

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
Андрій ФОРСЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» червня 2024 р.

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

«04» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна
інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації
пива

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

ОСИПЕНКО Богдан Арсенійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник КИШЕНЬКО Василь Дмитрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти
(ім'я та прізвище) (підпис)
(ім'я та прізвище) (підпис)
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Андрій МОШЕНЬСЬКИЙ
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

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 *«Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

ОСИПЕНКО Богдану Арсенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива*

керівник роботи *к.т.н. проф. КИШЕНЬКО Василь Дмитрович*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «15» квітня 2024 р. №279-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «04» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 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 даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Богдан ОСИПЕНКО

_____ (підпис)

Керівник роботи Василь КИШЕНЬКО

_____ (підпис)

Анотація

У цій кваліфікаційній роботі детально розглянуто процес створення автоматизованої системи для фільтрації та пастеризації пива. Робота включає опис технологічного процесу цих етапів, завдання для автоматизації, функціональну схему системи, специфікацію технічних засобів, монтажну схему обладнання для термометра опору TR30, а також схеми підключення датчиків і виконавчих механізмів до ПЛК, і розширену схему підключення технічних засобів.

Було розроблено алгоритм та програмне забезпечення для керування процесом фільтрації пива, яке було створено для ПЛК M241. Для відображення процесу фільтрації пива використовувалося програмне забезпечення Zenon Scada від компанії COPA-DATA, за допомогою якого було розроблено мнемосхему.

Ключові слова: Фільтрація, пастеризація, пиво, M241.

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

Annotation

This qualification paper provides a detailed examination of the creation of an automated system for the filtration and pasteurization of beer. The work includes a description of the technological processes of these stages, the tasks for automation, the functional diagram of the system, the specification of technical means, the installation scheme of the equipment for the TR30 resistance thermometer, as well as the connection diagrams for sensors and actuators to the PLC, and the expanded connection diagram of the technical means.

An algorithm and software for controlling the beer filtration process were developed, specifically for the M241 PLC. The beer filtration process was visualized using Zenon Scada software from COPA-DATA, which was used to develop the process flow diagram.

Keywords: Filtration, Pasteurization, Beer, M241.

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

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації.....	14
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	14
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	22
Розділ 2. Опис системи автоматизації.....	23
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів.....	23
Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	36
3.1. Функціональна схема автоматизації.....	36
3.2. Загальна принципова схема підключення.....	37
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	38
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів.....	40
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	43
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога (Мнемосхема).....	49
Висновки.....	50
Список використаної літератури.....	52

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Високий рівень підготовки майбутніх фахівців зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» неможливий без набуття практичного досвіду, що базується на отриманих теоретичних знаннях та навичках.

Переддипломна практика студентів, які здобувають освітній ступінь "бакалавр", є важливим етапом підготовки фахівців і проводиться перед виконанням бакалаврської кваліфікаційної роботи. Згідно з освітньо-професійною програмою "Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації", розробленою відповідно до вимог стандартів вищої освіти України, ця практика має на меті розвиток різноманітних компетенцій студентів.

Робочим навчальним планом передбачено проведення переддипломної практики у 8 семестрі впродовж 2 тижнів. Практика носить комплексний характер. Вона, з одного боку, передбачає завершення формування у студентів системи спеціальних знань, умінь, навиків, достатніх для виконання професійних обов'язків, що передбачені для посад спеціалістів, з іншого – є одним з основних джерел здобуття теоретичних та практичних знань, умінь та навичок за тематикою дипломних робіт. Практика проходила з 22 січня по 3 березня 2024 р. на виробництві ТОВ «Науково-виробниче підприємство «ЕА Діджитал» міста Києва.

Метою переддипломної практики є поглиблення початкового професійного досвіду, закріплення отриманих теоретичних знань у реальних умовах, розвиток професійних компетенцій, перевірка готовності до самостійної трудової діяльності, підготовка до виконання випускної кваліфікаційної роботи.

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

Сучасна промисловість спрямована на підвищення рівня життя через застосування автоматизації технологічних процесів. Це високий рівень розвитку машин, коли керування виробничими процесами відбувається під контролем апаратів та автоматичних пристроїв.

Автоматизація виробництва - це процес, у якому управління та контроль виконуються механізмами та автоматичними системами, що звільняють людину від участі у процесах отримання, трансформації та використання енергії, матеріалів чи інформації, зменшуючи трудомісткість операцій.

Основними завданнями автоматизації є підвищення продуктивності, впровадження нових технологій та систем, зменшення трудомісткості операцій, та покращення якості продукції. Автоматизація виробництва є ключовим напрямком розвитку, який застосовується в різних сферах промисловості для підвищення ефективності та якості виробництва.

Автоматизація виробництва має кілька переваг, включаючи збільшення пропускної здатності та підвищення якості продукції. Деякі методи автоматизації використовуються для скорочення часу циклу операцій або для виконання завдань, які вимагають високої точності. Важка фізична робота або небезпечні умови - ідеальні ситуації для заміщення людей механізмами.

Також автоматизація дозволяє виконувати завдання, які перевищують людські можливості за розміром, вагою або швидкістю. Застосування автоматизації може також призвести до звільнення працівників, але водночас створити нові робочі місця в галузях розробки та обслуговування автоматизованих систем. Багато людей стурбовані зростанням автоматизації через загрозу безробіття та втрату купівельної спроможності, але це також може призвести до покращення умов праці залишених на роботі працівників

Отже можна виділити такі переваги автоматизації:

- Збільшення пропускної здатності або продуктивності.
- Підвищення якості та передбачуваності якості.
- Підвищена надійність, процесів або продуктів.
- Підвищення узгодженості продукції.
- Скорочення прямих людських витрат на робочу силу та видатків.

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

Процес пивоваріння

Приготування сусла. На початку процесу ячмінний солод подрібнюється, але зерна не повинні перетворитися на однорідну масу. Для складу сусла важливі як великі, так і дрібні частинки, це називається солодовим напоєм або помелом. Співвідношення великих і дрібних зерен варіюється в залежності від сорту пива. Далі солодовий помел змішують з водою, що називається затиркою, а отримана суміш називається затором. При додаванні води ферменти ячменю починають розщеплювати крохмаль на солодовий цукор. Пивовари нагрівають затор до температури 76°C для прискорення бродіння. Потім готову кашку проціджують. Зварену бражку зливають у спеціальне сито, яке знизу закрите. У такому стані солод перебуває протягом години, поки тверді частинки, названі подрібненим зерном, не осідають на дні. Після відкриття сита через нього починає протікати чисте сусло, яке збирається в спеціальний котел для подальшого варіння.

Варіння сусла. Отримане на попередньому етапі сусло нагрівають, доводять до кипіння і додають хміль. Кількість хмелю залежить від сорту пива та переваг майстра, у кожному рецепті використовується різна кількість хмелю. Варіння сусла триває від 2 до 3 годин. Під час цього процесу знищуються всі мікроорганізми і руйнуються ферменти, що робить подальші хімічні реакції неможливими. Пивовари визначають міцність вихідного сусла, яка позначається на етикетці готового продукту як міцність пива. Потім зварене сусло відфільтровують від залишків хмелю і дають йому відстоятися. Сухі частинки, які не вдалося відфільтрувати на попередньому етапі, осідають протягом дня. Деякі заводи використовують центрифугу для прискорення видалення непотрібних залишків.

Ферментація. Чисте сусло поміщають у спеціальні ємності для ферментації, де відбувається основний процес перетворення. Після охолодження сусла до потрібної температури додають дріжджі. Для пива верхнього бродіння сусло охолоджують до 18-22 °C, а для пива нижнього

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

бродіння – до 5-10 °С. Після додавання дріжджів починається активне бродіння, під час якого цукор перетворюється на спирт і вуглекислий газ. Процес ферментації проходить під постійним контролем температури та інших параметрів.

Дозрівання. Після ферментації пиво витримують у спеціальних контейнерах з нержавіючої сталі для досягнення оптимального смаку і аромату. Цей процес триває від кількох тижнів до кількох місяців, під час якого важливо підтримувати сталу температуру та тиск для збереження якості пива.

Фільтрування. Після витримки пиво очищують для видалення всіх твердих частинок і осаду, які можуть залишитися. Цей етап забезпечує чистоту і прозорість напою, підготовленого до подальшого виробництва.

Розлив. На завершальному етапі пиво розливають у різні типи упаковки, такі як пляшки, кеги або бочки. Перед упаковкою всі контейнери ретельно миють і дезінфікують, а потім видаляють з них повітря, щоб забезпечити максимальну тривкість продукту.

Ферментація. Чисте сушло надходить у ферментаційні ємності, де відбувається основний процес трансформації. Після достатнього охолодження сушла до нього додають дріжджі. Температура охолодження залежить від типу пива: для верхнього бродіння вона становить 18-22 °С, для нижнього – 5-10 °С. Додаючи дріжджі, запускають активний процес бродіння, під час якого цукор перетворюється на спирт і вуглекислий газ. Весь процес контролюється, зокрема, за температурою та іншими параметрами.

Дозрівання. Після завершення ферментації пиво зберігають у спеціальних нержавіючих контейнерах, де воно набуває свого смаку та аромату. Цей процес може тривати від декількох тижнів до місяців. Важливо підтримувати постійну температуру і тиск, щоб зберегти високу якість напою.

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

Фільтрування. Після дозрівання пиво піддається фільтрації, щоб видалити тверді частинки і осад. Ця процедура забезпечує чистоту і прозорість напою, який готується до подальших етапів виробництва.

Розлив. На останньому етапі пиво розливається в різні види упаковки, такі як пляшки, кеги або бочки. Контейнери перед розливом ретельно миються і дезінфікуються, після чого з них видаляють повітря, що забезпечує максимальну тривалість зберігання продукту.

Пастеризація

Пастеризація виконує декілька ключових функцій, спрямованих на покращення якості та безпеки пива. По-перше, вона знищує патогенні мікроорганізми, такі як бактерії, дріжджі та цвілі, що можуть викликати захворювання або зіпсувати напій. Під дією високих температур більшість цих мікроорганізмів гине, що забезпечує мікробіологічну безпеку продукту.

Крім того, пастеризація значно продовжує термін зберігання пива, оскільки знищення мікроорганізмів запобігає його псуванню. Це дозволяє зберігати пиво тривалий час без втрати його якості.

Також пастеризація стабілізує смакові характеристики пива, запобігаючи небажаним ферментаційним процесам, які можуть виникати через активність залишкових дріжджів або бактерій. Це гарантує стабільність смаку і якості напою.

Ще однією важливою функцією пастеризації є запобігання повторної ферментації, що може призвести до збільшення вмісту алкоголю та зміни смаку. Це особливо важливо для світлих та легких сортів пива, які повинні зберігати свої початкові характеристики.

Фільтрація

Фільтрація пива є важливим кроком у процесі пивоваріння, який забезпечує високу якість кінцевого продукту. Вона виконує декілька основних функцій. Перш за все, фільтрація дозволяє усунути зважені частинки, такі як

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

залишки дріжджів, білкові згустки та інші тверді речовини, що утворюються під час варіння та ферментації, забезпечуючи чистоту та прозорість напою.

Цей процес також покращує зовнішній вигляд пива, роблячи його привабливим для споживачів. Прозоре пиво асоціюється з високою якістю і чистотою, що сприяє комерційному успіху продукту.

Крім того, фільтрація стабілізує смакові та ароматичні характеристики пива, видаляючи небажані компоненти, що можуть вплинути на органолептичні властивості. Це допомагає зберегти оригінальний смак і аромат, задуманий пивоваром.

Ще однією перевагою фільтрації є збільшення терміну зберігання пива. Видалення мікроорганізмів та зважених частинок, які можуть сприяти псуванню, дозволяє продукту довше залишатися свіжим і якісним.

Після фільтрації пиво стає менш схильним до утворення осаду під час зберігання, що забезпечує його якість на весь період зберігання та покращує споживчі характеристики.

Фільтрація підготовлює пиво до пакування в пляшки, банки або кеги. Очищене пиво легше розливати та пакувати, що підвищує ефективність виробничого процесу.

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

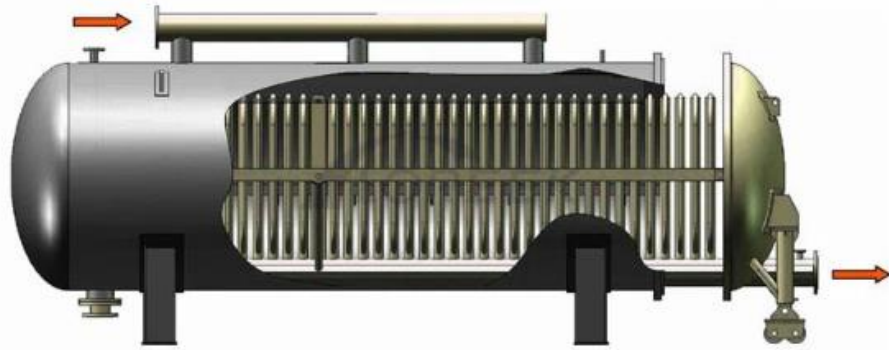


Рис. 1.1 Пластинчатий фільтр який використовується у пивоварінні

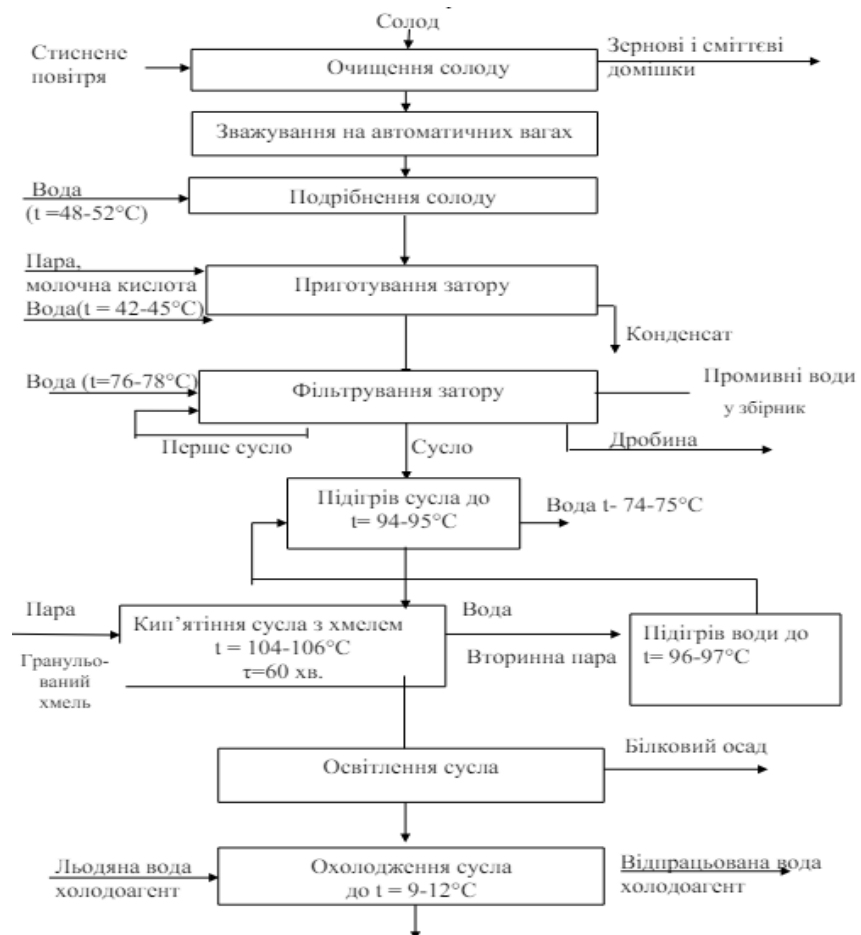


Рис. 1.2 Загальна схема виробництва пива

Показник	Сорт пива			
	Світле класичне 11,0%	Світле «Київ» 12,0%	Темне класичне 14,0%	
Масова частка СР у початковому суслі, %	11,0	12,0	14,0	
Масова частка спирту, не менше, %	2,8	2,8	3,8	
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³ пива	1,3 – 2,8	1,3 – 2,8	2,1 – 3,5	
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	0,4 – 1,8	0,4 – 1,8	4,0 – 8,0	
Масова частка діоксиду вуглецю, не менше, %	0,30	0,30	0,32	
Стійкість, не менше, діб, не менше	<i>Фільтроване</i>		<i>Нефільтроване</i>	
	пастеризоване	непастеризоване	освітлене	неосвітлене
Світле класичне 11,0 %	90	7	5	5
Світле «Київ» 12,0 %	90	7	7	7
Темне класичне 14,0%	30	8	5	3

Рис. 1.2 Приклад фізико-хімічних норм при виробництві пива

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

У цьому розділі описано систему автоматизованої фільтрації та пастеризації пива. Її мета - усунути дріжджові частинки з пива після основного бродіння, очистити його, остаточно відфільтрувати пастеризувати.

Після варіння охолоджене сусло разом із дріжджами переносять у бродильну ємність. Процес бродіння триває від 6 до 8 днів. По завершенні основного бродіння молоде пиво відокремлюють від дріжджів і перекачують у іншу ємність для дозрівання, що триває від 11 до 90 днів. Після дозрівання пиво під тиском вуглекислого газу подається в сепаратор-освітлювач, де воно очищується і направляється на фільтр. Тут пиво позбавляється від дріжджових залишків, інших мікроорганізмів та дрібних частинок. Весь процес автоматизований за допомогою контролера, який керує алгоритмом установки, і оператору, який контролює прозорість пива. Якщо прозорість не відповідає заданим параметрам, оператор продовжує роботу сепаратора до досягнення необхідного рівня освітлення. Після фільтрації очищене пиво пастеризується в пастеризаторі проточного типу, після чого йде на розлив.

Пастеризація полягає в одноразовому нагріванні рідин, переважно харчових продуктів, до температури нижчої за температуру кипіння на короткий проміжок часу (від кількох секунд до 30 хвилин) для знищення наявних у них бактерій. Цей процес ефективно знищує більшість хвороботворних мікроорганізмів, при цьому не впливаючи на смакові якості більшості продуктів.

					Кваліфікаційна робота			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Осипенко Б. А.			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Кишенько В. Д.					15	8
<i>Зав. каф.</i>		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
<i>Секр. ЕК</i>		Проскурка Є.С.						

Однак повне знезараження від стійких мікроорганізмів і їх спор досягається лише під час стерилізації або автоклавування з дотриманням певних технічних умов.

Пастеризація широко використовується в харчовій промисловості для запобігання передчасному псуванню продуктів, які втрачають свої властивості при кип'ятінні, таких як молоко, пиво, вино, соки тощо. Вона знищує вегетативні форми бактерій, але їх спори залишаються життєздатними. Тому після пастеризації продукти рекомендується зберігати при низьких температурах, щоб запобігти проростанню бактеріальних спор. Температура і тривалість пастеризації залежать від конкретного продукту і використовуваного обладнання. Пастеризація повинна забезпечувати значний бактерицидний ефект (приблизно 99,98%), зберігаючи при цьому властивості продукту.

Схема технологічного процесу: Продукт подають у приймальний бак, звідки за допомогою помпи він потрапляє у секцію рекуперації теплообмінника, де його підігрівають зустрічним потоком пастеризованого продукту. Після цього він потрапляє у роторні нагрівачі, де при обертанні на великих обертах, проходячи зони розширення та звуження, нагрівається до температури пастеризації. Далі продукт проходить через зворотний клапан, секцію рекуперації, секцію охолодження та потрапляє у ємність для зберігання. Якщо температура продукту після секції пастеризації нижча за необхідну, спрацьовує зворотний клапан, який спрямовує продукт у секцію рекуперації для повторного нагрівання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

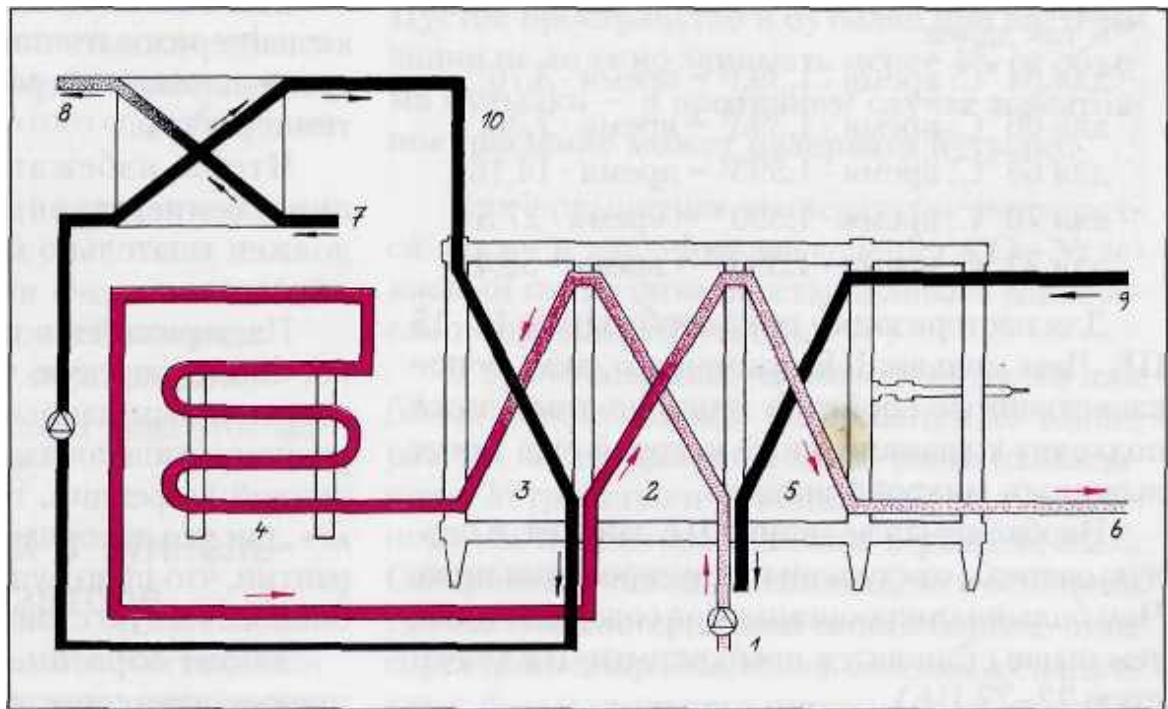


Рис. 1.3 Схема роботи пастеризатора

Існує декілька способів пастеризації, основні: потокова і тунельна.

Тунельна пастеризація характерна тим що продукт пастеризується вже в упакованому стані, тобто в пляшках по конвеєру продукт проходить крізь пастеризатор де обдається перегрітим паром. Потокова пастеризація на мою думку більш надійна, так як пастеризується ще не упакований продукт і у випадку невдалої пастеризації не буде витрачено упаковку

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Потокова пастеризація

Потокова пастеризація пива – це технологічно складний процес, що включає кілька ключових етапів, спрямованих на нагрівання, утримання при високій температурі та подальше охолодження пива з метою знищення мікроорганізмів, які можуть зіпсувати продукт. Нижче наведено детальний покроковий опис цього процесу:

1. Підготовка пива

Зберігання та фільтрація: Пиво після бродіння і дозрівання зберігається в танках і попередньо фільтрується для видалення дріжджів та інших часток.

Дегазація: Пиво може пройти дегазацію для видалення зайвих газів, що утворилися під час бродіння.

2. Вхід до пастеризатора

Пиво через насос подається до пастеризатора через вхідний трубопровід. Насос повинен бути стійким до корозії і здатним працювати при змінних температурах.

3. Попереднє нагрівання

Пиво проходить через пластинчастий теплообмінник, де воно попередньо нагрівається за рахунок відведення тепла від гарячої води або пара.

Контролюють температуру пива на виході з теплообмінника, щоб забезпечити досягнення необхідної температури для наступного етапу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

4. Пастеризація

Після попереднього нагрівання пиво надходить до пастеризаційного блоку, де його нагрівають до температури пастеризації (72-75 °С) за допомогою гарячої води або пари.

Процес проходить через кілька секцій теплообмінника для поступового підвищення температури, що дозволяє уникнути термічного шоку.

Пиво витримується при температурі пастеризації протягом визначеного часу (15-30 секунд), щоб забезпечити знищення мікроорганізмів. Цей час контролюється за допомогою лінійних датчиків і систем управління.

5. Миттєве охолодження

Після пастеризації пиво швидко охолоджується до температури розливу (2-4 °С) за допомогою холодної води або охолоджуючої рідини в окремому теплообміннику.

Як і під час нагрівання, процес охолодження також проходить через кілька секцій для поступового зниження температури, що дозволяє забезпечити контрольоване охолодження і збереження смакових якостей.

6. Дегазація

Пиво проходить через систему дегазації, де з нього видаляються залишкові гази, що можуть впливати на смак і стабільність напою.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

7. Фільтрація

Пиво проходить через фільтраційні системи (наприклад, мікрофільтри або ультрафільтри), щоб видалити залишкові частинки, дріжджі та інші мікроорганізми.

Забезпечується високий рівень чистоти продукту перед розливом.

8. Розлив і упаковка

Очищене і охолоджене пиво направляється до розливної лінії, де його розливають у стерильні пляшки або банки.

Розлив здійснюється в асептичних умовах, щоб запобігти повторному зараженню.

Пляшки або банки герметично закривають і маркують для подальшого транспортування та зберігання.

9. Вихід з пастеризатора

На виході з пастеризатора проводиться контроль якості, щоб переконатися в тому, що пиво відповідає всім вимогам за смаком, прозорістю і мікробіологічною чистотою.

10. Зберігання та транспортування

Пастеризоване пиво зберігається при низьких температурах до моменту транспортування або продажу.

Пиво транспортується в умовах, що забезпечують збереження його якості до моменту потрапляння до кінцевого споживача.

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



Рис. 1.4 Поточний пастеризатор



Рис. 1.4 Мікрофільтр

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії
1	Трубопровід на фільтр	Витрата	700 л/год	Управління	Стан	АРМ оператора
2	Фільтр	Рівень	90%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора

Таблиця 1.1. Завдання на розробку системи автоматизації фільтрування

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії
3	Трубопровід на пастеризацію	Витрата	700 л/год	Управління	Стан	АРМ оператора
4	Теплообмінник	Тиск	1,3 МПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора
		Температура	70 °С	Контроль	Стабілізація	АРМ оператора
5	Пастеризаційна ємність	Рівень	90%	Контроль	Стабілізація	АРМ оператора

Таблиця 1.2. Завдання на розробку системи автоматизації пастеризації

Роділ 2. Система автоматизації.

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

Блок живлення Siemens Logo Siemens 6EP1332-1SH43

- Стабілізований блок живлення для модулів LOGO! POWER 24 V.
- ВХІД: ~ 100-240 В, ВИХІД: 24 V / 2,5 A DC
- Маса блоку живлення: 0,250 кг
- Розміри: 8,00мм*10,00мм*6,50мм
- Країна походження: Німеччина
- Ідентифікатор продукту Siemens 6EP1332-1SH43
- Серія Siemens 6EP13 Група Siemens 4022



Рис 2.1 Блок живлення Siemens Logo Siemens 6EP1332-1SH43

ПЛК Modicon M241

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осипенко Б. А.			Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Кишенько В. Д.					23	13
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



Рис 2.2 ПЛК Modicon M241

Контролер Modicon M241 від Schneider Electric має різні конфігурації та варіанти модулів для задоволення потреб автоматизації. Ось докладні кількісні характеристики цього контролера, включаючи кількість аналогових входів і виходів, а також інші ключові параметри:

Кількісні характеристики:

Процесорні модулі:

Висока швидкість обробки до 37 ns на інструкцію.

Підтримка до 7 каналів переривань.

Пам'ять:

Вбудована флеш-пам'ять: 4 МБ для зберігання програм.

До 128 КБ оперативної пам'яті (RAM) для тимчасових даних.

Комунікаційні можливості:

Вбудований Ethernet-порт (до 10/100 Мбіт/с).

Підтримка протоколів: Modbus TCP/IP, Ethernet/IP, IEC 60870-5-104, SNMP.

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

Додаткові комунікаційні модулі: серійні порти (RS232/RS485), CANopen, Profibus.

Вхідні та вихідні модулі (I/O):

Цифрові входи (DI): до 64 входів на модуль.

Цифрові виходи (DO): до 64 виходів на модуль.

Аналогові входи (AI): 4, 8 або 16 входів на модуль, підтримка різних діапазонів (0-20 мА, 4-20 мА, 0-10 В).

Аналогові виходи (AO): 2, 4 або 8 виходів на модуль, підтримка різних діапазонів (0-20 мА, 4-20 мА, 0-10 В).

Комбіновані модулі: доступні варіанти з комбінацією аналогових і цифрових входів/виходів.

Розширюваність:

Максимальна кількість модулів у стояку: до 11 модулів (процесор + 10 модулів).

Можливість підключення до 4 стояків, що дозволяє збільшити загальну кількість модулів до 44.

Живлення:

Робоча напруга: 24 В постійного струму (DC).

Споживана потужність: залежить від конфігурації, типове значення - 3 Вт для процесорного модуля.

Надійність і стійкість:

Робоча температура: від 0°C до +60°C.

Захист від електромагнітних завад і вібрації: відповідає стандартам промислового середовища.

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

Температура: TR30

Для вимірювання температури обрану термометр опору TR30

Термометри опору цієї серії призначені для вимірювання температури у рідких і газоподібних середовищах, що робить їх універсальними приладами. Вони можуть працювати при тиску до 40 бар, а спеціальні варіанти витримують навіть до 400 бар, залежно від довжини занурення і діаметра. Всі електричні компоненти термометрів мають високий рівень захисту від впливу води та вібрацій.



Рис. 2.3 Термометр опору TR30

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Технічні характеристики:

Діапазон вимірювань: -50 ... 250 ° C;

Чутливий елемент: 1 × Pt100;

Матеріал деталей, що стикаються з вимірюваним середовищем:
нержавіюча сталь;

Приєднання до процесу: G¹/₄, G¹/₂, NPT¹/₂; - Клас захисту: IP 65.

Принцип дії

Датчик TR30 складається з сенсорного стержня, який приєднується до системи через приварену різбову бобіну або компресійний фітинг. Також є можливість підключення без арматури. Електричне з'єднання виконується за допомогою стандартного L-роз'єму або круглої розетки DIN M12 x 1. Вимірювальний елемент PT100 знаходиться на кінці термометра. Модель обладнана вбудованим перетворювачем у циліндричному корпусі, що забезпечує вихідний сигнал 4 ... 20 мА. Налаштування здійснюється через програмне забезпечення, що робить процес вимірювання температури простим і зрозумілим.

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

Витрата

RPmag

Витратомір Витратомір RPmag підходить для всіх застосувань в промисловому процесі. Є різні матеріали використання для футерування, а також доступні матеріали електродів: тантал, Hastelloy C, титан. Найбільш поширені протоколи зв'язку Modbus, Hart, а також за допомогою програми для Android-смартфонів через Bluetooth. RPmag має вбудований реєстратор даних для запису вимірювань протягом певного часу. Він складається з USB-накопичувача, який вставляється за знімним O-LED-дисплеєм VL701.



Рис. 2.4 Витратомір RPmag

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Технічні характеристики RPmag

Технологія: електромагнітний

Вимірюване середовище: для рідин

Збірка: з фланцем

Матеріал: з нержавіючої сталі, з ПТФЕ

Комунікаційний протокол: 4-20 мА, RS485, з аналоговим виходом, з цифровим виходом, з імпульсним виходом

Рівень захисту: IP67

Застосування: харчова промисловість

Інші характеристики: цифровий, компактний, програмований, зі світлодіодним індикатором, з індикатором, високої точності, з дисплеєм LCD, електронний, дистанційний, двонаправлений, з реєстратором даних, з показчиком загальної витрати Об'ємна витрата 110 000 м³/год (3 884 613,3 фут³/год)

Температура процесу: МАКС.: 85 °С (185 °F) МІН.: -10 °С (14 °F)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Рівень:

Vegapuls SR 68



Рис. 2.5 Vegapuls SR 68

Для визначення рівня були застосовані рівнеміри Vegapuls SR 68. VEGAPULS SR 68 призначений для роботи з сипучими матеріалами та різними рідинами, причому його конструкція та електроніка адаптовані для суворих умов. Пристрій знаходить своє застосування в харчовій промисловості, переробці пластмас, а також у металургії та будівництві.

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

Принцип роботи:

Короткі мікрохвильові імпульси передаються через антенну систему та повторно приймаються після відбиття від поверхні продукту.

Час, що проходить від передачі до прийому сигналу, відповідає рівню продукту. Спеціальна обробка сигналу гарантує точність і надійність вимірювань.

Переваги:

1. - Безконтактне вимірювання;
2. - Легкість установки;
3. - Відсутність зносу та необхідності в обслуговуванні;
4. - Незалежність від тиску, температури, газів і парів;
5. - Висока точність вимірювань;
6. - Діапазон вимірювання до 30 метрів.

Технічні характеристики:

- Застосування: безконтактний вимір рідин;
- Діапазон вимірювання: до 30 м;
- Приєднання: Різьба G1 1 / 2A, фланець;
- Температура процесу: -40 ... +250 ° C;
- Тиск процесу: -1 ... +100 бар, -100 ... +10000 кПа;
- Точність вимірювання: +/- 2 мм.

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

Тиск
Vegabar 17



Рис. 2.5 Vegabar 17

Датчик тиску VEGABAR 17 призначений для вимірювання надлишкового та абсолютного тиску в газах, парах та рідинах, включаючи в'язкі та забруднені середовища.

Принцип роботи:

Під впливом тиску процесу на мембрану з нержавіючої сталі, опір у чутливому елементі змінюється. Ця зміна перетворюється у відповідний вихідний сигнал. Для діапазонів до 16 бар використовується п'єзорезистивний датчик із заливною рідиною, а для діапазонів від 25 бар застосовується тензодатчик, розміщений за мембраною з нержавіючої сталі, який працює без заливної рідини.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Переваги:

- Двопровідна система 4 ... 20 мА;
- Регульовані нуль і діапазон;
- Похибка вимірювання менше 0,5%;
- Компактні розміри;
- Корпус з нержавіючої сталі з клемним підключенням або виводом кабелю.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання від -1 до +1000 бар, або від -100 до +100000 кПа;
- Похибка 0,5%;
- Температура процесу від -40 до +150 °С.

Частотний перетворювач:

Altivar ATV320

Перетворювач Altivar Machine ATV320 включає безліч функцій, які задовольняють вимоги сучасних застосувань. Цей пристрій призначений для підвищення ефективності машин, розширення їх функціональних можливостей та зниження загальних витрат на експлуатацію.

Міцна конструкція: Altivar Machine ATV320 розроблений для роботи в складних умовах. Він може функціонувати при температурах до 50 °С без втрати потужності та до 60 °С зі зниженою потужністю без додаткового вентилятора. Усі друковані плати покриті матеріалом, який відповідає стандартам захисту Pd IEC 60721-3-3 для промислових середовищ та 3S2 для твердих частинок.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Монтаж: Інвертор необхідно встановлювати у вертикальному положенні для належного охолодження. Пристрій кріпиться до монтажної поверхні за допомогою гвинтів і шайб. Після цього слід затягнути стопорні гвинти. Уникайте встановлення поблизу джерел тепла та впливу несприятливих умов, таких як висока температура, вологість, пил, бруд та струмопровідні гази. Забезпечте мінімальні відстані для ефективного охолодження. Не встановлюйте пристрій на легкозаймистих матеріалах. Інвертор має бути встановлений на міцній основі без вібрацій.

Максимальна продуктивність: Перетворювач забезпечує тривалий час роботи, швидку інтеграцію в системи, безпечну діагностику та оперативні зміни у виробництві. Він витримує агресивні умови, включаючи високі температури, перебої в електропостачанні, запиленість та механічні впливи. Пристрій може працювати при температурах до 50 °C без зниження потужності та до 60 °C зі зниженою потужністю без додаткового вентилятора.

Зниження експлуатаційних витрат: Вбудовані функції дозволяють виконувати прості логічні операції з мінімальною кількістю додаткових пристроїв. Книжкова та компактна конструкція знижує витрати на установку. Час проектування скорочується завдяки готовим бібліотекам ПЛК, розробленим рішеннями MachineStruxure від Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Рис. 2.5 Altivar ATV320

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1 Функціональна схема

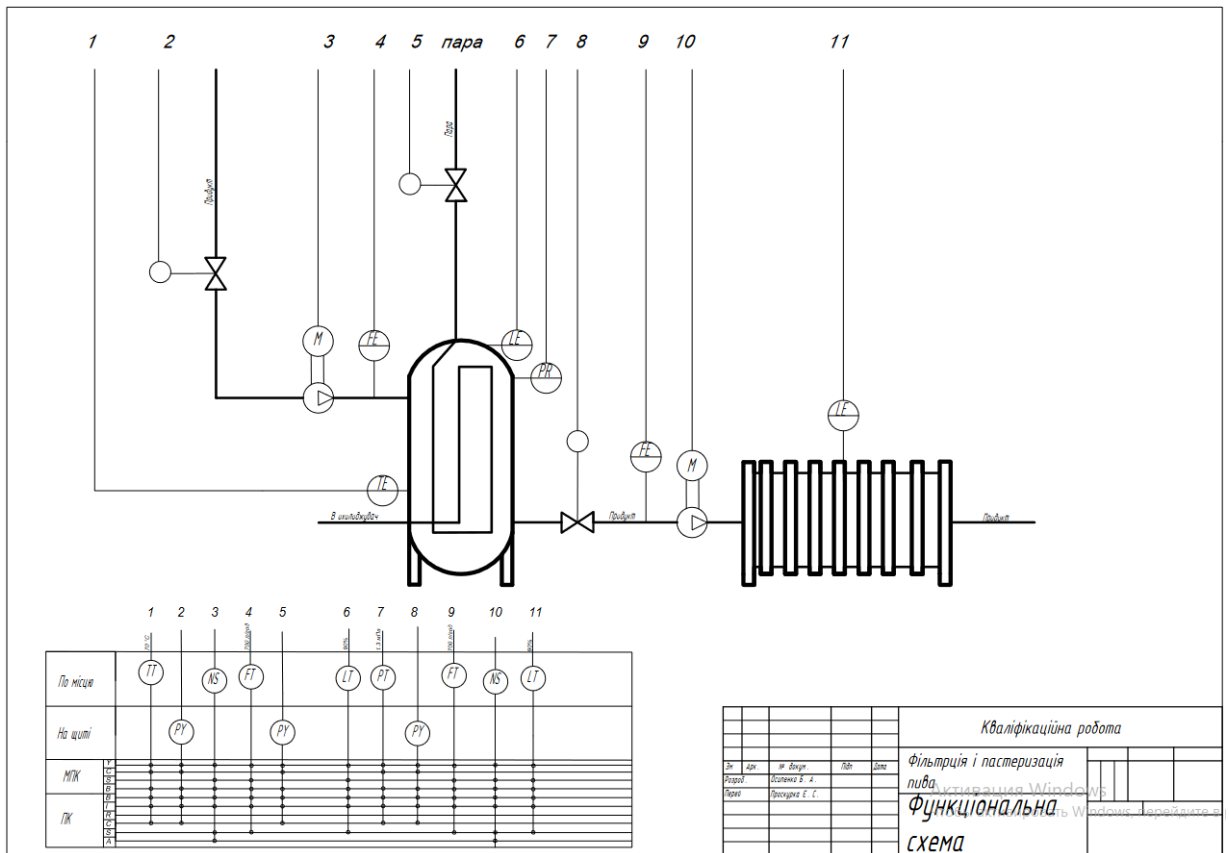


Рис 3.1 Функціональна схема підключення датчиків

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Осипенко Б. А.					
Керівник		Кишенько В. Д.				36	4
Зав. каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					
Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива							

3.2 Загальна схема підключення

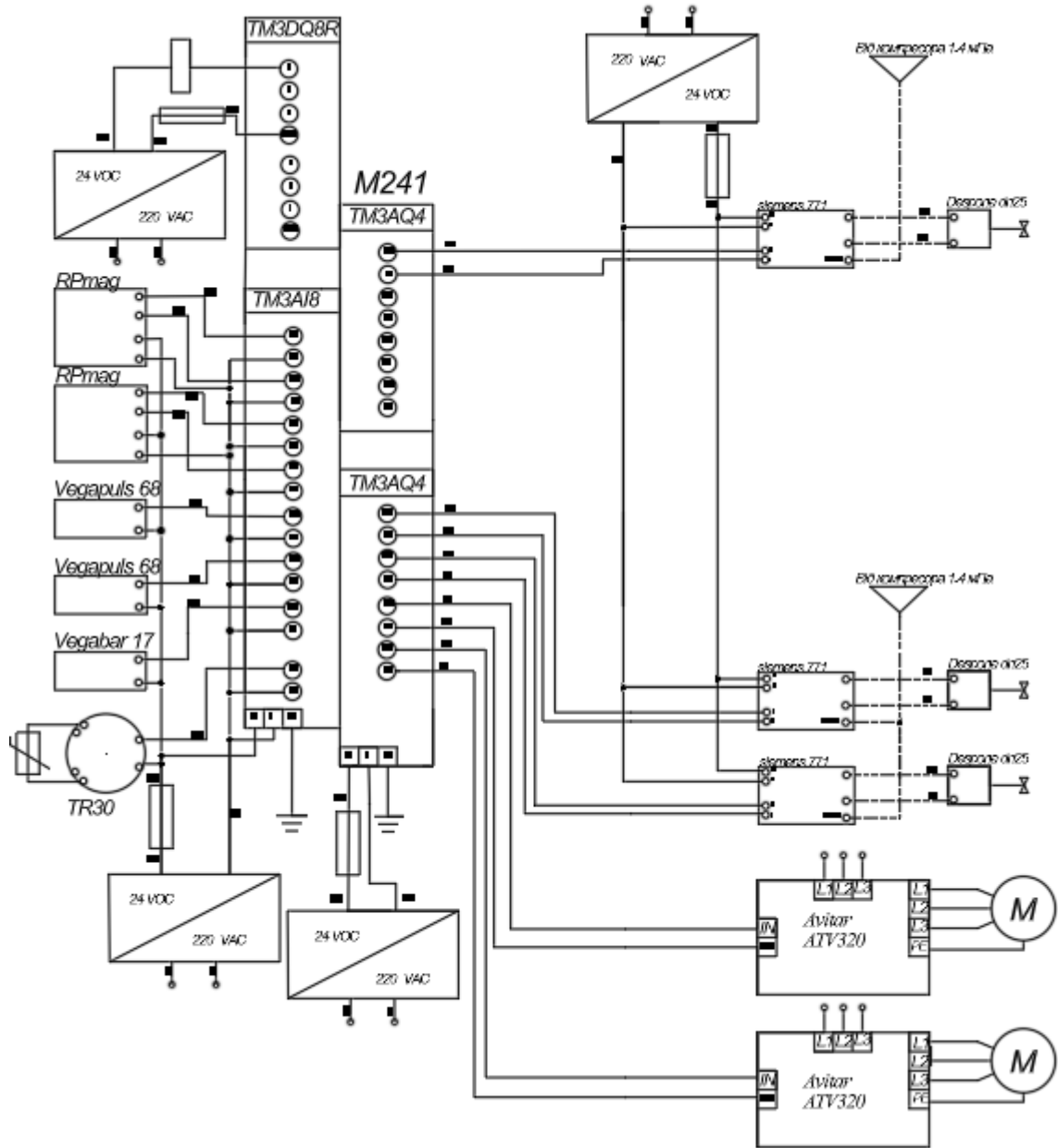


Рис 3.2 Принципова схема підключення датчиків

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.3 Розширене підключення модулів

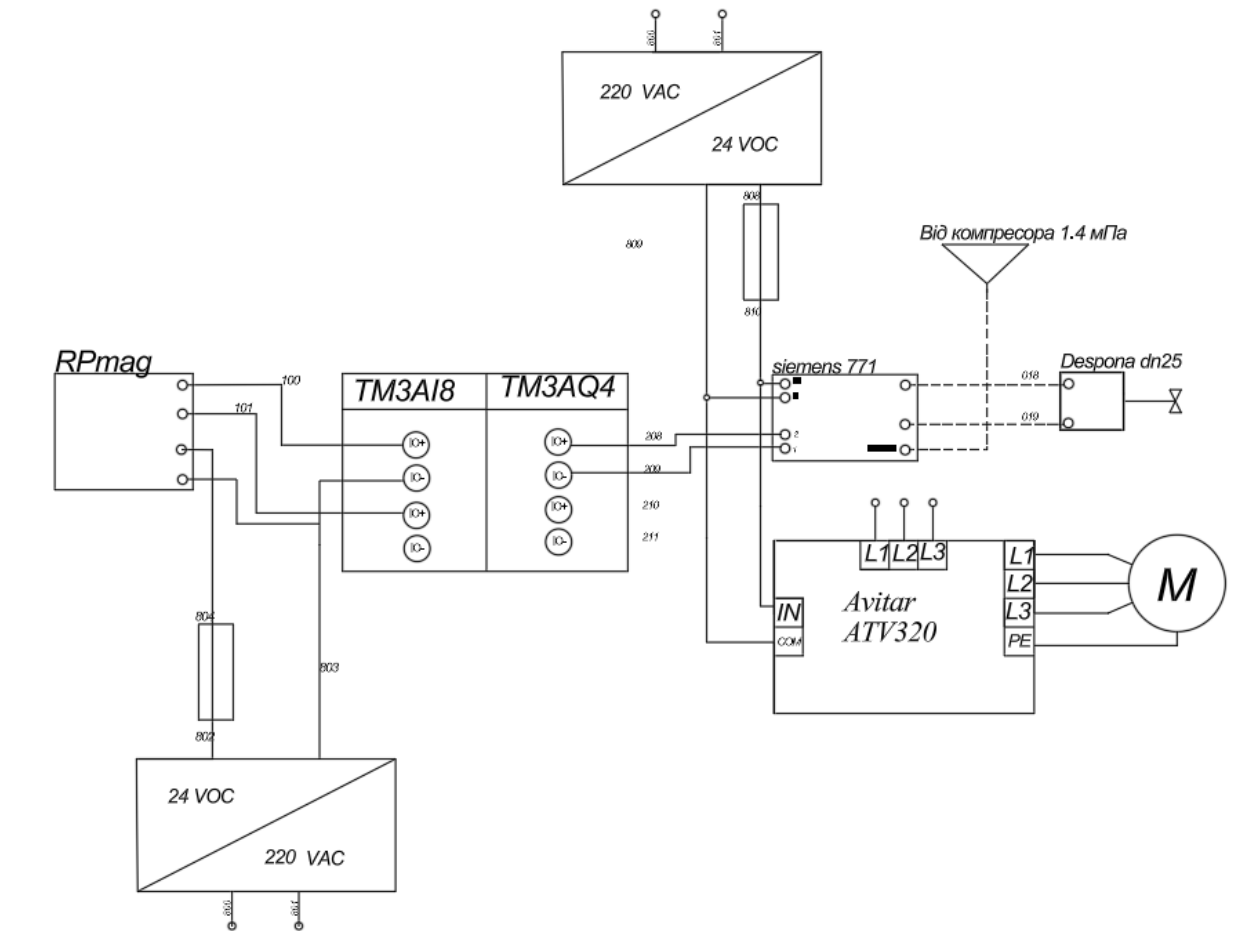


Рис 3.3 Розширене підключення модулів

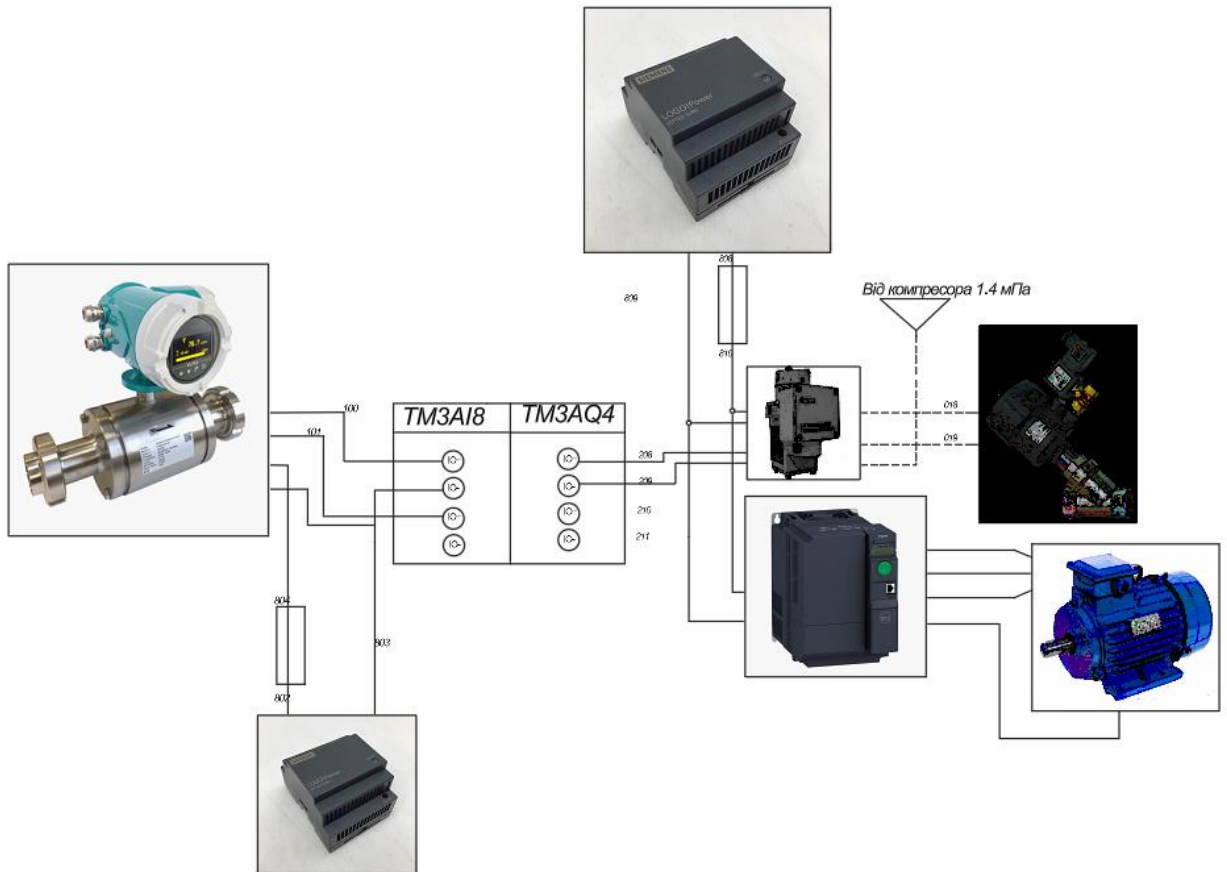


Рис 3.4 Графічна схема підключення модулів

Розділ 4
Креслення встановлення технічного засобу

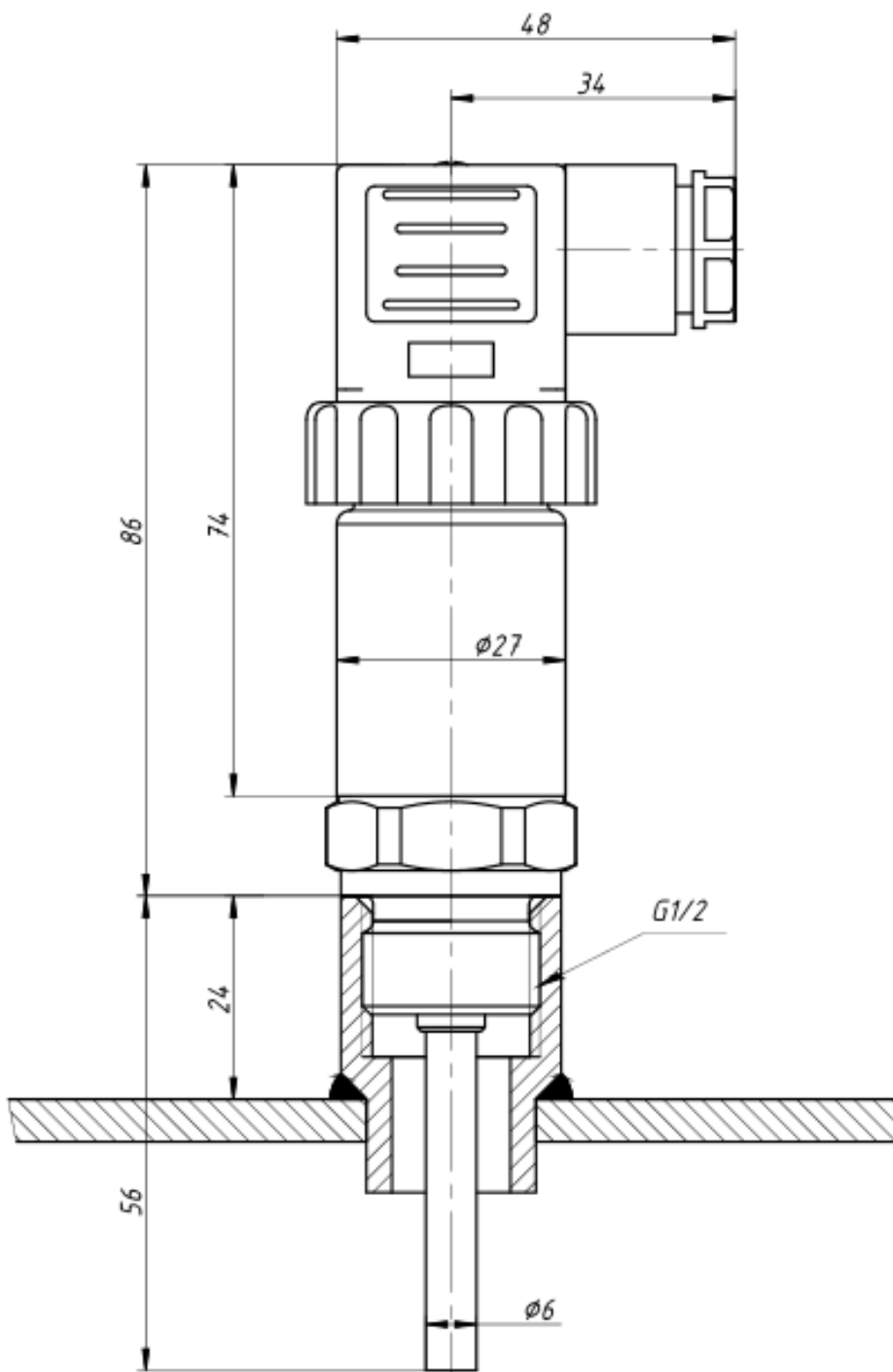


Рис 4.1 Креслення монтажу термометра опору TR30

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Розроб.</i>		<i>Осипенко Б. А.</i>					40	3
<i>Керівник</i>		<i>Кишенько В. Д.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>			
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>						
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

Монтаж термометра опору TR30 в цистерну для вимірювання температури рідини включає кілька ключових етапів.

Перед початком робіт здійснюється ознайомлення з технічною документацією на термометр опору TR30, а також з інструкціями з монтажу. Забезпечується наявність необхідних інструментів, таких як ключі, викрутки, електричний тестер, засоби для герметизації різьбових з'єднань, а також захисне обладнання (рукавички, окуляри).

Вибирається відповідне місце для встановлення термометра на цистерні, де він зможе точно вимірювати температуру рідини. Важливо, щоб датчик був занурений в рідину на необхідну глибину для отримання точних вимірювань.

Якщо на цистерні ще немає відповідного отвору для монтажу датчика, його необхідно вирізати або просвердлити. Отвір повинен відповідати розмірам і формі кріплення термометра TR30. Місце навколо отвору очищується від забруднень, іржі та олії для забезпечення герметичного з'єднання.

На підготовлений отвір встановлюється різьбова бобіна або компресійний фітинг залежно від конструкції цистерни і вимог до монтажу. Якщо використовується різьбова бобіна, її вкручують в отвір, використовуючи герметик для різьби, щоб запобігти витoku рідини. При використанні компресійного фітинга він встановлюється шляхом затягування за допомогою гайкового ключа, при цьому використовуються прокладки або герметик для забезпечення герметичності.

Обережно вставляється трубка (стержень) датчика TR30 у підготовлений отвір і закріплюється за допомогою різьбової бобіни або компресійного фітинга. Перевіряється правильне розташування датчика і надійність його кріплення.

Після цього здійснюється електричне підключення датчика за допомогою стандартного L-роз'єму або круглого DIN-роз'єму M12 x 1. Всі з'єднання перевіряються на надійність і герметичність. Проводиться

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

підключення датчика до системи контролю та вимірювання, перевіряється коректність роботи системи і відповідність показань вимірювальних приладів.

Завершується процес монтажу перевіркою правильності встановлення і функціонування термометра опору TR30. Усі роботи фіксуються в технічній документації, а обладнання вводиться в експлуатацію.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

Розділ 5

Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Кваліфікаційна робота була виконана з використанням програмного середовища SoMachine, розробленого компанією Schneider Electric. Це середовище створене для контролерів M241, M251, M238, M258, LMC058, ATV IMC, XBT GC і HMI SCU. SoMachine є комплексним рішенням для OEM-виробників, яке дозволяє розробляти, налаштовувати і вводити в експлуатацію автоматизовані системи в єдиному програмному середовищі. Включає всі необхідні інструменти для логіки, керування рухом, HMI та автоматизації мереж. SoMachine використовується для програмування та введення в експлуатацію кожного елемента гнучкого і масштабованого програмного забезпечення Schneider Electric. Це робить його ідеальним вибором для компаній, що виготовляють складне промислове обладнання, яке потребує високої продуктивності та відповідності вимогам. Інтеграція Vijeo-Designer підвищує ефективність програмного забезпечення, яке підтримує відкритий код. Платформа включає інструменти для налагодження і введення в експлуатацію систем дорожнього руху.

Підтримуються всі мови IEC 61131-3, а також інтегровані інструменти для налаштування польових шин, діагностики і налагодження. Програмне забезпечення забезпечує необмежену підтримку даних і можливості відображення. Бібліотеки експертних програм Schneider Electric SoMachine ретельно тестуються, документуються і підтримуються для використання у таких сферах, як пакування, підйомні та конвеєрні системи.

					<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>Осипенко Б. А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Кишенько В. Д.</i>					<i>43</i>
							<i>6</i>
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

SoMachine надає єдиний програмний пакет, файл проекту, кабельне з'єднання та операцію завантаження. Інтерфейс користувача оптимізований для зручності і інтуїтивності, надаючи всі необхідні інструменти для кожного етапу проектування.

Робочий простір містить лише найнеобхіднішу інформацію, що дозволяє уникнути помилок і забезпечує виконання завдань протягом усього життєвого циклу проекту.

Процес програмування оптимізовано для важливого етапу проектування, включаючи моделювання, пошук точок зупинки, покрокове виконання і трасування. Введення в експлуатацію спрощене завдяки меню, яке полегшує діагностику і контроль поточного стану архітектури системи. Всі пристрої відображаються на схемі топологічної конфігурації, що дозволяє легко контролювати їх роботу.

Schneider Electric SoMachine має диспетчер типів пристроїв (DTM) з інструментом Field Device Tool (FDT), який дозволяє безпосередньо спілкуватися з кожним пристроєм через платформу, усуваючи потребу в окремих кабельних з'єднаннях. Платформа також підтримує автономний і мережевий режими роботи.

Можливості SoMachine можна розширити за допомогою додаткового компакт-диску з бібліотеками експертних програм, які підтримуються для різних додатків OEM. Ці бібліотеки прискорюють процеси розробки, введення в експлуатацію, встановлення, усунення несправностей та налагодження. Вони призначені для використання в пакувальному обладнанні, підйомниках і конвеєрному транспорті.

SoMachine пропонує різноманітні попередньо підготовлені проекти і рішення Solution Extension з готовими конфігураціями, які легко адаптуються до вимог замовника. Ці проекти включають стандартні TVDA конфігурації контролерів, що значно спрощує процес розробки і налаштування систем.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

```
PROGRAM PasteurizationAndFiltrationProcess
```

```
VAR
```

```
    FlowMeter1: REAL;  
    LevelMeter1: REAL;  
    TemperatureSensor1: REAL;  
    PressureSensor: REAL;  
    Pump1Speed: REAL := 0.0;  
    Valve1: BOOL := FALSE;  
    Valve2: BOOL := FALSE;  
  
    FlowMeter3: REAL;  
    LevelMeter3: REAL;  
    Pump3Speed: REAL := 0.0;  
    Valve3: BOOL := FALSE;
```

Рис 5.1, Фрагменти програми написаної на мові ST

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

```

BEGIN

IF FlowMeter1 > 700.0 OR LevelMeter1 > 90.0 THEN
    Pump1Speed := CalculatePumpSpeed(FlowMeter1);
ELSE
    Pump1Speed := 0.0;
    Valve1 := TRUE;
END_IF;

IF LevelMeter1 > 90.0 THEN
    Valve1 := TRUE;
    Pump1Speed := 0.0;
    Valve2 := TRUE;
END_IF;

IF TemperatureSensor1 > 70.0 OR PressureSensor > 1300.0 THEN
    Valve2 := FALSE;
END_IF;

IF FlowMeter2 > 700.0 OR LevelMeter2 > 90.0 THEN
    Pump2Speed := CalculatePumpSpeed(FlowMeter2);
ELSE
    Pump2Speed := 0.0;
    Valve3 := TRUE;
END_IF;

IF LevelMeter2 > 90.0 THEN
    Valve3 := TRUE;
END_IF;

END_PROGRAM

```

Рис 5.2, Фрагменти програми написаної на мові ST

```

-
END_PROGRAM

FUNCTION CalculatePumpSpeed(flowRate : REAL) : REAL
VAR
    calculatedSpeed : REAL;
BEGIN
    RETURN calculatedSpeed;
END_FUNCTION

```

Рис. 5.3 Фрагменти програми написаної на мові ST

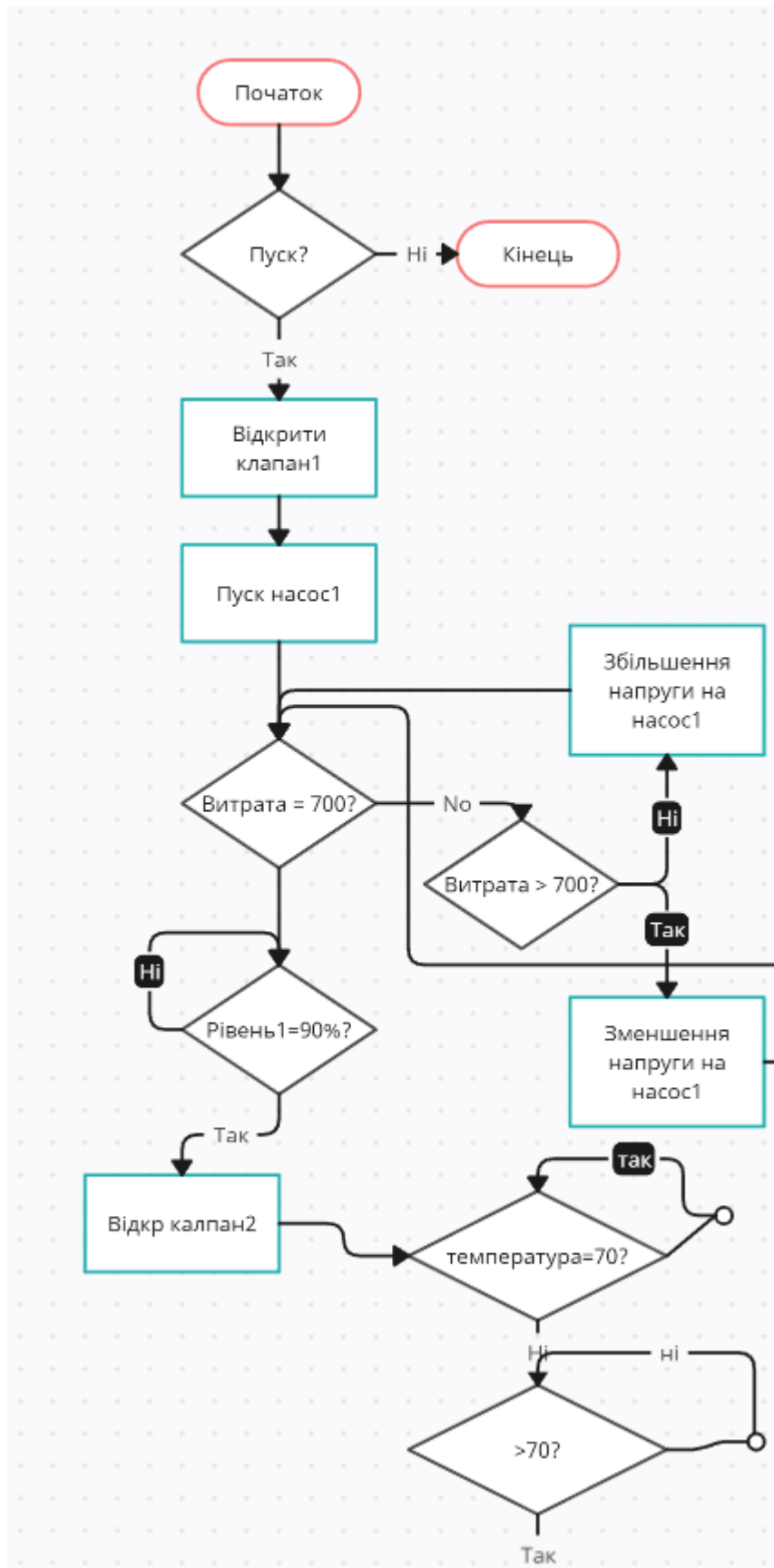


Рис. 5.4 Фрагмент блок-схеми

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

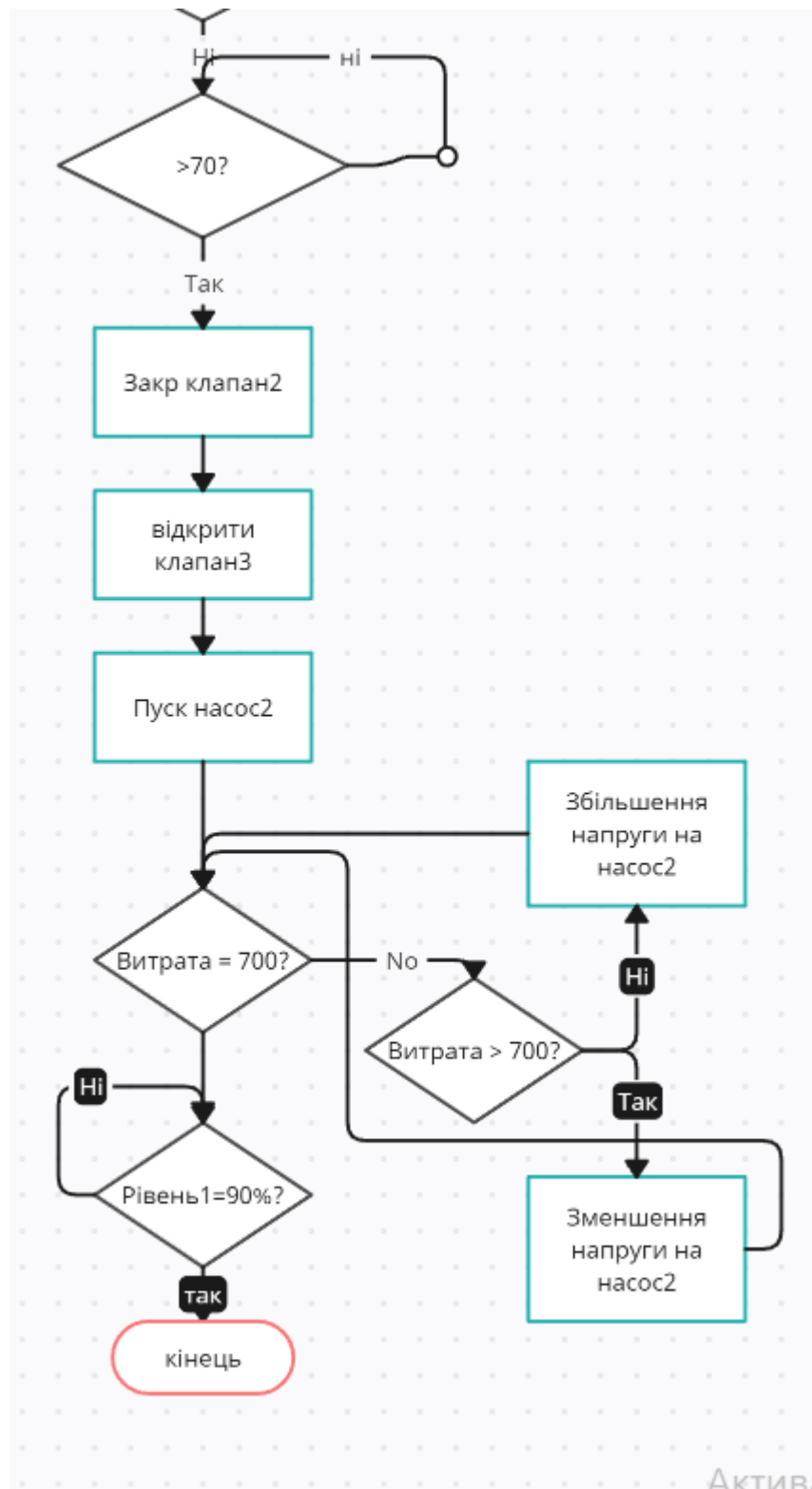


Рис. 5.5 Фрагмент блок-схеми

Розділ 6

Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Для розробки інтерфейсу HMI/SCADA було обрано програмне середовище Citect SCADA. Ця SCADA-система була спроектована і створена для задоволення всіх вимог підприємства як єдина інтегрована система. CitectSCADA включає всі необхідні компоненти, що усувають потребу в додатковому програмному забезпеченні та фрагментації даних.

Перший пакет Citect для Windows, встановлений у 1992 році, підняв стандарт для SCADA-систем на базі ПК на новий рівень продуктивності: 33 000 точок дискретного введення, 16 000 точок аналогового введення, 4 000 трендів, 50 операторських станцій, резервування в стилі розподілених DCS-систем, єдина база даних, конфігурація з будь-якого комп'ютера. Завдяки таким характеристикам, клієнти Citect завжди можуть бути впевнені у здатності системи впоратися з будь-якими завданнями незалежно від розмірів системи.

Подальші розробки Citect ґрунтувалися на цьому міцному фундаменті. Розробники прагнуть надати користувачам реальні можливості для ще більшого розширення функціональних характеристик продукту, спрощення його використання, підвищення продуктивності та скорочення термінів розробки прикладних систем. Високий ступінь автоматизації операцій, функціональна повнота, контроль якості та тестування забезпечують максимальну надійність Citect, що дозволяє використовувати його в різних відповідальних сферах, таких як атомна енергетика, авіація та інші.

					<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>Осипенко Б. А.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу фільтрації та пастеризації пива</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Кишенько В. Д.</i>				49	2
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

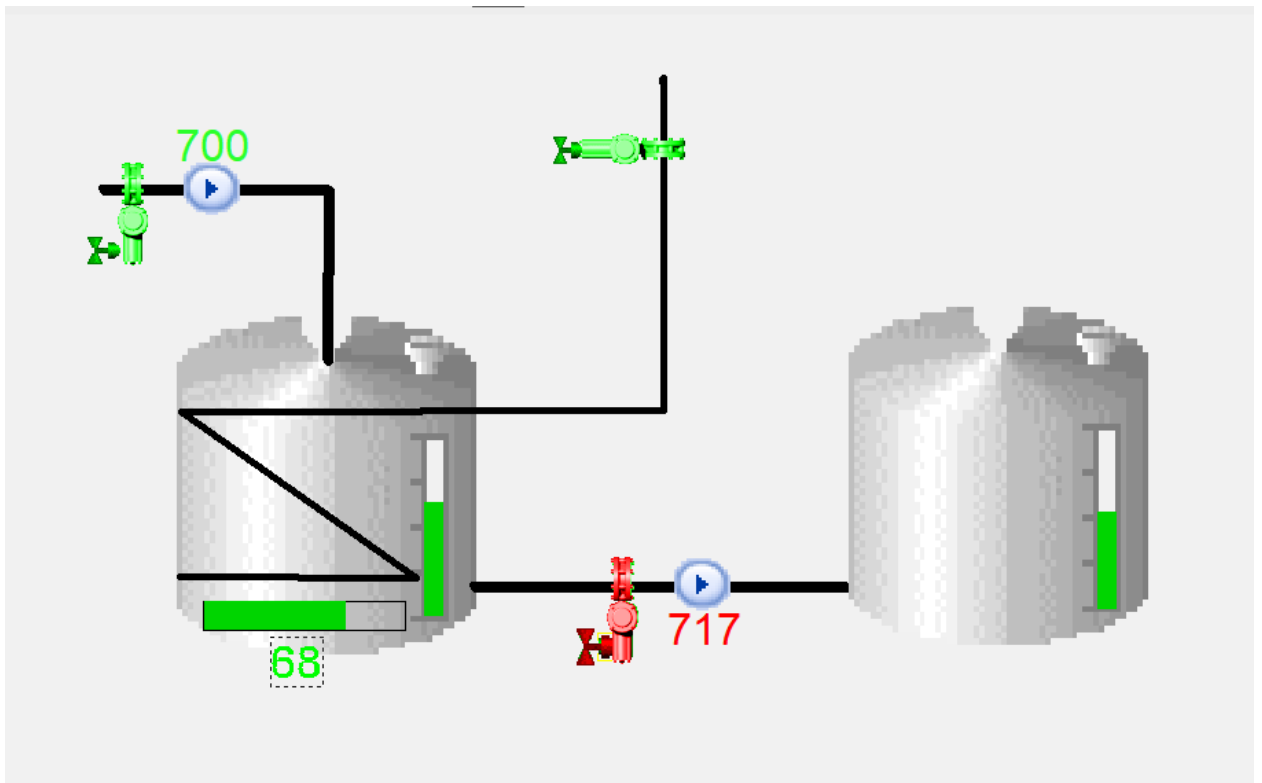


Рис. 6.1 Інтерфейс системи

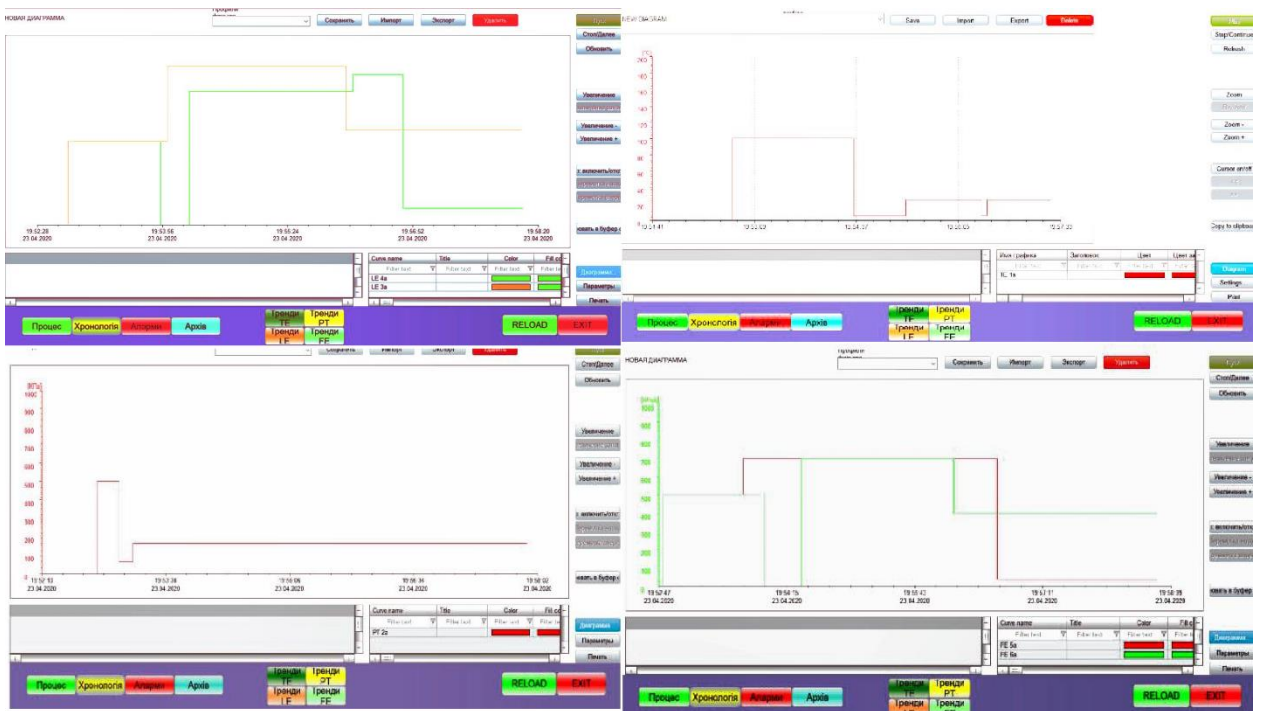


Рис. 6.2 Тренди

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Висновки

Цей проєкт дозволив закріпити теоретичні знання та набути практичних навичок в області автоматизованих систем управління технологічними процесами. Особливо цінними стали знання у виборі і налаштуванні апаратних компонентів, розробці програмного забезпечення для ПЛК та створенні інтерфейсів користувача. Однак слід зазначити, що створена система не є ідеальною. В процесі її експлуатації можуть виникати потреби в удосконаленні та модернізації. Подальший розвиток системи передбачає покращення її функціональності, підвищення надійності та ефективності управління процесами пастеризації і фільтрації пива. Це може включати інтеграцію нових датчиків, впровадження додаткових алгоритмів контролю та оптимізації процесів, а також поліпшення інтерфейсу користувача для забезпечення ще більшої зручності та інформативності. Загалом, виконаний проєкт підтвердив, що основи розробки автоматизованих систем управління були успішно засвоєні, а здобуті навички дозволяють подальше вдосконалення та розширення функціональних можливостей створеної системи.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Список використаної літератури

- 1 Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник [Текст]/ Ладанюк А.П, Трегуб В.Г.,
- 2 Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. – К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
- 3 Виробництво пива. URL: <https://studfile.net/preview/5200884/page:4/>
- 4 Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
- 5 Ельперін, І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі UnityPro: навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. — Київ: Ліра-К, 2013. — 340 с.
- 6 Трегуб, В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – Київ: НУХТ, 2006 – 139 с.
- 7 <https://www.koda.ua/ukr/products/desc.html?id=1213>
- 8 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.
- 9 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.
- 10 Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
- 10 Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

11 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 Uchbovoi Literature, 2014.- 240 p.

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

13 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.

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

15 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53