13	Температура в сировиготовлювачі	30...42 °С	Контроль			
14	Температура бокової стінки сировиготовлювача					
15	Частота на привід лір	-50...50 Гц	Контроль	4...20 мА	Перетворювач частоти	
16	Частота обертів лір	-100...100 %	Управління	0...10В	Перетворювач частоти	Управління по програмі
17	Частота на привід насоса сирного зерна	0...50 Гц	Контроль	4...20 мА	Перетворювач частоти	
18	Частота обертів насоса сирного зерна	0...100 %	Управління	0...10В	Перетворювач частоти	Управління по програмі

1 9		Положення кришки сировиготовлювача	Вкл/ Викл	Контроль	24 ДС	V	Датчик положення	
2 0		Положення решітки сировиготовлювача	Вкл/ Викл	Контроль	24 ДС	V	Датчик положення	

Розділ 2. Система автоматизації

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

При виборі ВМ та РО керувався такими аспектами:

1. Сумісність з технічними засобами та програмним забезпеченням, що вже встановлені на підприємстві.
2. Ціна.
3. Якість, перевірена часом.
4. Дублювання основних функцій для забезпечення продовження роботи при відмові одного з елементів системи (ручний режим, швидкозамінні прилади ТРМ, тощо).

Кваліфікаційна робота

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрійчук Є. В..			Розробка системи автоматизації технологічного процесу сироваріння	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Ельперін І. В.					19	9
Секретар		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Вимір температури

Для виміру температури бокової стінки сировиготовлювача та всередині нього використовуються термоперетворювачі опору фірми ТЕРА ТСП1-3-Pt100.



Рис. 2.1 Термоперетворювач опору ТСП1-3-Pt100-А-4-120-4-М20*1,5-40

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимір рівня

Для виміру рівня молока в сировиготовлювачі використовується перетворювач тиску фірми Aplisens PC-28. Гідростатичний тиск водяного (молочного) стовпа рідини прямо пропорційний рівню в метрах. Датчик тиску врізається в саму нижню точку сировиготовлювача. Дана модель виконана з спеціалізованим штуцером з лицевими мембранами, такі використовуються коли вимірювання проходять в в'язких (в тому числі застигаючих) середовищах.



Рис. 2. Перетворювач тиску Aplisens PC-28

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перетворювач частоти (ПЧ)

Для зміни швидкості оборотів двигуна, а також зміни напрямку його обертання використовується перетворювач частоти (ПЧ) Siemens Sinamics v20. Номінальна потужність 2,2 кВт.



Рис. 3 Перетворювач частоти Siemens Sinamics v20

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						22
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Пневматичні клапани

Для управління подачі пари, нагрівання та підтримання температури сировиготовлювача, використовується регулюючий клапан з позиціонером E290A068PDB67 DN50 PN6 ASCO Numatics. Розрахований на 3000000 циклів спрацювання. Робочий тиск клапана від 0 до 16 бар. Температура робочого середовища від -10 до +180 °С, навколишнього середовища від -10 до +60 °С.



Рис. 4. ASCO Numatics DN50 PN6 E290A068PDB67

					Кваліфікаційна робота	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Схеми автоматизації

Температура в середині сировиготовлювача та при боковій стінці вимірюється термометрами опору ТСП1-3-Pt100 (поз. 1а, 1б) від яких сигнал йде на ПД-регулятор ТРМ212 (поз. 1в). Температура регулюється, згідно завдання регулятора, пневматичним клапаном ASCO Numatics DN50 (поз. 1г), що отримує уніфікований електричний сигнал 4-20 мА з виходу регулятора ТРМ212. При ручному керуванні потрібно повернути поворотну кнопку (SA1) в положення «ручний режим», та за допомогою потенціометра (RP1) управляти положенням клапана подачі пари.

Рівень в сировиготовлювачі вимірюється за допомогою перетворювача тиску Aplisens PC-28 (поз. 2а), сигнал якого йде на вхід вимірювача-регулятора ТРМ201 (поз. 2б) на якому відбувається індикація рівня. Сигнал від вимірювача-регулятора до програмованого реле передається за допомогою інтерфейсу RS-485.

Для управління швидкістю обертів лір використовується перетворювач частоти (ПЧ) Siemens Sinamics v20 (поз. 3а). Змінюючи частоту струму – змінюється швидкість обертів двигуна, а далі, через редуктор, швидкість обертів лір. До ПЧ йде аналоговий сигнал 0...10 В від ПР-200. Для індикації частоти сигнал з перетворювача частоти йде на регулятор-вимірювач ТРМ201 (поз. 3б).

Для управління швидкістю оборотів лір в ручному режимі спочатку потрібно повернути поворотну кнопку (SA2) в позицію ручного управління, а потім за допомогою потенціометра (RP2) можна змінювати частоту на частотному перетворювачу, тим самим змінювати швидкість оборотів двигуна.

Для того щоб перемикнути напрям обертання лір потрібно повернути поворотну кнопку (SA3) в позицію ручного управління, а далі за допомогою поворотної кнопки (SA4) вибираємо потрібне положення (звичайний напрямок чи реверс).

Швидкість обертів двигуна також управляється перетворювачем частоти Siemens Sinamics v20 (поз. 4а), сигнал управління на який приходить з аналогового виходу ПР-200. Для індикації частоти сигнал з перетворювача частоти йде на регулятор-вимірювач ТРМ201 (поз. 4б).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для управління швидкістю оборотів двигуна насоса сирного зерна в ручному режимі спочатку потрібно повернути поворотну кнопку (SA5) в позицію ручного управління, а потім за допомогою потенціометра (RP3) можна змінювати частоту на перетворювачу частоти, тим самим змінювати швидкість обертів двигуна.

Датчики положення IFM IG5202 (GS1) та (GS2) подають сигнал в залежності від того чи закриті решітка та кришка сировиготовлювача відповідно.

Датчики положення IFM IFC275 (GS3-7) дають нам інформацію про те, чи відкриті клапани, тому що коли вони подають сигнал – загораються відповідні світлодіоди: молока (поз. 7а) – HL1, води (поз. 8а) HL2, вивантаження сирного зерна (поз. 10а, 11а) - HL4 та HL5 відповідно та сироватки (поз. 9а) – HL3.

Верхній сигнальний рівень – для його сигналізації встановлений одноелектродний кондуктометричний датчик рівня ДС.2. Принцип його дії базується на різниці електропровідності між повітрям і рідиною. Коли поверхня рідини доторкається до сигнального електроду, відбувається замикання електродів. Сигнал подається на контролер рівня рідини HRH-5, а з нього на ПР-200. Також при замиканні електродів загорається світлодіод HL6.

Кнопки SA7-10 відповідають за управління клапанами: подачі молока (поз. 7б), подачі води (поз. 8б), вивантаження сироватки (поз. 9б) та вивантаження сирного зерна відповідно (поз 10б, 11б).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація приладів та засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	1а, 1б	по місцю	Термоперетворювач Pt100 діапазон вимірювань - 196...750 °С	ТСП1-3-Pt100-A-4-120-4-M20*1,5-40	2	ЧАО "ТЭРА"
2	1в	На щиті	ПІД-регулятор	ТРМ212-Щ1-УР	1	ТОВ «ВО Овен»
3		В щиті	Програмоване реле	ПР200-24.2.2.0	1	ТОВ «ВО Овен»
4		На щиті	Панель оператора	MT8071IP	1	Weintek Тайвань
5	1г	На трубопроводі пари	Клапан з пневмоприводом електропневмопозиціонером Dn50	E290A068P DB67	1	ASCO Numatics Нідерланди
6	2а	по місцю	Перетворювач тиску	РС-28 / 0 ÷ 40 кПа / PD / СМ30×2	1	Aplisens Польща
7	2б, 3б, 4б	На щиті	Вимірювач-регулятор	ТРМ201-Щ1-Р	3	ТОВ «ВО Овен»
8	3а, 4а	В щиті	Перетворювач частоти Siemens Sinamics v20 2,2 кВт	6SL3210-5BB22-2UV0	2	Siemens Німеччина
9	5а, 6а	по місцю	Датчик положення	IG5202	2	IFM Німеччина
10	7а-11а	по місцю	Датчик положення	IFC275	5	IFM Німеччина

					Кваліфікаційна робота	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11	76-96	по місцю	Клапан метеликовий AWH з пневмоприводом Dn65		3	AWH Німеччина
12	106-116	по місцю	Клапан метеликовий AWH з пневмоприводом Dn100		2	AWH Німеччина
13	12a	по місцю	Одноелектродний кондуктометричний датчик рівня	ДС	1	ТОВ «ВО Овен»
14	12б	В щиті	Реле контролю рівня	HRH-5	1	ETI
15	SA1-SA10	На щиті	Кнопка поворотна з фіксацією	8 LM2T S230	10	Lovato electric Італія
16	PR1-PR3	На щиті	Потенціометр 10 кОм	PTS-10	3	Tense Турція
17	HL1-HL6	На щиті	Арматура світлосигнальна світлодіодна 24 VDC	LPMLB3	6	Lovato electric Італія

Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Розробка системи процесу сироваріння виконувалась з програмованим реле ПР-200. Основні характеристики пристрою — простота в програмуванні та експлуатації, надійність.

Середовище програмування OWENlogic робить програмування ПР простим та інтуїтивно-зрозумілим. Запис алгоритму роботи в пам'ять реле здійснюється з використанням функціональних блоків. Для запису програми у пристрій використовується стандартний miniUSB-кабель.

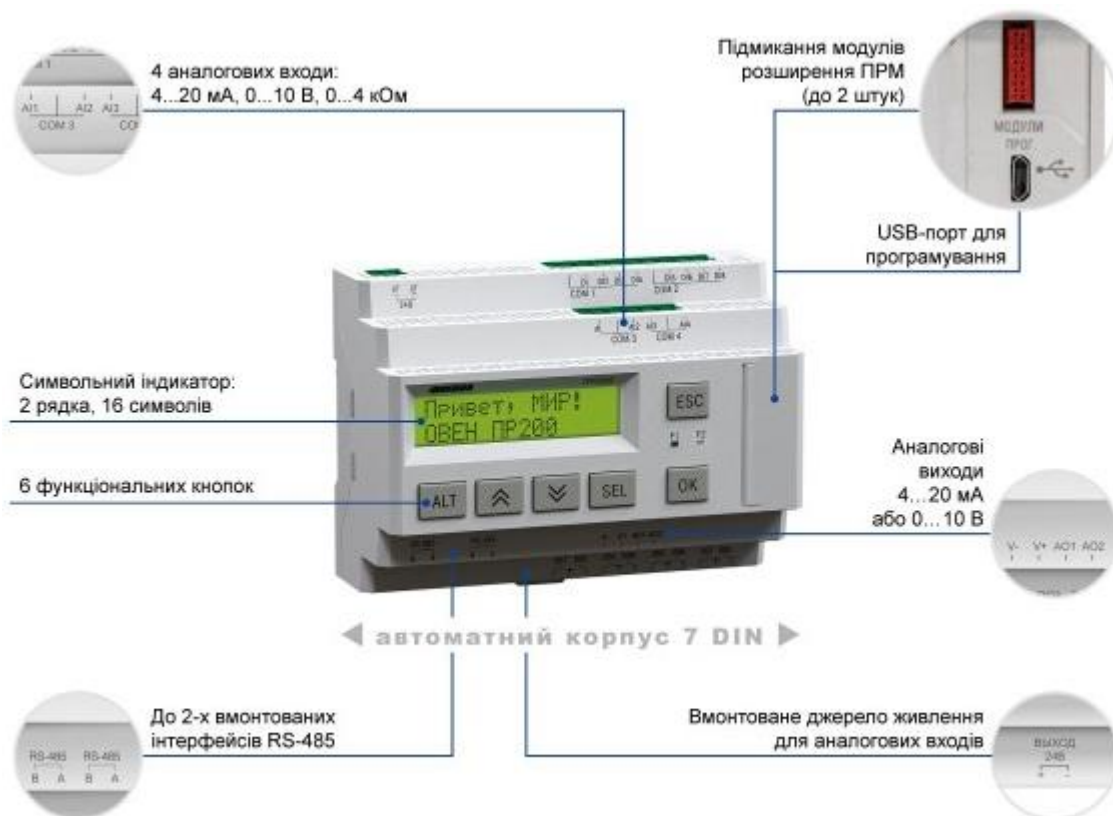


Рис.3.1 Програмуване реле ПР-200

Кваліфікаційна робота

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації технологічного процесу сироваріння		
Розроб.		Андрійук Є. В.				28	5
Перевір.		Ельперін І. В.			НУХТ АК-4-1		
Секретар		Проскурка Є.С.					
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.					

Аналогові виходи. Управління обертами моторів М1 та М2 виконується уніфікованими сигналами по напрузі 0-10В, що йдуть на перетворювачі частоти з аналогових виходів ПР-200.

Дискретні входи. Датчики положення підключені до дискретних входів ПР-200. Дані датчики дають нам можливість зрозуміти, в якому положенні знаходяться клапани та являються елементами техніки безпеки сировиготовлювача.

Дискретні виходи. Пневмоприводи клапанів подачі та вивантаження речовини в апарат підключені до дискретних виходів ПР-200 через електропневмоперетворювачі. Також, перемикання напрямку оборотів лір та включення реверсу на М1, вмикання мотора М2.

RS-485(Master): Контроль температури ТРМ212, індикація рівня - ТРМ201, індикація частоти на ПЧ1 - ТРМ201, індикація частоти на ПЧ2 - ТРМ201.

RS-485(Slave): Панель Weintek MT8071P.

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

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Зі схеми видно, що три фази йдуть на перетворювач частоти (ПЧ) (3_1). QF1 – трифазний автоматичний вимикач, встановлений на випадок необхідності знеструмлення системи в цілому, а QF2 – тільки для ПЧ. Через однофазні автоматичні вимикачі струм йде на живлення ПД-регулятора TRM212 (1_3), вимірювачів-регуляторів TRM201 (2_2), TRM201 (3_2), та на блоки живлення MeanWell MDR-60-24 (UG1) для живлення ПР-200 (A1), панелі оператора Weintek MT8071IP (A2) та Mean Well NDR-120-24 (UG2) для живлення датчиків, ПЧ, клапанів з пневмоприводами, та світлосигнальної світлодіодної арматури.

Схема вимірювання та регулювання температури і рівня.

Тут можна побачити, що якщо поворотна кнопка стоїть в позиції автоматичного регулювання, то аналоговий сигнал йде від TRM212 OUT1_4 до клапана з пневмоприводом подачі пари на клему 1 (1_4). Якщо в позиції відключено – то ніякий сигнал не проходить. Якщо в позиції ручного управління, то величина сигналу, що приходить на 1 клему клапана з пневмоприводом подачі пари залежить від положення потенціометра RP1.

Схема управління перетворювачем частоти обертів лір

Зі схеми можна побачити, що пуск ПЧ можливий якщо контакт реле решітки замкнутий, тобто, решітка закрита.

Частота змінюється згідно завдання на стадії варки сигналом з ПР-200, якщо поворотна кнопка в положенні автоматичного управління, або ж за допомогою RP11, якщо поворотна кнопка в положенні ручного управління. З аналогового виходу сигнал йде на TRM201 для індикації частоти ПЧ.

Схема дискретних входів

На дискретні входи ПР-200 йде сигнал від датчиків положення 5_1-11_1 та сигналізація верхнього аварійного рівня. Сигнал також проходить через світлодіоди, що розташовані щиті.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема дискретних виходів

Сигнал управління клапанами реалізований таким чином, щоб в залежності від положення поворотних кнопок, сигнал йшов з ПР-200 або ж в ручному режимі (А – автоматичний режим, О – клапан закритий, Р – клапан відкритий).

ПЧ лір, як було сказано вище, також може працювати в автоматичному або ручному режимі, для перемикання режимів на щиті є відповідна кнопка. В ручному режимі можна вибрати режими вимішування або різки, вибираючи відповідне положення кнопки.

Схема мережі RS-485 і ETHERNET

ПД регулятор ТРМ212 та вимірювачі регулятори ТРМ201 передають інформацію на ПР-200 за інтерфейсом RS-485. З якої також за інтерфейсом RS-485 на панель оператора Weintek, а та, в свою чергу, за інтерфейсом ETHERNET до заводського серверу архівації.

Основні елементи, що використовуються в електричній принциповій схемі наведені в переліку елементів.

В схемі використана така нумерація провідників:

- Для 3-фазної мережі:
 - подача живлення L1, L2, L3
 - Після загального силового автомата L11, L12, L13
 - Після силового автомата на пускач на ПЧ лір L21, L22, L23
 - Після пускача на ПЧ лір L31, L32, L33
- Для 1-фазної мережі 220 В (живлення приладів, блоків живлення) - 800...899
- Для мережі живлення постійним струмом 24 В – 900...999
- Для провідників сигналів від датчиків 100-199
- Для провідників сигналів управління 200-299
- Для провідників сигналізації положення 400 -499

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання температури в сировиготовлювачі

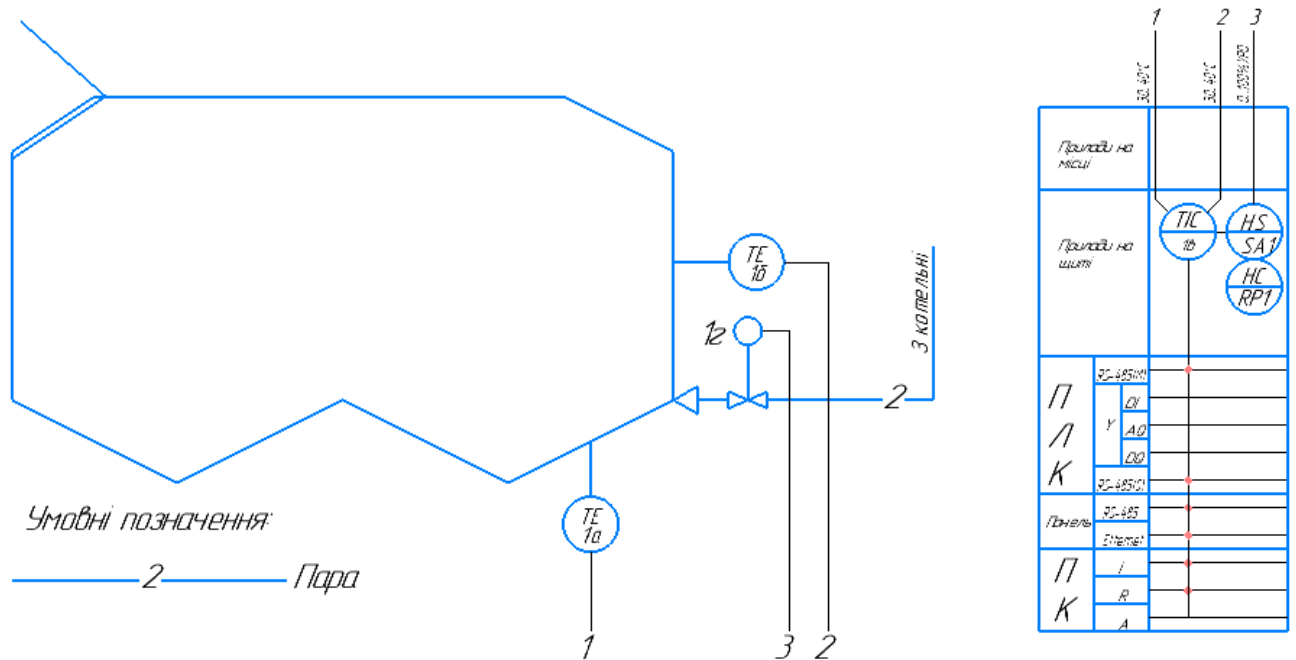


Рис. 3.2. Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання температури в сировиготовлювачі.

Температура в середині сировиготовлювача та на його стінці вимірюється термометрами опору ТЭРА ТСП1-3-Pt100 (поз. 1а, 1б)

Регулювання температури відбувається за допомогою клапану з пневмоприводом електропневмопозиціонером E290A068PDB67 DN50 PN6 ASCO Numatics (поз. 1г), до якого надходить уніфікований електричний сигнал 4...20 мА від ТРМ212 (поз. 1в).

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.

За сигналізацію верхнього рівня в сировиготовлювачі відповідає одноелектродний кондуктометричний датчик рівня ДС.2. Зовнішній вигляд ДС.2 зображено на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Одноелектродний кондуктометричний датчик рівня ДС.2.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Андрійчук Є. В.</i>			Розробка системи автоматизації технологічного процесу сироваріння		
<i>Перевір.</i>		<i>Ельперін І. В.</i>					34
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка Є. С.</i>				НУХТ АК-4-1	
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>					

Датчики рівня кондуктометричного типу призначені для виміру та сигналізації рівня електропровідних рідин (вода, молоко, харчові продукти – слабо кислотні, лужні).

Монтаж датчиків можна виконувати в металевих та неметалевих резервуарах закритого та відкритого типів. Так як в металевих резервуарах роль загального провoda відіграє сам резервуар, то металеві резервуари з контрольованою рідиною варто заземляти. Датчики ДС в залежності від виконання можна встановлювати як в горизонтально (в кришку) так і вертикально (в стінку) резервуара.

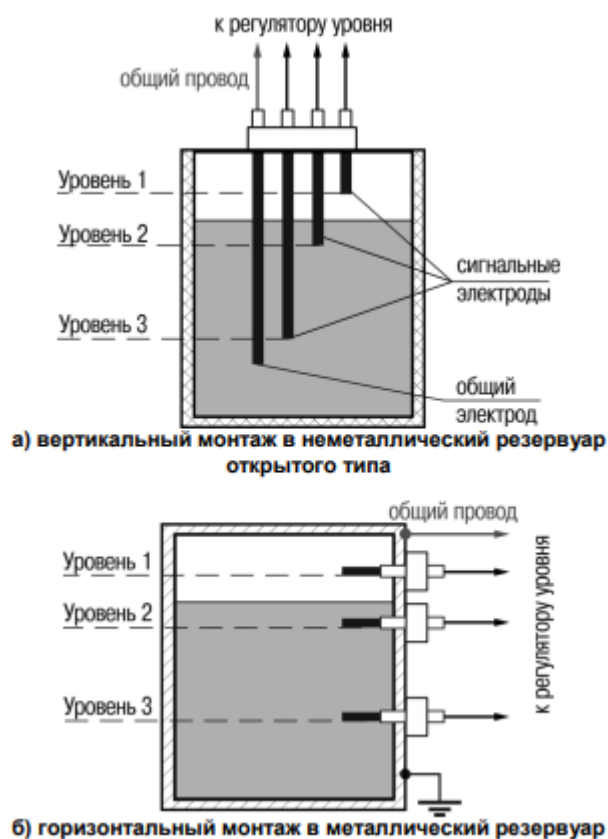
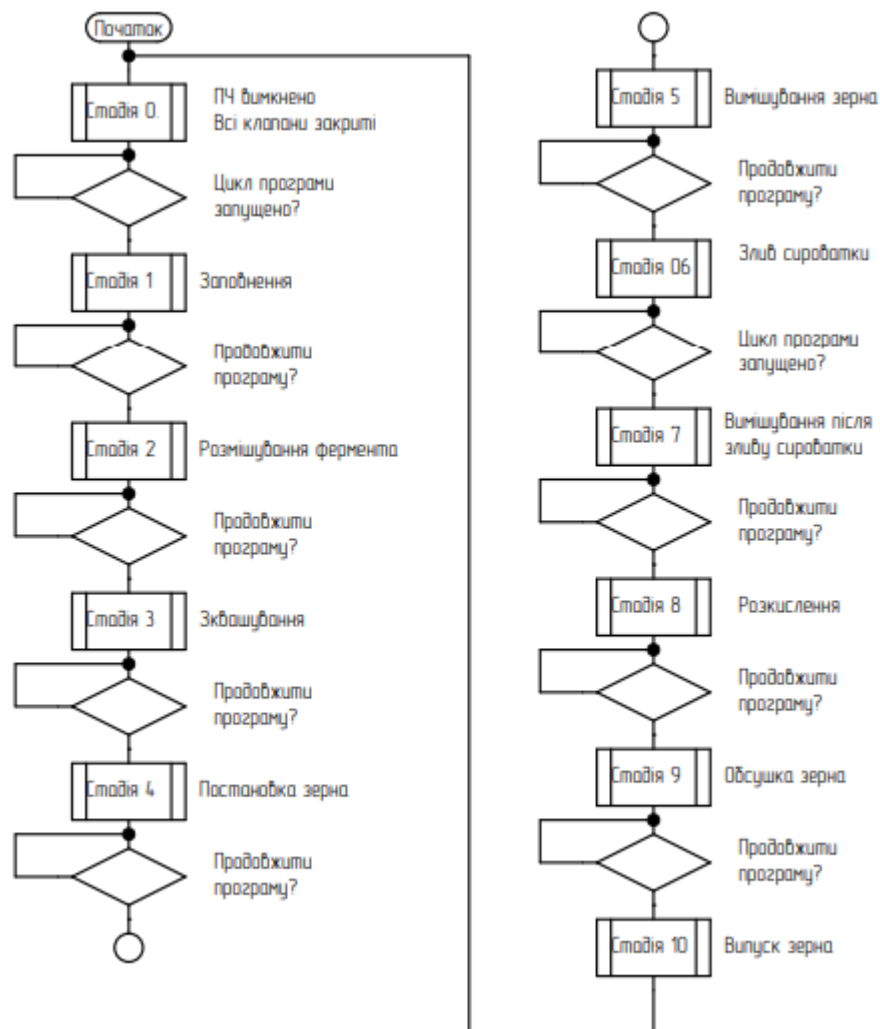


Рис. 4.2. Приклади монтажу датчиків

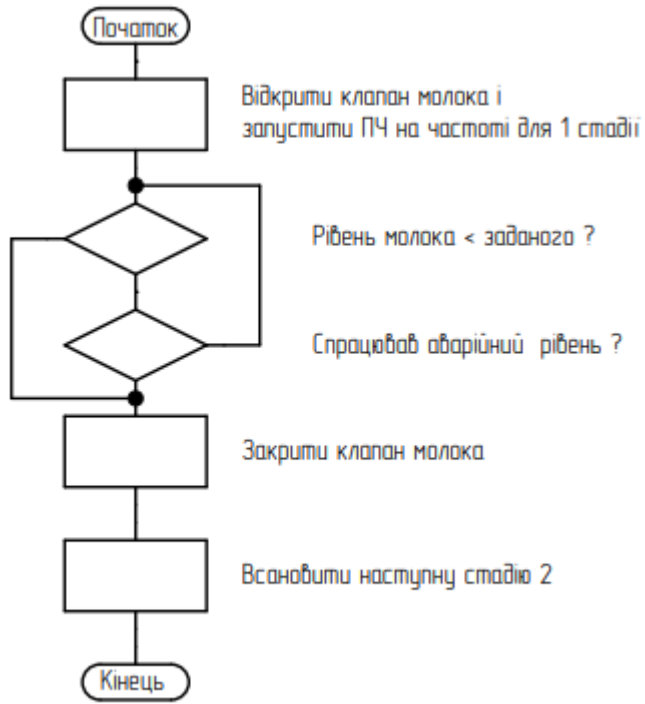
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Проходження процесу сироваріння відбувається за наступним алгоритмом:

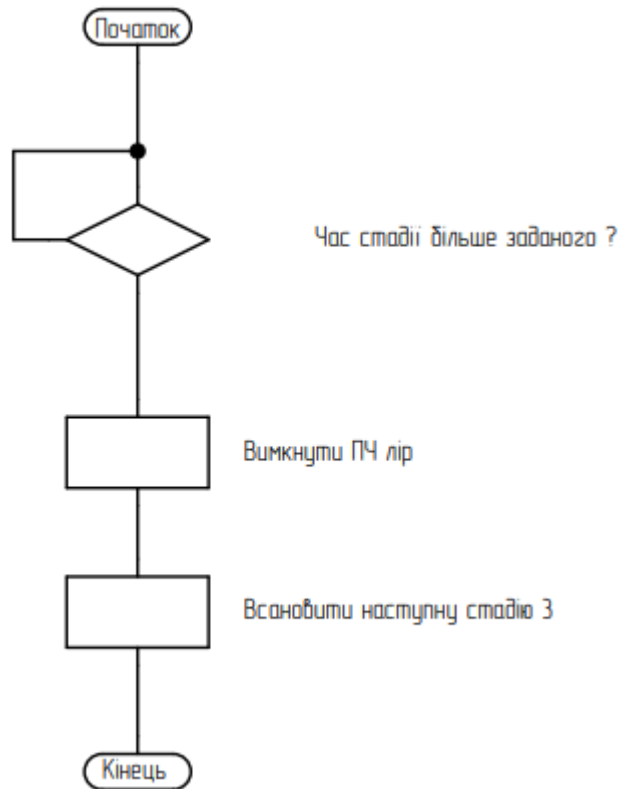


					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Андрійчук Є. В.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу сироваріння	Літ.	Арк.	Аркушів
		Ельперін І. В.					36	11
		Проскурка Є. С.			НУХТ АК-4-1			
		Смітюх Я. В.						

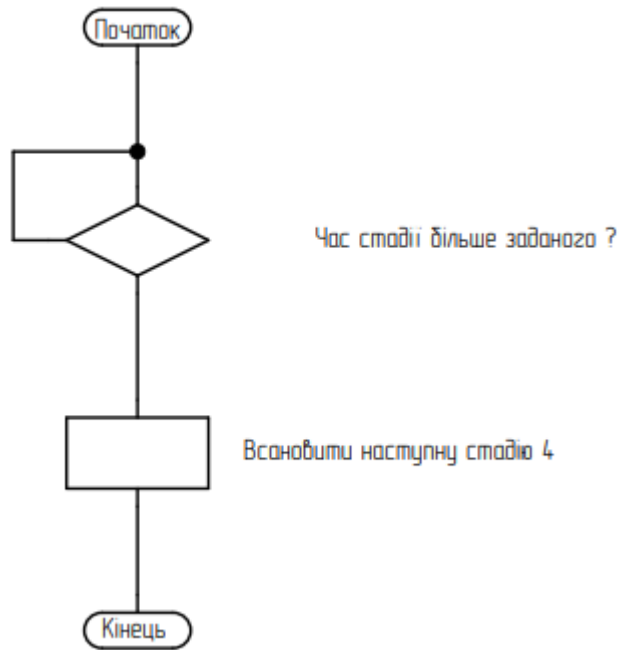
Стадія 1



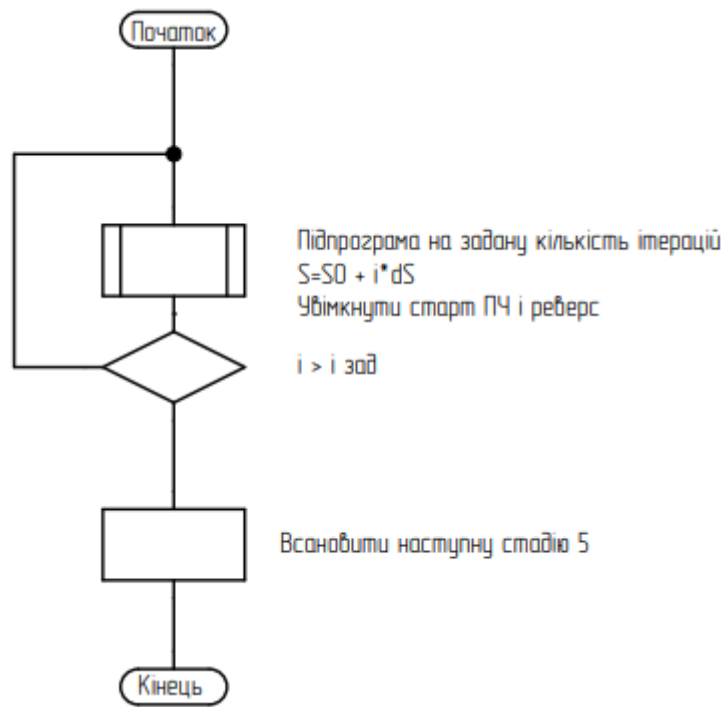
Стадія 2



Стадія 3

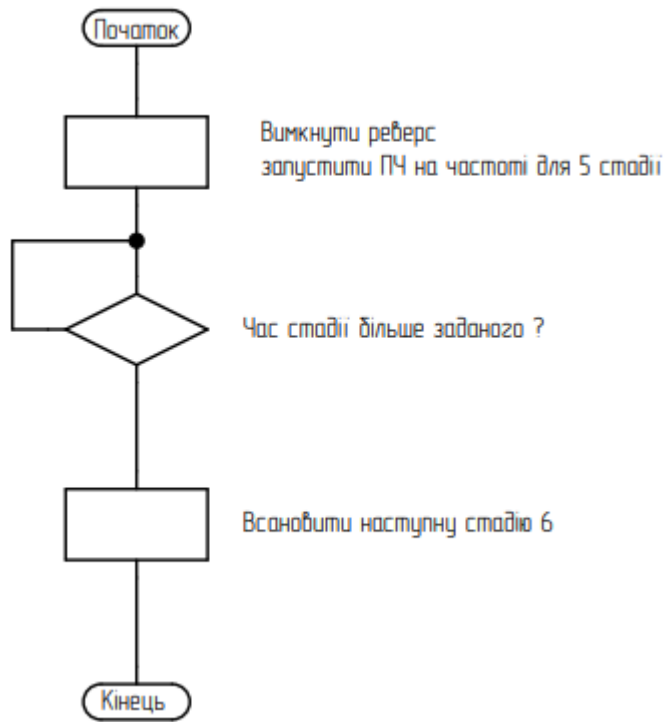


Стадія 4

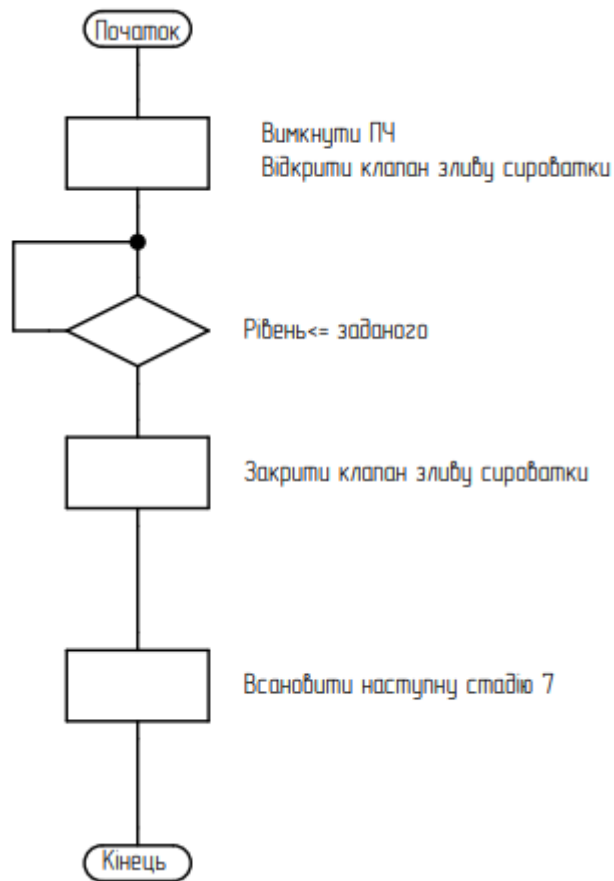


Стадія 5

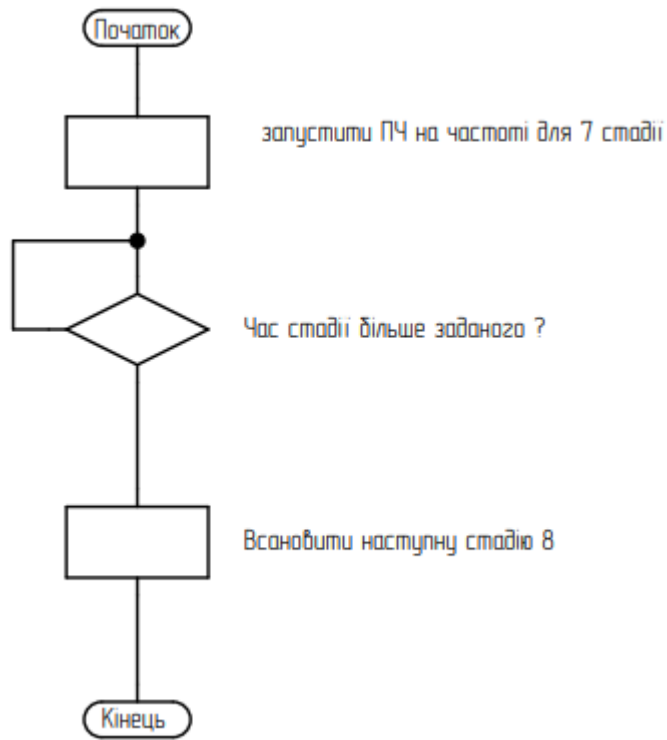
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



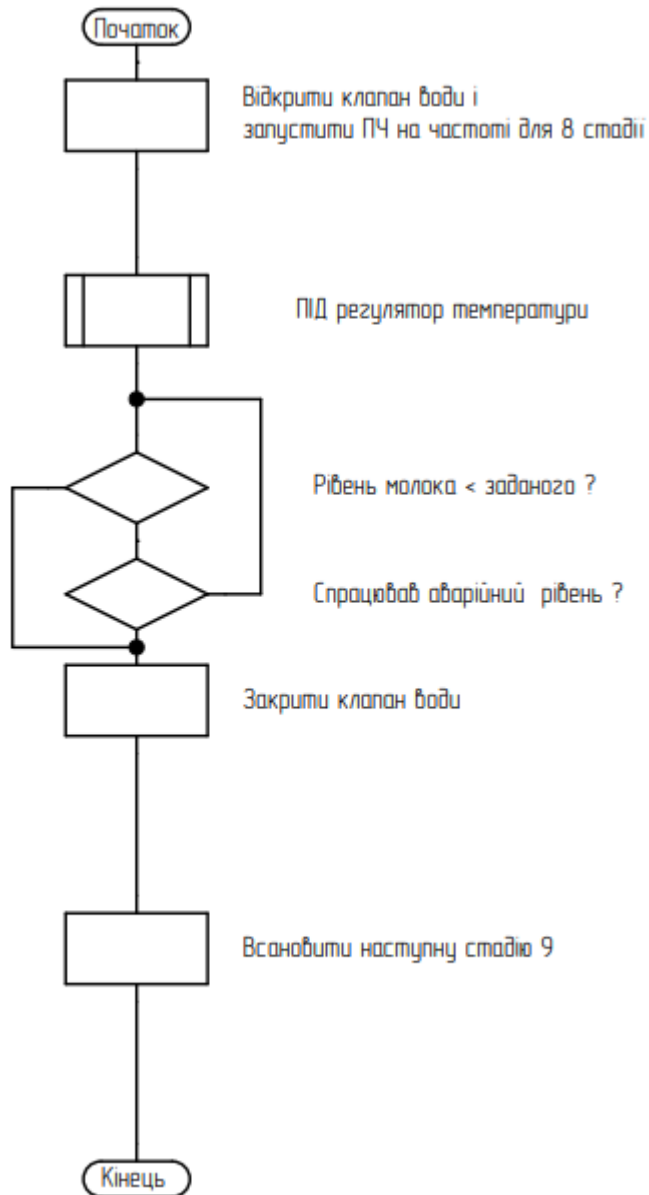
Стадія 6



Стадія 7

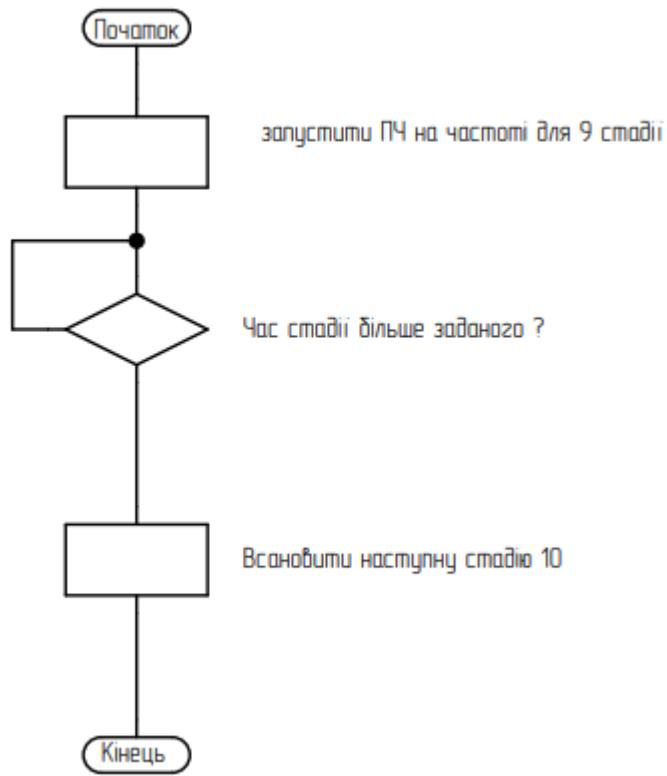


Стадія 8

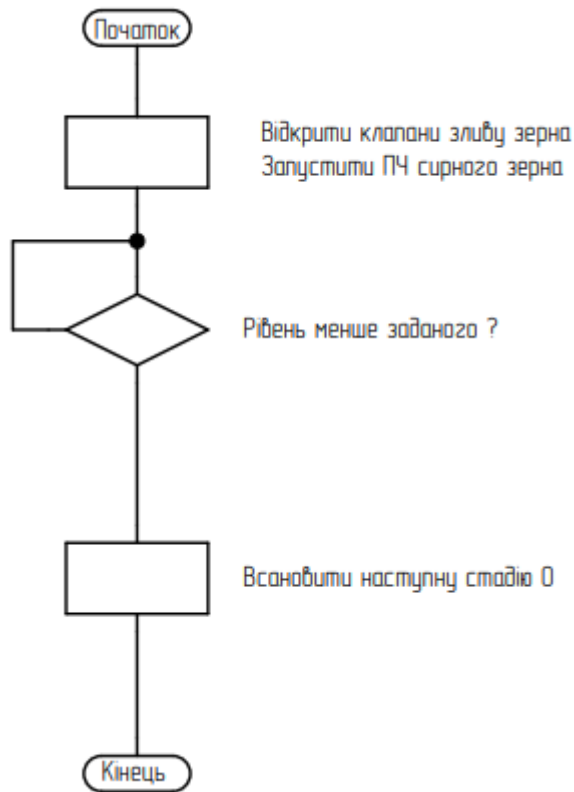


Стадія 9

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Стадія 10



Відповідно до алгоритму, що показаний вище, відбулося програмування ПЛК. В наступних таблицях наведено змінні, які було використано під час розробки програми для функціонування процесу сироваріння.

Змінні для програми в ПЛК

Таблиця 5.1. Змінні фізичних входів-виходів.

Назва	Тип	Коментар
DI1	0/24 VDC	Клапан подачі молока закритий
DI2	0/24 VDC	Клапан зливу сироватки закритий
DI3	0/24 VDC	Клапан 1 вивантаження зерна закритий
DI4	0/24 VDC	Клапан 2 вивантаження зерна закритий
DI5	0/24 VDC	Клапан подачі води закритий
DI6	0/24 VDC	Кришка закрита
DI7	0/24 VDC	Решітка закрита
DI8	0/24 VDC	Аварійний верхній рівень
DQ1	0/24 VDC	Відкриття клапана подачі молока
DQ2	0/24 VDC	Відкриття клапана зливу сироватки
DQ3	0/24 VDC	Відкриття клапана подачі води
DQ4	0/24 VDC	Відкриття клапана вивантаження зерна
DQ5	0/24 VDC	Старт ПЧ лір
DQ6	0/24 VDC	Реверс ПЧ лір
DQ7	0/24 VDC	Старт ПЧ сирного зерна
AQ1	0...10V	Вихід на ПЧ лір
AQ2	0...10V	Вихід на ПЧ сирного зерна

Таблиця 5.2. Внутрішні змінні

Назва	Коментар
Stage Next 1	Номер стадії для переходу після стадії 1
Stage Next 2	Номер стадії для переходу після стадії 2
Stage Next 3	Номер стадії для переходу після стадії 3
Stage Next 4	Номер стадії для переходу після стадії 4
Stage Next 5	Номер стадії для переходу після стадії 5
Stage Next 6	Номер стадії для переходу після стадії 6
Stage Next 7	Номер стадії для переходу після стадії 7
Stage Next 8	Номер стадії для переходу після стадії 8
Stage Next 9	Номер стадії для переходу після стадії 9
Stage Next 10	Номер стадії для переходу після стадії 10

Таблиця 5.3. Змінні інтерфейсу RS-485 Master

Назва	Тип	Ф-я читання	Ф-я запису	Регістр	Коментар
RS1_L_Pv	Float	0x03	-	4105	Рівень в сировиготовлювачі
RS1_SL_Pv	Float	0x03	-	4105	Частота на привід лір
RS1_S2_Pv	Float	0x03	-	4105	Частота на привід насоса
RS1_T1_Pv	Float	0x03	-	4105	Температура в сировиготовлювачі
RS1_T2_Pv	Float	0x03	-	4107	Температура 2 в сировиготовлювачі
RS1_T1_Sp	Float	0x03	-	4109	Завдання температури

Таблиця 5.3. Змінні інтерфейсу RS-485 Slave

Назва	Тип	Коментар
RS2_StartP	Integer	Старт програми (№ стадії)
RS2_L1_Sp	Float	Завдання рівня стадії 1
RS2_FL1_Sp	Float	Завдання частоти на привід лір стадії 1
RS2_StageEndSum	Integer	Наступна стадія для підтвердження
RS2_FL5_Sp	Float	Завдання частоти на привід лір стадії 5
RS2_L6_Sp	Float	Завдання частоти на привід лір стадії 6
RS2_L8_Sp	Float	Завдання рівня стадії 8
RS2_FL8_Sp	Float	Завдання частоти на привід лір стадії 8
RS2_L10_Sp	Float	Завдання рівня стадії 10
RS2_FL10_Sp	Float	Завдання частоти на привід лір стадії 10
RS2_MilkV_C	Integer	Положення клапана молока (Закрито)
RS2_WheyV_C	Integer	Положення клапана сироватки (Закрито)
RS2_MC1V_C	Integer	Положення клапана зерна 1 (Закрито)
RS2_MC2V_C	Integer	Положення клапана зерна 2 (Закрито)
RS2_WaterVC	Integer	Положення клапана води (Закрито)
RS2_Cover_C	Integer	Положення кришки (Закрито)
RS2_Grille_C	Integer	Положення решітки (Закрито)
RS2_Level_H	Integer	Спрацювання верхнього рівня
RS2_L_Pv	Float	Рівень в сировиготовлювачі
RS2_SL_Pv	Float	Поточна частота на привід лір
RS2_S2_Pv	Float	Поточна частота на привід насоса
RS2_T1_Pv	Float	Поточна температура 1
RS2_T2_Pv	Float	Поточна температура 2
RS2_T1_Sp	Float	Завдання температури

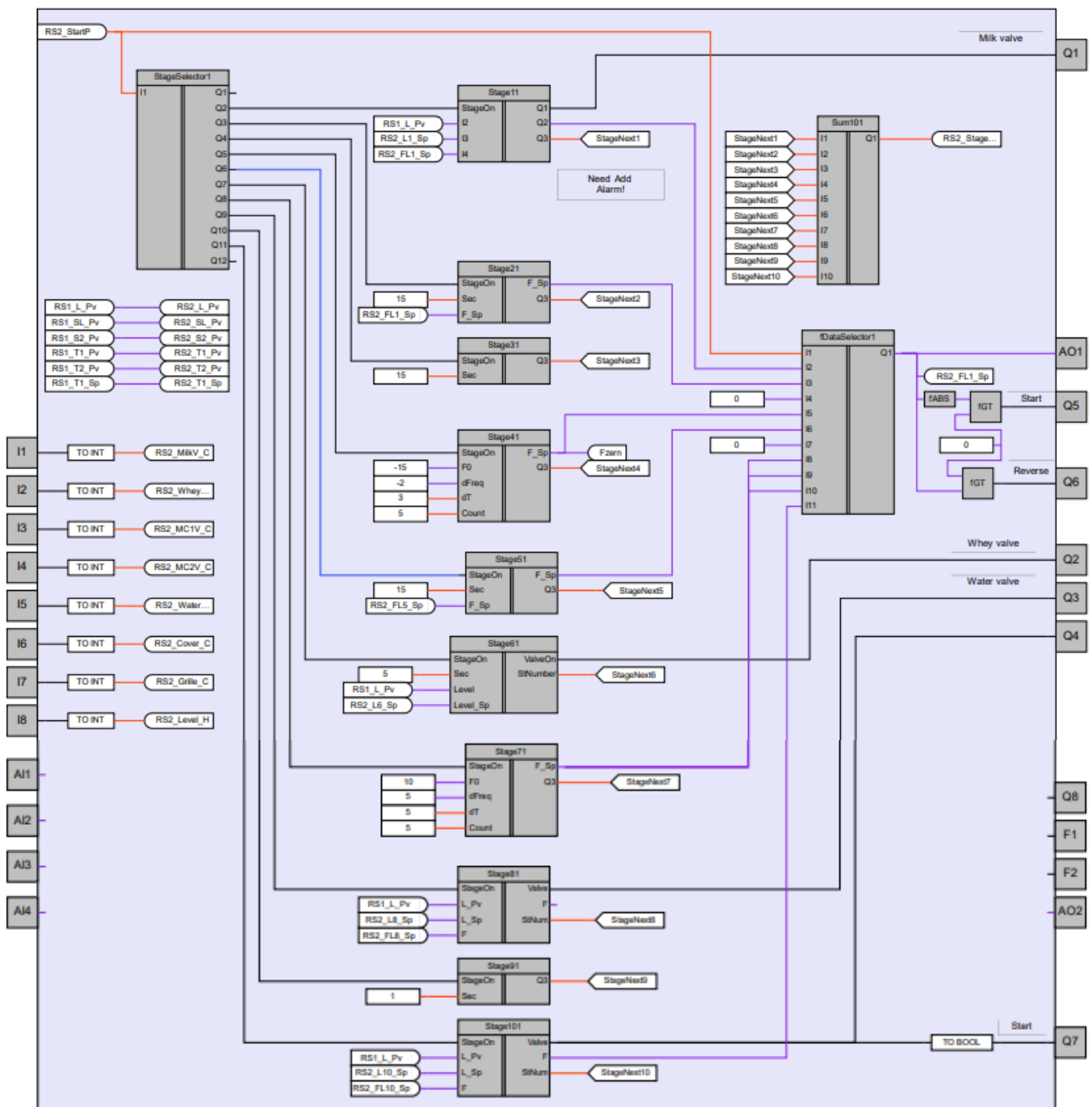


Рис. 5.1. Програма для ПР-200 в середовищі OWENlogic.

Тіло програми складається з функцій, функціональних блоків та макросів. Інтерфейсів RS-485 – два:

RS-485(Master): Контроль температури TPM212, індикація рівня - TPM201, індикація частоти на ПЧ1 - TPM201, індикація частоти на ПЧ2 - TPM201.

RS-485(Slave): Панель Weintek MT8071IP.

Макроси збережені в проекті під іменами:

- Stageselector1
- Stage1
- Stage2
- Stage3
- Stage4
- Stage5
- Stage6
- Stage7
- Stage8
- Stage9
- Stage10
- Sum10
- fDataSelector

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						46
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних НМІ

Таблиця 6.1. Змінні інтерфейсу RS-485 Master

Назва	Тип	Адреса	Коментар
Com_StartP	Integer	512	Старт програми (№ стадії)
Com_StageEndSum	Integer	519	Наступна стадія для підтвердження
Com_L1_Sp	Float	515	Завдання рівня стадії 1
Com_FL1_Sp	Float	517	Завдання частоти на привід лір стадії 1
Com_FL5_Sp	Float	524	Завдання частоти на привід лір стадії 5
Com_L6_Sp	Float	526	Завдання частоти на привід лір стадії 6
Com_L8_Sp	Float	528	Завдання рівня стадії 8
Com_FL8_Sp	Float	530	Завдання частоти на привід лір стадії 8
Com_L10_Sp	Float	532	Завдання рівня стадії 10
Com_FL10_Sp	Float	534	Завдання частоти на привід лір стадії 10
Com_MilkV_C	Integer	536	Положення клапана молока (Закрито)
Com_WheyV_C	Integer	537	Положення клапана сироватки (Закрито)
Com_MC1V_C	Integer	538	Положення клапана зерна 1 (Закрито)
Com_MC2V_C	Integer	539	Положення клапана зерна 2 (Закрито)
Com_WaterVC	Integer	540	Положення клапана води (Закрито)
Com_Cover_C	Integer	541	Положення кришки (Закрито)
Com_Grille_C	Integer	542	Положення решітки (Закрито)
Com_Level_H	Integer	543	Спрацювання верхнього рівня
Com_L_Pv	Float	544	Рівень в сировиготовлювачі
Com_SL_Pv	Float	546	Поточна частота на привід лір
Com_S2_Pv	Float	548	Поточна частота на привід насоса
Com_T1_Pv	Float	550	Поточна температура 1
Com_T2_Pv	Float	552	Поточна температура 2
Com_T1_Sp	Float	554	Завдання температури

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрійчук Є. В.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу сироваріння	Лім.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Ельперін І. В.					47	7
Секретар		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Панель оператора для того щоб оператор міг відслідковувати процес. Також з панелі оператор дає старт програмі, зупинити програму та давати дозвіл на перехід на наступну стадію.

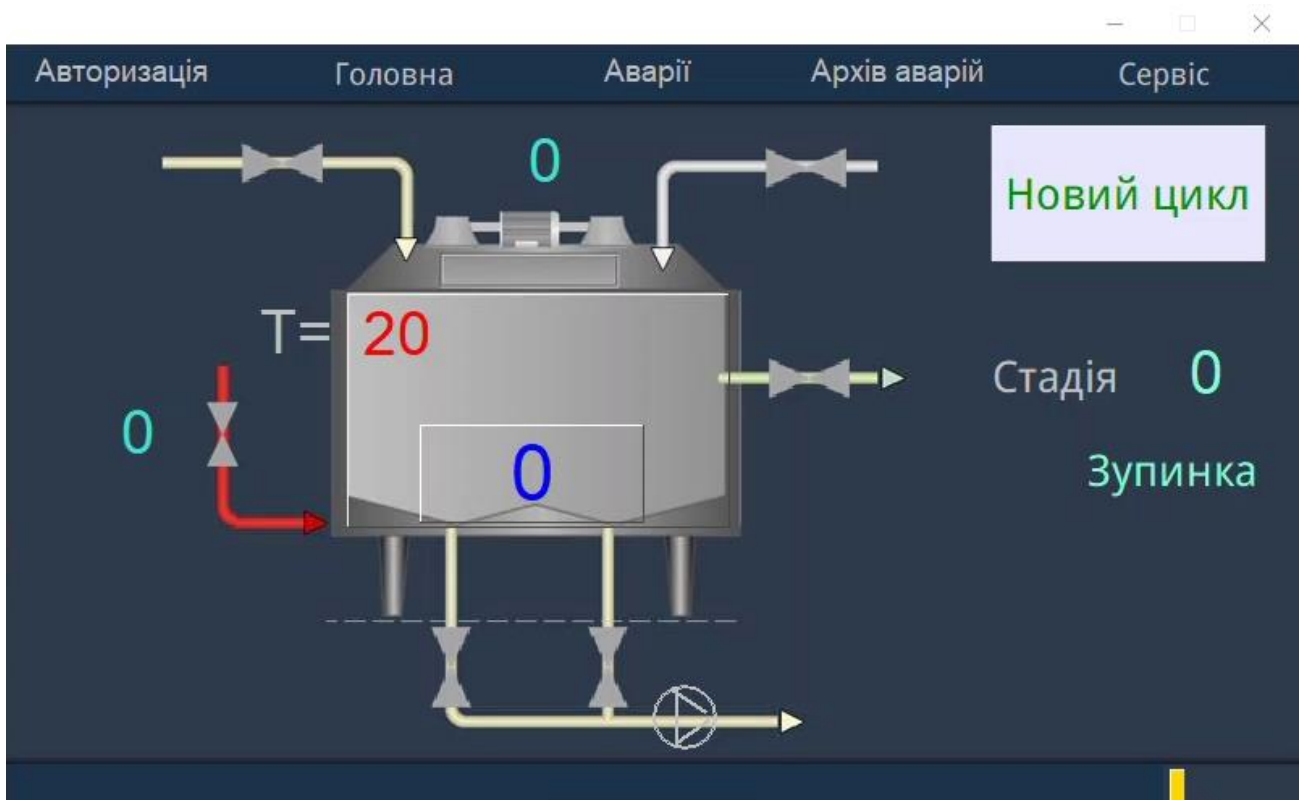


Рис. 6.1. Панель оператора

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

6.2. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA

Дисплейна мнемосхема процесу сироваріння при виробництві твердого сиру розроблялася в програмному забезпеченні Promotic SCADA. Загалом ця SCADA система потрібна для архівації проходження технологічного процесу, проведення аналізу та оцінки дій оператора.

Опис змінних наведено в таблиці 6.2.

Назва	Тип	Нотатка (посилання на словники)	Коментар
MilkV_StC	Integer	\$.text("app","MilkV_St")	Положення клапана молока "Закрито"
WheyV_StC	Integer	\$.text("app","WheyV_St")	Положення клапана сироватки "Закрито"
CMV1_StC	Integer	\$.text("app","CMV1_St")	Положення клапана вигрузки 1 "Закрито"
CMV2_StC	Integer	\$.text("app","CMV2_St")	Положення клапана вигрузки 2 "Закрито"
WaterV_StC	Integer	\$.text("app","WaterV_St")	Положення клапана води "Закрито"
Cover_StC	Integer	\$.text("app","Cover_St")	Положення кришки "Закрито"
Grille_StC	Integer	\$.text("app","Grille_St")	Положення Решітки "Закрито"
HLevAlarm	Integer	\$.text("app","HLevAlarm")	Аварійний верхній рівень
MilkVopen	Integer	\$.text("app","MilkValveControl")	Команда на відкриття клапана молока
WheyVopen	Integer	\$.text("app","WheyValveControl")	Команда на відкриття клапана сироватки
WaterVopen	Integer	\$.text("app","WaterValveControl")	Команда на відкриття клапана води
CMVopen	Integer	\$.text("app","CMValveControl")	Команда на відкриття клапанів вигрузки
Start_CCK	Integer	\$.text("app","Start_CCK")	Пуск ПЧ лір
Rev_CCK	Integer	\$.text("app","Reverse_CCK")	Реверс ПЧ лір
StartCM_FC	Integer	\$.text("app","StartCM_FC")	Пуск ПЧ насоса сирного зерна
TcurdPv	Integer	\$.text("app","TcurdPv")	Температура в сировиготовлювачі

TcurdSp	Integer	\$.text("app","TcurdSp")	Завдання температури
TcurdPv2	Integer	\$.text("app","TcurdPv2")	Температура в сировиготовлювачі
L_Pv	Integer	\$.text("app","L_Pv")	Рівень в сировиготовлювачі
SteamReg	Integer	\$.text("app","SteamValveReg")	Вихід на клапан пари
FreqCCK_Sp	Integer	\$.text("app","FreqCCK_Sp")	Завдання частоти на ліри
FreqFC2_Sp	Integer	\$.text("app","FreqFC2_Sp")	Завдання частоти на насос сирного зерна
PrgStart	Integer	\$.text("app","PrgStart")	Старт (номер стадії)
ContPrg	Integer	\$.text("app","ContPrg")	Наступна стадія

6.3. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

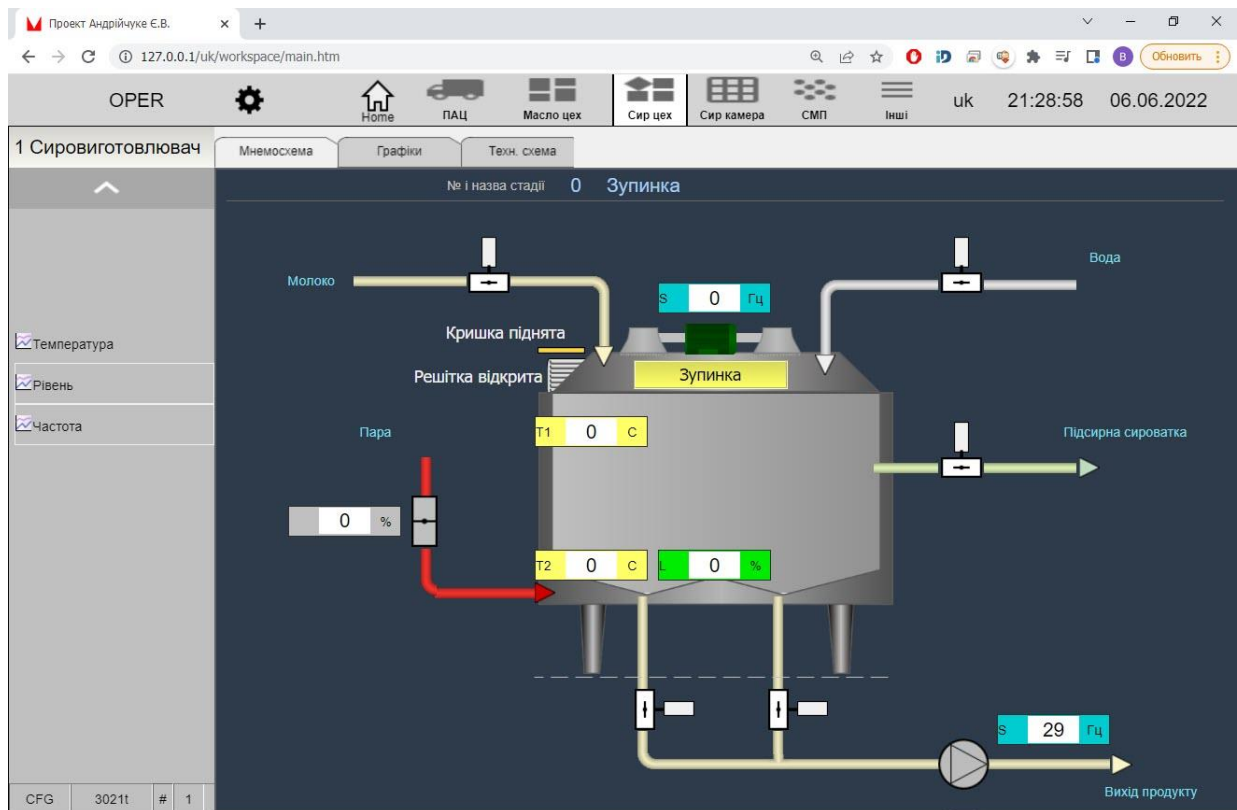


Рис. 6.2. Мнемосхема процесу українською на ПК ВЕБ-клієнта

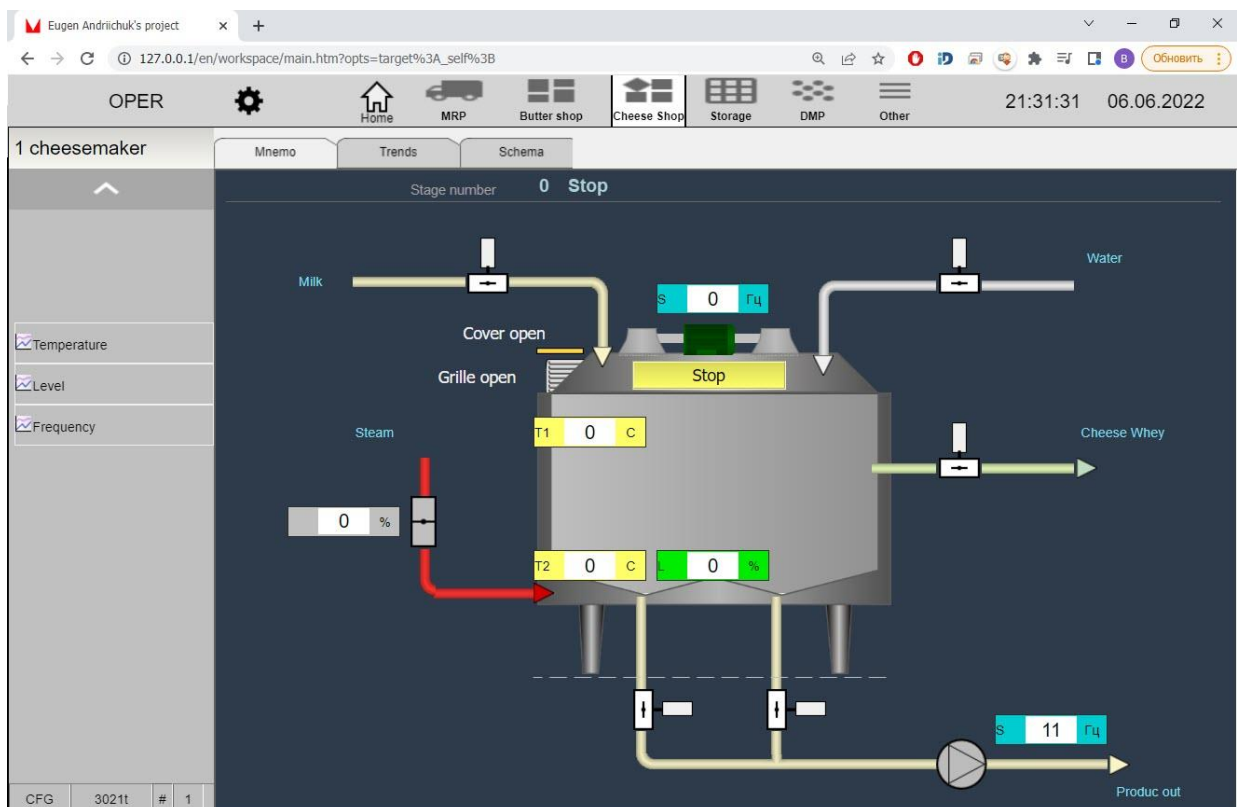


Рис. 6.3. Мнемосхема процесу англійською мовою на ПК ВЕБ-клієнта

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк
51

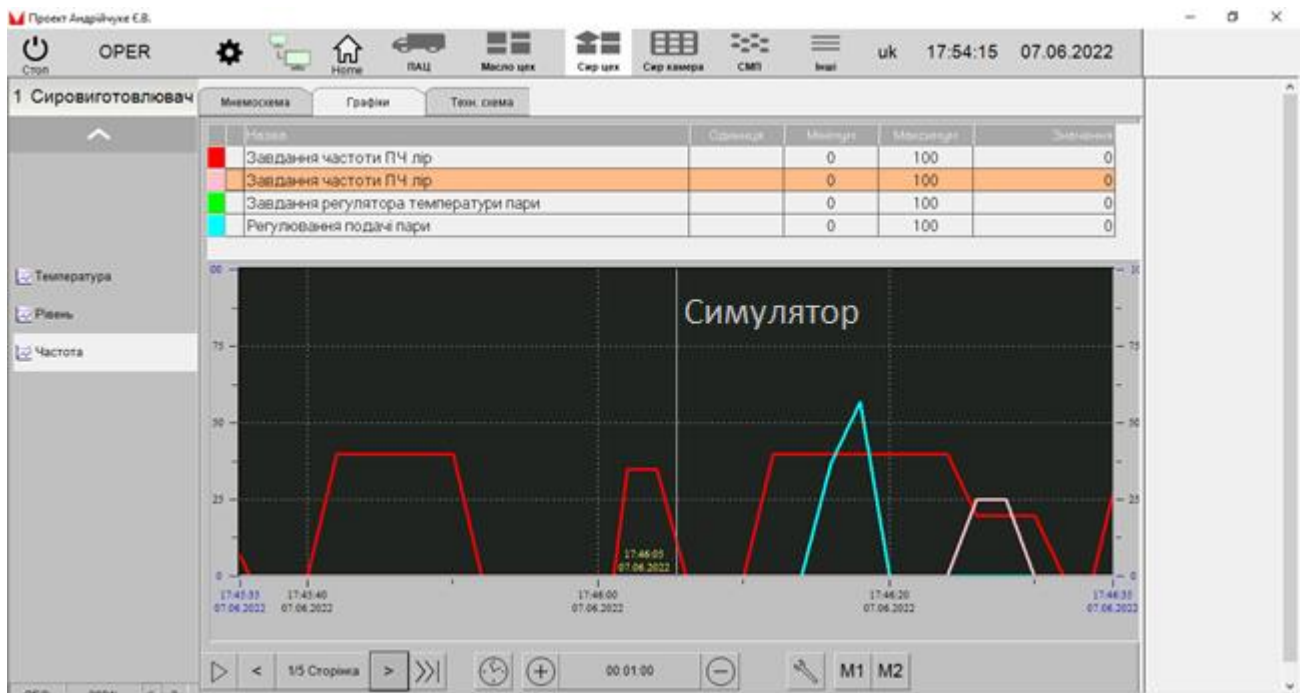


Рис. 6.5. Тренди частоти симуляції процесу

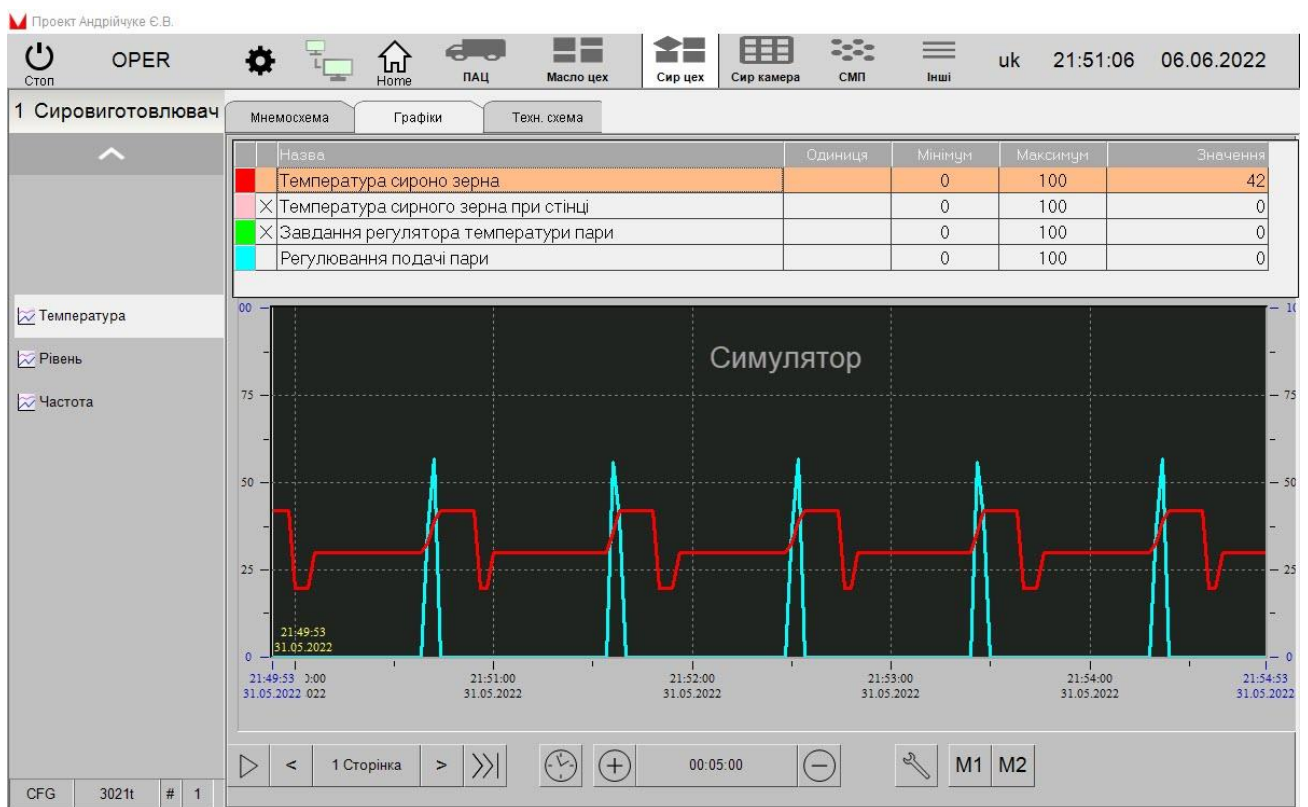


Рис. 6.4. Тренди температури симуляції процесу

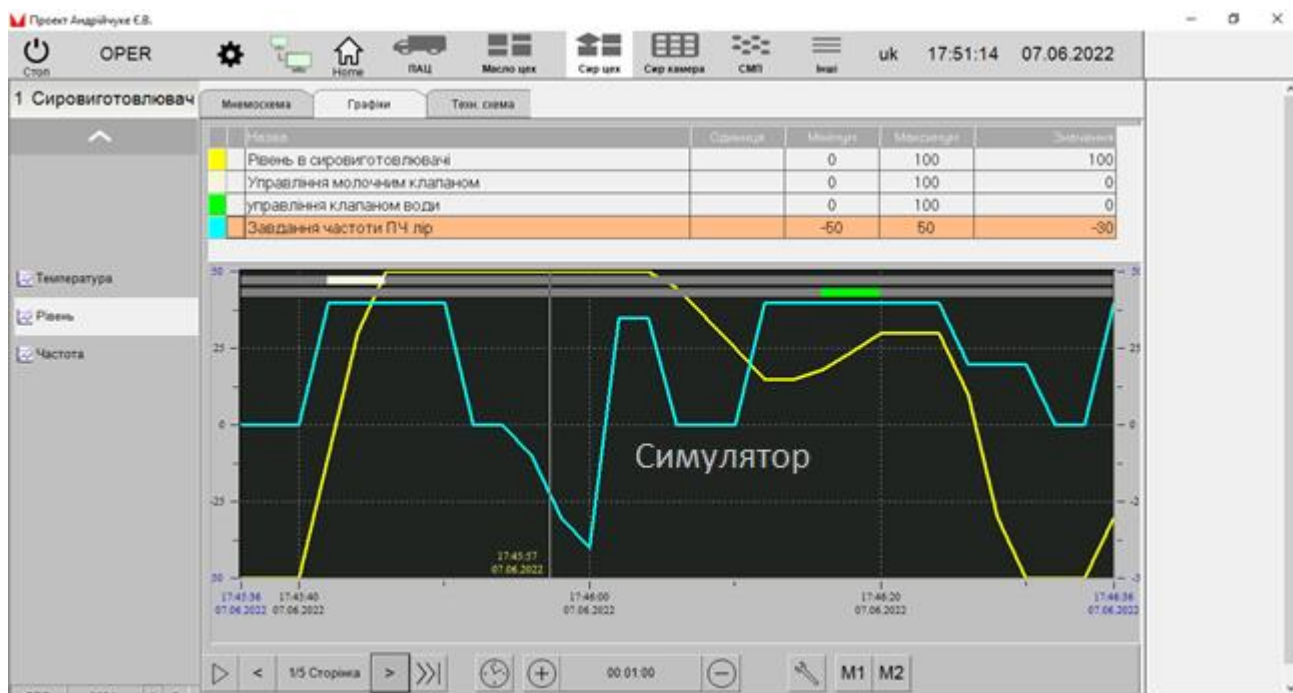


Рис. 6.6. Тренди рівня симуляції процесу

Висновок

В кваліфікаційній роботі розглянуто розроблену систему автоматизації для процесу сироваріння. Об'єктом автоматизації виступив сировиготовлювач, до якого встановлені контури: регулювання температури ПІД регулятором TRM212, вимірювання та сигналізація рівня та його індикація на TRM201, управління частотою за допомогою перетворювачів частоти та відображення частоти на TRM201, також були встановлені датчики положення та світлодіодні лампочки для індикації стану клапанів рідин. Передбачене ручне управління системою на випадок виходу з ладу ПЛК, операторної панелі чи регулятора.

В якості ПЛК вибрано програмоване реле ПР-200, яке за інтерфейсом RS-485 master отримує інформацію про стан системи та передає цю інформацію на операторну панель Weintec, з якої за інтерфейсом інформація йде на заводський сервер архівації.

Для ПЛК був розроблений алгоритм проходження процесу, по якому далі була складена програма в середовищі розробки OWENlogic.

Панель оператора отримує дані про стан системи з ПЛК та запрограмована так, щоб оператор міг відслідковувати процес. Також з панелі оператор дає старт програмі, має можливість зупинити програму та давати дозвіл на перехід на наступну стадію.

SCADA система розроблена в програмному забезпеченні Promotic дозволяє в реальному часі відслідковувати процес сироваріння, присутні архівні тренди.

Підсумовуючи все перечислене вище можна сказати, що система автоматизації, працюючи в автоматичному режимі, дозволяє забезпечити оптимальне проведення процесу сироваріння та зменшить вплив людського фактору на якість сиру.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovoii Literatury, 2014.- 240 p.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" наряду 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

36. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання: уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

37. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		