

Міністерство освіти і науки України  
Західноукраїнський національний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Мірута Марта Юріївна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗФАСОВКИ РІДКИХ ПРОДУКТІВ/  
AUTOMATED LIQUID PRODUCT PACKAGING SYSTEM

фахове спрямування – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології

Дипломна робота за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр"

Виконав студент групи АКІТ-41  
М.Ю.Мірута

---

Науковий керівник:  
к.т.н., О.М. Заставний

---

Дипломну роботу допущено до захисту:

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.І. Сегін

Тернопіль 2023

## РЕФЕРАТ

Робота виконана на 77 сторінках та містить 19 рисунки, 2 додатки, 50 джерел з переліком посилань.

**Мета роботи.** Мета роботи полягає у розробці системи автоматизованого управління лінії фасування рідких продуктів.

**Методи дослідження.** Ґрунтуються на використанні теорії моделювання, аналізу, синтезу, порівняння, моделювання, узагальнення.

**Результати роботи.** Спрямовані на розробку апаратно - програмних засобів системи автоматизованого управління фасування рідких продуктів.

**Рекомендації по використанню результатів роботи.** Результати роботи можуть бути використані для встановлення пакувальної установки на виробництві, також для розробки програмного забезпечення, зчитування даних з таких пристроїв як: програмований логічний контролер, ультразвукові сенсори відстані.

**Можливі напрямки розвитку.** Полягають в розвитку засобів контролю роботи лінії та діагностики несправностей та передаварійних станів

**Ключові слова:** система, пристрій, автоматизація, програмований логічний контролер.

## ABSTRACT

Work is executed on 77 pages and including 19 illustrations, 2 applications, 50 source after the list of references.

**The goal of the work.** The purpose of the work is to develop a system of automated control of the liquid product packaging line.

**Research methods.** They are based on the used theories of modeling, analysis, synthesis, comparison, modeling, generalization.

**Work results.** Aimed at the development of hardware and software tools for the automated management of packaging of liquid products.

**Recommendations on the use of work results.** The results of the work can be used to install a packaging plant in production, as well as to develop software, read data from such devices as: programmable logic controller, ultrasonic distance sensors.

**Possible directions of development.** They consist in the development of means of monitoring the operation of the line and diagnostics of malfunctions and pre-emergency conditions

**Keywords:** system, device, automation, programmable logic controller.

Західноукраїнський національний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем  
Освітній ступінь "бакалавр"

Спеціальність: 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Освітньо-професійна програма – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри СКС  
\_\_\_\_\_ А.І.Сегін  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ  
МІРУТІ Марті Юрїївні

(прізвище, ім'я по-батькові)

**1. Тема кваліфікаційної роботи:** Автоматизована система розфасовки рідких продуктів/ Automated liquid product packaging system  
керівник роботи \_\_\_\_\_ к.т.н., Заставний О.М.

затверджені наказом по університету від «08» грудня 2022 р. № 491

**2. Строк подання студентом закінченої кваліфікаційної роботи:** 15.05.2023р.

**3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:**

1. Області застосування паувальної системи.

2. Способи управління пакувальної системи

3. Планування роботи пакувальної системи.

4. Підходи до вирішення проблеми оптимізації пакувальної системи

**4. Основні питання, які потрібно розробити:**

1. Аналіз об'єкта автоматизації та її складових

2. Розробка схем пакувальної системи

3. Програмне забезпечення пакувальної системи

4. \_\_\_\_\_ Охорона праці.

**5. Перелік графічного матеріалу у роботі:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Заставний О.М.		
2	Заставний О.М.		
3	Заставний О.М.		
4	Сапожник Г.В.		

7. Дата видачі завдання 20 жовтня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об'єкта автоматизації та її складових	11.2022р. – 12.2022р.	
2	Розробка схем пакувальної системи	01.2023р. – 02.2023р.	
3	Програмне забезпечення пакувальної системи.....	03.2023р. – 04.2023р.	
4	Охорона праці	04.2023р. – 05.2023р.	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Мірута М.Ю.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., Заставний О.М.

(підпис)



ВИСНОВКИ..... **Ошибка! Закладка не определена.**  
 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**  
 ДОДАТОК А..... 78  
 ДОДАТОК Б..... 80

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		4

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ПЛК – програмований логічний контролер;

САУ – система автоматичного управління;

АСК – автоматизована система керування;

ПД – пропорційно-інтегрально – диференціальний регулятор;

ВМ – виконавчий механізм.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Автоматизація має надзвичайну актуальність в сучасному світі і впливає на різні сфери життя. З розвитком технологій та цифрової трансформації автоматизація стає все більш важливою і необхідною.

Однією з головних переваг автоматизації є підвищення продуктивності та ефективності роботи. Автоматизовані системи можуть виконувати завдання швидше, точніше і без втручання людини. Вони працюють без перерви 24 години на добу, забезпечуючи безперервність процесу виробництва та обслуговування. Це дозволяє компаніям знижувати витрати на робочу силу та підвищувати ефективність бізнесу.

Крім того, автоматизація забезпечує високу якість інтелектуальних процесів. Сучасні системи автоматизації використовують штучний інтелект, машинне навчання та аналітику даних для прийняття розумних рішень. Вони аналізують великі обсяги даних і надають корисну інформацію для прийняття стратегічних рішень.

Автоматизація також сприяє зниженню витрат. Замість великої кількості працівників, що виконують рутинні завдання, компанії можуть використовувати автоматизовані системи, що дозволяє економити кошти. Крім того, автоматизовані процеси можуть зменшити ризик виникнення помилок та покращити якість продукції та послуг.

Автоматизація має також значний вплив на безпеку та здоров'я. Вона дозволяє замінити людей в небезпечних умовах роботи і зменшити ризик виникнення нещасних випадків на робочому місці. Роботи, які можуть бути шкідливими або небезпечними для людей, можуть бути виконані автоматизованими системами.

Загалом, автоматизація є ключовим елементом сучасного світу. Вона підвищує продуктивність, знижує витрати, покращує якість, сприяє інноваціям та забезпечує безпеку. Компанії та організації, які використовують

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

автоматизацію, стають більш конкурентоспроможними та успішними в глобальному ринковому середовищі.

В даному дипломному проєкті проєктується автоматизована система розфасовки рідких продуктів.

У сучасному світі актуальність використання автоматизації в процесі фасування рідких продуктів набуває все більшої ваги. Розробка нової лінії упаковки ґрунтується на аналізі сучасних технологій, з метою створення більш продуктивної системи. На сьогоднішній день потреба вимагає більш ефективних технологій, які забезпечать більший обсяг виробництва та підвищення автоматизації процесів.

Проєктування даної упаковувальної лінії передбачає використання ПЛК Siemens LOGO, виконавчих механізмів та ультразвукових датчиків. Управління лінією здійснюється шляхом активації та вимкнення датчиків, регулювання швидкості руху конвеєра. Під час розробки та впровадження лінії упаковки планується автоматизувати процеси, зменшити навантаження на інші виконавчі механізми, зменшити кількість відбраку шляхом запобігання перевантажень датчиків та виконавчих механізмів, а також уникнути простою автоматів.

Наявність доступного обладнання, такого як датчики відстані та пневматичні клапани, дозволяє повністю функціонувати упаковувальній лінії для харчових продуктів. У процесі розробки було враховано необхідність встановлення кількох ультразвукових датчиків відстані та пневматичних клапанів на кожній виконавчій ланці лінії. Це дозволить виконувати поставлені завдання, збільшити випуск продукції та конкурентоспроможність на зовнішньому ринку.

Автоматичне управління, яке здійснюється без участі людини, є ключовим аспектом. Технічні засоби автоматики дозволяють керувати різними процесами. Важливо зазначити, що технологічний процес та конструкція машини залишаються без змін. Автоматизація дозволяє уникнути обмежень, пов'язаних з функціональними можливостями людини, які присутні в

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

технологічних процесах неавтоматизованого виробництва протягом багатьох років.

**Мета роботи.** Мета роботи полягає у розробці системи автоматизованого управління лінії фасування рідких продуктів.

**Предметом дослідження.** Програмне забезпечення та апаратні засоби систем автоматики.

**Об'єкт дослідження.** Є процес автоматизованого управління лінією фасування рідких продуктів.

**Методи дослідження.** Ґрунтуються на використанні теорії моделювання, аналізу, синтезу, порівняння, моделювання, узагальнення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено схему та програмне забезпечення автоматизованого керування лінією фасування рідких продуктів.

**Напрямки подальшого розвитку.** Напрямки подальшого розвитку спрямовані на удосконалення засобів моніторингу роботи лінії та виявлення несправностей та передаварійних станів. Метою цього розвитку є забезпечення більш ефективного та надійного контролю роботи лінії фасування та виявлення відхилень та аварійних ситуацій.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

# 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЇЇ СКЛАДОВИХ

## 1.1 Дослідження процесу розфасування рідких продуктів та його особливостей

Розфасування рідких продуктів є важливим процесом в промисловості, що вимагає точності та ефективності. Дослідження процесу розфасування рідких продуктів та його особливостей дозволяє визначити оптимальні параметри для автоматизованих систем розфасування.

Аналіз властивостей рідини, таких як в'язкість, щільність та поверхневе натягнення, є важливим для встановлення точних параметрів для розфасування. Крім того, дослідження факторів, що можуть впливати на швидкість розфасування, таких як температура рідини, тиск та відстань між флаконами, допомагає підвищити ефективність процесу[30].

Процес пакування рідких продуктів включає утримання та транспортування рідких продуктів, таких як напої, хімікати чи фармацевтичні препарати, від місця виробництва до місця споживання. Процес зазвичай включає кілька етапів, включаючи наповнення, закупорювання, маркування та запечатування. Процес пакування повинен гарантувати, що рідкий продукт є безпечним, високоякісним, не витікає та не розливається під час транспортування[10-12].

На особливості упаковки рідких продуктів впливає кілька факторів, у тому числі властивості рідкого продукту, пакувальний матеріал, обладнання для наповнення та закупорювання, а також нормативні вимоги. Деякі з ключових особливостей упаковки рідких продуктів:

– сумісність матеріалів: пакувальний матеріал має бути сумісним із рідким продуктом, щоб запобігти забрудненню або погіршенню якості продукту. Звичайні пакувальні матеріали для рідких продуктів включають скло, пластик і метал.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

– бар'єрні властивості: пакувальний матеріал повинен створювати ефективний бар'єр для запобігання втраті рідкого продукту або проникненню забруднень, кисню або вологи. Бар'єрні властивості пакувального матеріалу можна посилити за допомогою покриттів або ламінатів.

– цілісність: Упаковка повинна бути розроблена таким чином, щоб підтримувати свою цілісність під час обробки, транспортування та зберігання, щоб запобігти витокам або розливам. Цього можна досягти за допомогою надійних запірок, пломб і засобів захисту від несанкціонованого доступу.

– зручність: упаковка повинна бути простою у використанні та зручною для споживачів. Цього можна досягти за допомогою систем дозування, закриваються закриваючих засобів та ергономічного дизайну.

– відповідність нормативним вимогам: упаковка має відповідати відповідним нормативним вимогам, у тому числі щодо безпеки, маркування та впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, пакування рідких продуктів є складним процесом, який вимагає ретельного розгляду різних факторів для забезпечення безпечного та ефективного транспортування рідких продуктів[35]. На особливості упаковки рідкого продукту впливають властивості рідкого продукту, пакувального матеріалу, обладнання для наповнення та закупорювання, а також нормативні вимоги.

## 1.2 Аналіз існуючих систем розфасування рідких продуктів та їх недоліків

З появою нових технологій і зміною споживчих уподобань відбулася значна еволюція систем пакування рідких продуктів. Однак існуючі системи пакування все ще мають певні недоліки, які необхідно усунути.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

Однією з найпоширеніших систем упаковки рідких продуктів є система упаковки в пляшки(рис.1.1). Системи упаковки пляшок широко використовуються для пакування напоїв, фармацевтичних препаратів та інших рідин[20-22]. Хоча ці системи використовуються протягом тривалого часу, вони мають певні недоліки. Наприклад, пляшки часто виготовляють із пластику, який не є екологічно чистим матеріалом. Крім того, системи пакування пляшок не підходять для всіх типів рідин, наприклад в'язких, і їх важко переробити.



Рисунок 1.1 — Пляшкова система упаковки “BPM-3000”

Іншою широко використовуваною системою упаковки рідких продуктів є система пакетної упаковки(рис.1.2). Системи пакетної упаковки використовуються для пакування рідин, таких як молоко, сік та інші напої. Ці системи дозволяють ефективно і гігієнічно упаковувати рідини у відповідні пакети або контейнери з мінімальними витратами матеріалів та зусиль[37-39]. Пакети легкі та зручні, вони займають менше місця, ніж традиційні пляшки. Існують системи пакетної упаковки, які використовуються для виготовлення і запечатання пакетів напоїв у формі пластикових пляшок або пакетів зі стаканчиками[40]. Ці системи зазвичай автоматизовані і можуть працювати з високою швидкістю, забезпечуючи швидке та ефективне пакування рідин. Однак вони теж мають деякі недоліки. Наприклад, пакети часто виготовляються з комбінації пластику та алюмінію, що ускладнює їх

переробку. Крім того, пакети можуть не підходити для певних типів рідин, наприклад сильноокислих або лужних.



Рисунок 1.2 — Пакетна система упаковки “TCLB-160A”

Пакувальні системи «Bag-in-box»(рис.1.3) також широко використовуються для упаковки рідких продуктів[8-9]. Ці системи часто використовуються для пакування великих кількостей рідин, таких як вино, сік та інші напої. Системи «Bag-in-box»є екологічно чистими та економічно ефективними, оскільки використовують менше матеріалів, ніж інші системи пакування[31].

Декілька мінусів цієї системи:

– Обмежена мобільність: системи упаковки «Bag-in-box» не дуже портативні та непридатні для споживання в дорозі. Вони призначені для використання у фіксованому місці, наприклад у ресторані, барі чи вдома.

– Обмежений термін придатності: хоча системи пакування «Bag-in-box» можуть допомогти подовжити термін придатності рідин, вони не підходять для тривалого зберігання[5]. Після відкриття вміст пакету необхідно використати протягом певного періоду часу, щоб уникнути псування.

– Обмежена універсальність: системи упаковки «Bag-in-box» не підходять для пакування невеликих кількостей рідин. Вони призначені для розфасування, що робить їх непридатними для одноразових продуктів.

– Вплив на навколишнє середовище. Незважаючи на те, що пакувальні системи «Bag-in-box» є більш екологічними, ніж деякі інші системи пакування, вони все ж впливають на навколишнє середовище[6-7]. Пакети зроблені з пластику, який може довго розкладатися, а картонні коробки не завжди можна переробити.

– Проблеми з дозуванням: системи упаковки «Bag-in-box» іноді можуть мати проблеми з дозуванням рідин у контрольованих кількостях. Пакети можуть бути пробиті або витікати, що може призвести до розливу та відходів.



Рисунок 1.3 — «Bag-in-box 700» Двоголова автоматична розливна машина

Іншою широко використовуваною системою упаковки рідких продуктів є асептична система упаковки(рис.1.4). Системи асептичної упаковки широко використовуються для пакування молочних продуктів, соків та інших напоїв. Ці системи використовують поєднання тепла та асептичних умов для стерилізації рідини та пакувального матеріалу. У той час як системи асептичної упаковки



мають ряд переваг, таких як довший термін придатності та здатність зберігати смак і харчову цінність продукту, вони також мають деякі обмеження. Наприклад, вони можуть бути дорогими та вимагати спеціального обладнання для наповнення та герметизації пакувального матеріалу.



Рисунок 1.4 — Асептична розливна машина

В останні роки зростає інтерес до екологічно чистих систем упаковки рідких продуктів[45]. Біорозкладані пакувальні матеріали, такі як папір і пластик рослинного походження, все частіше використовуються для пакування рідин. Ці матеріали є біологічно розкладаними та можуть бути перероблені, що робить їх більш екологічними, ніж традиційні пластикові пакувальні матеріали.

Підсумовуючи, існуючі системи пакування рідких продуктів мають певні обмеження, які необхідно вирішити. Незважаючи на те, що ці системи використовуються протягом тривалого часу та зазнали багатьох удосконалень, вони все ще не вистачають з точки зору стійкості, можливості переробки та сумісності з певними типами рідин[33]. Однак із зростаючим попитом на стійкі та екологічно чисті пакувальні рішення розробляються нові та інноваційні системи пакування, які усувають ці обмеження. Для виробників важливо вивчити ці нові варіанти упаковки та прийняти екологічні методи, щоб

забезпечити безпеку та якість рідких продуктів, мінімізуючи їхній вплив на навколишнє середовище.

### 1.3 Аналіз об'єкту автоматизації

При аналізі об'єкта планується автоматизувати операції, зменшити навантаження на інші виконавчі механізми, зменшити кількість браку шляхом запобігання перевантажень сенсорів, виконавчих механізмів та збільшення випуску якісної продукції, а також само уникнути простою автоматів. Згідно цього, проаналізуємо, що ж таке автоматизація процесів об'єкта[46-47].

Автоматизація технологічних процесів об'єкта — це використання енергії неживої природи в виробничому процесі або його складових частинах для їх виконання і керування ними без безпосередньої участі людей, що здійснюється з метою зменшення трудових затрат, покращення умов виробництва пакування, підвищення обсягів випуску й якості продукції.

Виконаємо часткову автоматизацію технологічних процесів, де виникають проблеми в цьому аспекті.

Об'єктом до автоматизації є вже автоматизована лінія пакування газованої води. Але згідно аналізу і порівняння, об'єкт в багатьох аспектах не відповідає більш сучасним лініям пакування[25]. Також на об'єкті виникають проблеми і несправність даного встановленого обладнання, для роботи з продукцією. До такого обладнання можна віднести: пневматичні пристрої та сенсори.

Виконавчі пристрої не відповідають швидкості та повній функціональності у виконанні операцій, пляшки затримуються на конвеєрі, що призводить до не виконання інших функцій, втрачається продуктивність пакування . Кількість сенсорів які вбудовані на лінії , є недостатньо. Тому

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

виникають несправності у реалізації операцій формування блоку пляшок та їх подачі .

В випадку спайки та обрізання плівки вже сформованого блоку пляшок, тут постає питання в регулюванні температури на термоножі. Коли термоніж спрацьовує, при обрізанні і та спаюванні плівки він не уникає взаємодії з холодною конструкцією стола , що призводить до різкого спаду температури[48-50]. Це є досить ваговою проблемою в роботі лінії, дана операція потребується в автоматизації.

Також потрібно підняти питання в автоматизуванні роботи термотунеля. Вже після того як продукція спаяна та обрізана, вона транспортується в термотунель[19]. В термотунелі вона перебуває 15 секунд. Там плівка деформується в твердий стан під дією температури. Сама проблема являється в постійному регулюванні температури термотунеля до оптимальної температури.

Програмне забезпечення в ході аналізу об'єкта, керування механізмами, виявилось не досконалим, та не спроможним до роботи.

Отже проводячи аналіз пакувальної лінії , ми зрозуміли що робота лінії знаходить не в ідеальному стані. Існує ряд проблем на лінії, які можна вирішити за допомогою більш продуктивного і підходящого обладнання[1-3].

Нас цікавить наявність недорогого обладнання , такого як ультразвукові сенсори відстані, пневматичні клапани та ПДД – регулятор , які зменшать простій у роботі лінії, та збільшать продуктивність , швидкість між операціями виконання.

Це зробить наш об'єкт готовий до виконання повної функціональності лінії пакування пляшок газованої води[13-15] .

В процесі аналізу об'єкта я врахував, що потрібно встановити на кожній виконавчій ланці лінії , де існує нехватка сенсорів, вмонтувати такий тип як: ультразвуковий сенсор .

Також, потребується монтування на лінії більш надійного типу пневматичних пристроїв, щоб їх характеристика відповідала швидкості роботи

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17

лінії , та надійності без відмов в керуванні яка потребується для роботи з заслонками , розділювачами та іншими механізмами.

Виникає необхідність у використанні ППД – регулятора температури, який дозволить регулювати необхідну нам температуру на термоножі і в термотунелі[26-29].

На рахунок програмного забезпечення, тут потрібно додати кілька функціональних блоків, які дозволять правильно керувати системою пакування

Етапи роботи пакувальної лінії:

– Продукція продається з технологічного конвеєра на подаючий транспортер автоматичної лінії, де вона розділяється розсікачем на потоки.

– У міру наповнення транспортера, відбувається попереднього формування групи продукції в ковші штовхача.

– При повному заповненні продукцією ковша штовхача спрацьовують сенсори наповнення і штовхач переміщує групу крізь плівку за лінію ножа на пакувальний стіл, на якому вона утримується від зсуву притиском[41-43].

– Термоніж, опускаючись, виробляє огортання продукції пакувальним матеріалом, обрізки і зварювання плівки. Попередня упаковка готова.

– Описаний процес роботи обертаючого вузла повторюється в автоматичному режимі, причому кожна наступна група продукції проштовхує попередню групу на конвеєр термотунеля.

– У термотунеля продукція рухається по конвеєру в режимі заданої температури і заданого часу. За рахунок теплового впливу відбувається обтягування термозбіжною плівкою упакованої групи продукції. При цьому, тепловий температурний удар доводиться виключно на полотно пакувального матеріалу, що не передаючись пакувальному продукту.

– З термотунеля упакована продукція потрапляє на ролики приймального рольганга, де гаряча плівка остуджується вентилятором. У процесі охолодження плівка всідається й обтягує продукцію з усіх боків.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

– Готова упаковка з приймального рольганга передається на накопичувач або до місця складування.

Основні переваги лінії пакування:

- висока надійність і економічність експлуатації пакувальної лінії;
- широкий діапазон робочих температур, завдяки конструкції і комплектації лінії потужними нагрівальними елементами, дозволяє упаковувати продукцію в поліетиленову термоусадочну плівку стійку до низьких температур до -20С[4];
- автоматизований цикл запаювання і подачі продукту в термотунель;
- робота системи автоматизованого пакування продукції та переключення між операціями за допомогою виконавчих механізмів;
- присутня функція наближення до об'єкта, що регулюються сенсорами відстані.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

## 2. ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМ ФАСУВАЛЬНОЇ ЛІНІЇ

Контроль та керування складними процесами та операціями можна відобразити за допомогою діаграм, що дозволить проаналізувати параметри відповідних модулів та процесів. Це також дозволить зрозуміти поведінку об'єкта та його управління. Під час розробки необхідно враховувати структуру пакувальної лінії та всі її компоненти, а також функції, які виконуються під час процесу пакування продукції[16-17]. У побудові діаграм нам потрібно оволодіти та проаналізувати необхідну нам інформацію в контексті розробки. У подальшому, у цих підпунктах, нас цікавить розробка функціональної та структурної діаграм.

### 2.1 Розробка структурної схеми системи керування

Для виконання цього завдання мені довелося провести детальний аналіз нашої системи в більш розширеному контексті. Вивчити, як працюють процеси та їх виконання, враховуючи виконані операції. Кожен механізм у нашій системі взаємодіє з іншими, діючи за логічним ланцюжком.

Під час розробки структурної схеми та вибору об'єкта автоматизації, було приділено увагу поліпшенню технологічного процесу після впровадження ряду технічних засобів автоматизації[18]. Одним з важливих аспектів автоматизації є зменшення ручної праці на підприємстві, зниження кількості браку, пов'язаного з людським фактором, та збільшення обсягу випуску продукції шляхом скорочення часу простою обладнання.

Розроблена система є гнучкою, тобто може бути переналаштована на потрібний режим або налаштована на окремі параметри за потребою.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

Для того щоб розробити структурну схему фасувальної лінії, потрібно було проаналізувати її механізм роботи. На даному (рисунку 2.1) наведено загальний огляд основних функціональних блоків пакувальної лінії. Кожен блок має власне функціональне призначення у процесі пакування. Робочий процес відбувається послідовно, у вигляді ланцюжка[23-24]. Об'єкт проходить крізь всі етапи пакування, відповідно до функцій, які виконуються кожним функціональним блоком.



Рисунок 2.1 – Структурна схема фасувальної лінії

Блоки контролюються датчиками та виконавчими механізмами, обраними для наших виробничих ліній, які відповідають вимогам безпеки та відповідним умовам експлуатації[44-45]. Таким чином забезпечується висока точність і надійність обладнання. У приводі використовується повітряний циліндр, керований клапаном, підключеним до релейного виходу контролера.

## 2.2 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема автоматизації є основним проектним документом, який визначає структуру і рівень автоматизації технологічного процесу об'єкта.

На функціональній схемі за допомогою умовних графічних позначень вказують технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади і засоби автоматизації[32,34]. Пристрої і засоби автоматизації показують на функціональних схемах розгорнутим способом, згідно з яким кожний прилад чи блок, який входить в єдиний комплект, показують окремими умовними графічними зображеннями. Термін «функціональний блок» застосовується до частини пристрою або системи, яка виконує одну або декілька функцій, за установочними та приєднувальними функціональними блоками, створюючи складну технічну систему, а також може легко роз'єднуватись і замінятись з метою отримання системи з іншими функціональними модернізаціями[32].

Функціональна схема дозволить нам більш зрозуміти , принцип роботи нашої системи, та окремих операцій. Дана схема зображується у вигляді прямокутників, або умовних графічних позначень. Також за допомогою функціональної схеми, дослідимо послідовність виконання операцій на лінії пакування та повний технологічний процес.

Функціональна схема системи пакування наведена на ( рисунку 2.2)

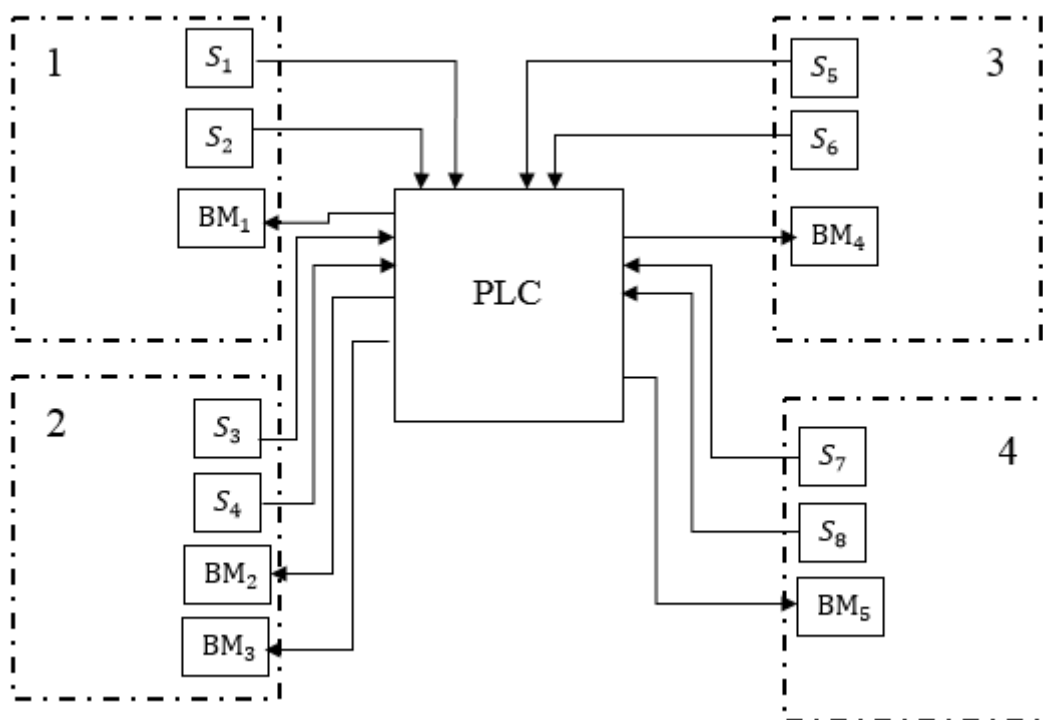


Рисунок 2.2 – Функціональна схема системи пакування



На основі спроектованої структурної схеми , на якій було зображено основні вузли нашої системи, ми розробили функціональну схему. Дана схема показує нам , що для реалізації функціональних блоків потрібні як сенсори так виконавчі механізми.

Опис функціональної схеми системи пакування

Головний контролер (PLC) керує роботою лінії, яка складається з таких функціональних блоків як:

Блок подачі пустої пляшки(1) забезпечує пересування пустої пляшки в початкову позицію на основі сенсорів( $S_1$  та  $S_2$ ) і припиняє подачу виконавчим механізмом ( $BM_1$ ) при перебування пляшки на позиції.

Блок наповнення пляшки(2) дає команду подачі рідини в пляшку до моменту поки рідина не досягне точки зчитування сенсорами( $S_3$  і  $S_4$ ) , та опускає наповнену пляшку на фіксовані ролики ( $BM_2$  і  $BM_3$ ).

Тільки наповнена пляшка рідин транспортується по фіксованих роликах (3) про це сигналізують сенсори( $S_5$  та  $S_6$ ) і лунає звуковий сигнал, та одночасно вона перебуває на фіксованих роликах, які спрацьовують на основі ( $BM_4$ ) та на приймальному конвеєрі отримуємо готову продукцію для споживання.

Фіксовані ролики мають гладку поверхню, щоб забезпечити безперешкодний рух матеріалів. Крім того, фіксовані ролики можуть мати різні діаметри, що дозволяє регулювати швидкість руху предметів по конвеєрі. Більші діаметри роликів зазвичай забезпечують швидший рух, тоді як менші діаметри зменшують швидкість переміщення[36].

Крім того, фіксовані ролики можуть бути використані для керування напрямом руху предметів. Вони можуть бути розташовані в певній конфігурації, наприклад, у формі "V" або "S", щоб змінити курс руху матеріалів на лінії пакування. Сенсори відстані відправляє ультразвуковий сигнал, за часом його повернення визначає відстань нашого об'єкта.

Особливе місце при розробці функціональної схеми потокової лінії займає процес формування її транспортно – накопичувальної системи.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		23

Дана система повинна забезпечувати:

- Пропускна здатність лінії достатня для пропуску всіх технічних машин для даної пляшки на різних етапах підготовки

- Зведіть до мінімуму втрати продуктивності лінії, спричинені транспортуванням пляшок між обробними машинами.

Залежно від заданої продуктивності лінії кожен функціональний блок схеми може бути реалізований наступним чином:

- функціональні блоки реалізуються однією машиною або кількома технічними машинами, що працюють паралельно;

- функціональний блок реалізується кількома послідовно працюючими технологічними машинами;

- функціональний блок відповідає частині централізованої технічної операції.

### 2.3 Вибір та аналіз компонентів пакувальної лінії

Рішення по автоматизації мають велику важливість для підприємств та організацій з кількох причин. По-перше, автоматизація допомагає підвищити продуктивність шляхом заміни ручної праці механізованими процесами. Це призводить до збільшення кількості вироблених одиниць продукції та зниження простоїв виробничої лінії. По-друге, автоматизовані системи дозволяють досягати високої якості продукції завдяки високій точності та повторюваності виконання операцій. Це зменшує відхилення виробів та забезпечує стабільну якість. Крім того, автоматичні системи можуть виявляти та виправляти помилки, що сприяє зниженню браку та підвищенню надійності продукції.

У максимально автоматизованій пакувальній лінії використовуються виконавчі допоміжні механізми, які відіграють важливу роль у забезпеченні її продуктивності та працюють в автоматичному режимі, уникнувши людського

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		24

фактору. Ці механізми виконують операції, які дозволяють повністю автоматизувати всі процеси керування та обслуговування. Для досягнення цієї мети необхідно оптимально використовувати всі доступні сенсори, що допомагають у контролі та управлінні роботою механізмів.

Сенсори є невід'ємною частиною автоматизованих систем і відіграють важливу роль у зборі інформації про фізичні параметри або стан об'єктів. В контексті пакувальної лінії, сенсори використовуються для надання точної і надійної інформації про різні аспекти процесу пакування.

Сенсори можуть вимірювати такі параметри, як розміщення, розмір, форма, вага, температура, тиск, швидкість, наявність або відсутність об'єктів і багато інших. Вони можуть бути розташовані на різних етапах пакувального процесу, наприклад, на конвеєрах, робочих станціях, роботизованих системах або контрольних панелях.

Сенсори генерують сигнали, які передаються до контролерів або комп'ютерів для обробки і аналізу. Ця інформація дозволяє системі автоматично реагувати на зміни в процесі пакування, виконувати потрібні корекції та забезпечувати якість і ефективність упаковки.

Наприклад, оптичні сенсори можуть виявляти наявність об'єктів на конвеєрі, а датчики тиску можуть контролювати правильне надування пакетів. Термодатчики дозволяють відстежувати температуру під час термоzapечатування або стерилізації. Системи візуального контролю можуть використовувати камери та обробку зображень для перевірки якості упаковки.

Використання сенсорів у пакувальній лінії дозволяє отримувати реальний час інформацію про процес та забезпечує більш точний і контрольований підхід до автоматизації. Це покращує якість продукції, забезпечує ефективну роботу лінії та допомагає уникнути несправностей та відхилень у процесі пакування.

В даній нашій дипломній роботі для розробки автоматизованої лінії розфасовки рідких продуктів з усіх названих сенсорів, нам більше підходить до нашого використання ультразвуковий сенсор відстані. Тому, що ультразвукові сенсори відстані мають кілька важливих переваг, які роблять їх популярними в

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

різних сферах застосування. Перш за все, ці сенсори відрізняються високою точністю вимірювання відстані, здатністю реєструвати навіть дрібні зміни. Вони також володіють широким діапазоном вимірювання, що дозволяє працювати з об'єктами різного розміру та відстані.

Ультразвукові сенсори відстані є незалежними від кольору та текстури об'єкта, що вимірюється, тому їх можна використовувати для різних типів поверхонь. Крім того, вони забезпечують швидкий відгук та можуть проводити вимірювання в режимі реального часу. Це дозволяє ефективно використовувати їх в ситуаціях, коли необхідно миттєво реагувати на зміни відстані.

Одна з важливих переваг ультразвукових сенсорів полягає в їх незалежності від освітлення. Вони не впливають рівнем освітленості, оскільки працюють на основі звукових хвиль. Це дає можливість застосовувати їх в різних умовах освітлення. Загалом, ультразвукові сенсори відстані є надійними та універсальними інструментами для точного вимірювання відстані в багатьох сферах діяльності.

#### Ультразвукові сенсори відстані

Ультразвукові сенсори відстані - це пристрої, які використовують ультразвукові хвилі для точного вимірювання відстані до об'єктів. Вони широко застосовуються в різних галузях, включаючи промисловість, автоматизацію, робототехніку, автомобільну промисловість, медицину та багато інших. Ультразвуковий сенсор відстані, зображено на (рисунку 2.3).

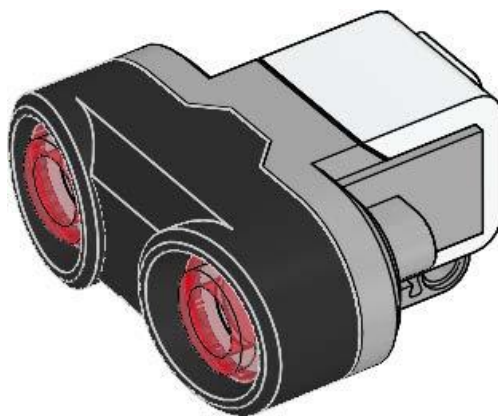


Рисунок 2.3 – Ультразвуковий сенсор відстані

Однією з переваг ультразвукових сенсорів є їх висока точність вимірювання відстані. Вони можуть реєструвати навіть дуже малі зміни відстані, що робить їх дуже корисними для точного контролю та навігації.

Ще одна важлива перевага ультразвукових сенсорів - широкий діапазон вимірювання. Вони можуть працювати з об'єктами різного розміру та відстані, що дає їм гнучкість в застосуванні. Деякі ультразвукові сенсори можуть вимірювати відстань від кількох міліметрів до кількох метрів, залежно від їх характеристик.

Ультразвукові сенсори відстані є незалежними від кольору та текстури об'єкта, що вимірюється. Це означає, що вони можуть працювати на різних типах поверхонь без впливу на точність вимірювання.

Крім того, ультразвукові сенсори відстані відрізняються швидким відгуком та здатністю проводити вимірювання в режимі реального часу. Це робить їх ефективними для застосувань, де потрібно миттєво реагувати на зміни відстані, наприклад, у системах автономних роботів або управління промисловими процесами.

Однією з важливих переваг ультразвукових сенсорів є їх незалежність від освітлення. Оскільки вони працюють на основі звукових хвиль, вони не впливаються рівнем освітленості в оточуючому середовищі. Це дає можливість застосовувати їх в різних умовах освітлення без втрати точності вимірювання.

Ультразвукові сенсори відстані є надійними та універсальними інструментами для точного вимірювання відстані. Вони забезпечують високу точність, широкий діапазон вимірювання, незалежність від кольору та текстури об'єктів, швидкий відгук та незалежність від освітлення. Ці переваги роблять ультразвукові сенсори відстані ефективними в багатьох сферах діяльності, де потрібне точне та надійне вимірювання відстані до об'єктів.

Ультразвукові сенсори відстані працюють на основі використання ультразвукових хвиль для вимірювання відстані до об'єктів. Основний принцип роботи полягає в відправленні ультразвукових сигналів від сенсора до цільового об'єкта та прийманні відбитих сигналів. Процес вимірювання починається з

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

генерації ультразвукових хвиль у внутрішньому джерелі сенсора. Ці хвилі можуть мати частоту від декількох кілогерц до декількох мегагерц, залежно від конкретної моделі сенсора.

Після генерації ультразвукових хвиль сенсор відправляє їх у напрямку об'єкта, з яким потрібно виміряти відстань. Ці хвилі поширюються у повітрі з певною швидкістю.

Коли ультразвукові хвилі зіткнуться з об'єктом, вони відбиваються від нього і повертаються назад до сенсора. Сенсор приймає ці відбиті сигнали, які називаються ехо, і реєструє час, який зайняло повернення сигналу.

Враховуючи швидкість поширення звуку в середовищі, сенсор обчислює відстань до об'єкта за допомогою формули "шлях = швидкість x час". Виміряна відстань виражається в одиницях довжини, таких як метри, сантиметри або дюйми.

Ультразвукові сенсори відстані зазвичай мають вбудований процесор, який обробляє сигнали та розраховує відстань. Вони можуть мати додаткові функції, такі як фільтрація шуму, компенсація температурних змін та корекція помилок.

Оскільки ультразвукові хвилі можуть проникати через повітря, їх використання не обмежене кольором, текстурою чи оптичними властивостями об'єктів. Це робить ультразвукові сенсори відстані універсальними та ефективними для вимірювання відстані до різних типів об'єктів.

Однак, слід враховувати, що ультразвукові сенсори можуть бути чутливі до впливу погодних умов, таких як висока вологість або наявність інших джерел звуку. Також вони мають обмежений діапазон вимірювання, зазвичай до кількох метрів. Принцип роботи ультразвукового сенсору зображено на (рисунку 2.4).

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

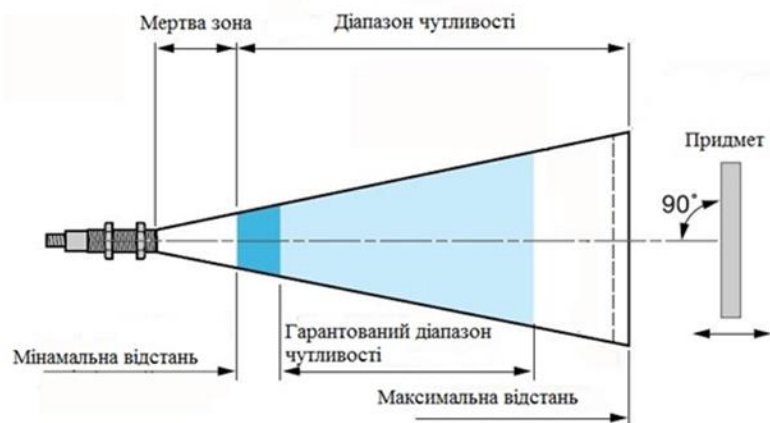


Рисунок 2.4 – Принцип дії ультразвукових сенсорів

Ультразвуковий сенсор відстані працює на основі використання ультразвукових хвиль для вимірювання відстані до об'єкта. Основний принцип роботи полягає у відправленні ультразвукового сигналу від сенсора до об'єкта і прийманні його відбитого сигналу.

Процес роботи ультразвукового сенсора включає такі кроки:

– Генерація сигналу: Сенсор генерує ультразвуковий сигнал, що є високочастотним звуковим хвильовим сигналом.

– Відправлення сигналу: Сенсор відправляє ультразвуковий сигнал у напрямку об'єкта, з яким потрібно виміряти відстань.

– Відбиття сигналу: Ультразвуковий сигнал зіткнується з поверхнею об'єкта і відбивається від неї.

– Приймання сигналу: Сенсор приймає відбитий сигнал, який повертається від об'єкта.

– Вимірювання часу: Сенсор фіксує час, який затримується між відправленням сигналу і прийманням його відбитого сигналу. Цей час пропорційний відстані до об'єкта.

– Обчислення відстані: За допомогою знання швидкості поширення ультразвукових хвиль в середовищі, сенсор обчислює відстань до об'єкта. Швидкість поширення звуку залежить від фізичних характеристик середовища, у якому знаходиться сенсор.

– Виведення результату: Виміряна відстань виводиться як вихідний сигнал або значення, яке може бути використане для подальшого контролю, управління або обробки.

Ультразвукові сенсори відстані використовуються в різних сферах, таких як автоматизація виробництва, робототехніка, медицина, автомобільна промисловість та інші. Вони забезпечують високу точність вимірювання відстані, незалежно від кольору або текстури об'єкта, і можуть працювати в різних умовах, включаючи темряву або пилове середовище.

У надійності роботи нашої автоматизованої пакувальної лінії, нам потрібно використовувати якісне обладнання для розливу води, а саме електромагнітний клапан. Електромагнітний клапан розливу води є основним компонентом в автоматичних системах розливу води, які використовуються у промисловості, побуті та комерційних установках. Він дозволяє точно керувати потоком води і забезпечує автоматизований процес розливу.

Електромагнітний клапан зображено на (рисунку 2.5). Електромагнітний клапан розливу води складається з наступних компонентів:

– Обтічний корпус: Це основна частина клапана, яка містить всі інші компоненти. Вона забезпечує фіксацію клапана на системі розливу води і дозволяє правильно спрямовувати потік води.

– Запірний елемент: Це механізм, який відкриває та закриває шлях для потоку води. Зазвичай це є плунжер або диск, який утворює герметичне ущільнення при закритті.

– Електромагнітний котушка: Це обмотка, яка генерує електромагнітне поле, коли на неї подається електричний струм. Це поле притягує запірний елемент і відкриває шлях для потоку води. При відключенні струму, магнітне поле зникає, і запірний елемент повертається до своєї початкової позиції, закриваючи шлях для потоку.

– Клапан керування: Це пристрій для керування подачею електричного струму до електромагнітної котушки. Він може бути вбудований в клапан або розташований окремо на керуючій панелі.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		30



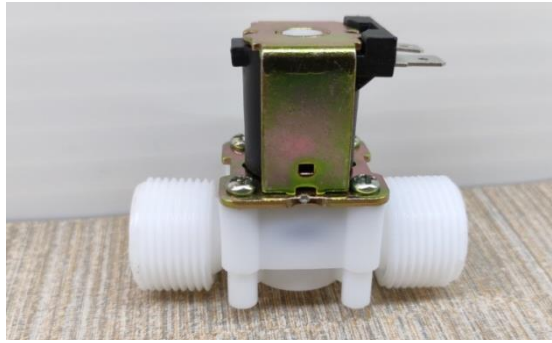


Рисунок 2.5 – Електромагнітний клапан

Принцип роботи електромагнітного клапана розливу води полягає в наступному:

– При подачі електричного струму до електромагнітної котушки створюється магнітне поле, яке притягує запірний елемент відкритого положення.

– При відкритті запірного елемента, вода може вільно протікати через клапан і подаватись у пляшку або інший контейнер.

– При відключенні електричного струму, магнітне поле зникає, і запірний елемент повертається до своєї початкової позиції під дією пружини або іншої внутрішньої сили, закриваючи шлях для потоку води.

Електромагнітні клапани розливу води мають декілька переваг, зокрема:

– Швидкість і точність: Електромагнітні клапани здатні відкриватись та закриватись дуже швидко, що дозволяє контролювати потік води з високою точністю і ефективністю.

– Автоматизація: Вони можуть бути легко інтегровані в автоматичні системи розливу води та керовані за допомогою програмного забезпечення або сенсорів, що дозволяє автоматизувати процес розливу.

– Довговічність: Електромагнітні клапани мають довгу експлуатаційну тривалість і високу стійкість до зносу, що робить їх надійними в довгостроковому використанні.

– Керованість: Вони можуть бути керовані за допомогою електричних сигналів з різними параметрами, такими як напруга або часові інтервали, що дозволяє регулювати потік води залежно від вимог і налаштувань.

#### Кінцевий перемикач

Кінцевий вимикач виявляє фізичний рух об'єкта шляхом прямого контакту з цим об'єктом. Прикладом кінцевого вимикача є вимикач, який визначає відкрите положення дверей автомобіля, автоматично вмикаючи освітлення салону, коли двері відкриваються.

«Нормальний» стан перемикача є умовою мінімального стимулу. Кінцевий вимикач буде у своєму «нормальному» стані, коли він ні з чим не контактує (тобто нічого, що торкається механізму приводу вимикача).

Кінцеві вимикачі знаходять багато застосувань у промисловості, зокрема в системах роботизованого керування та верстатних системах з ЧПК (комп'ютерне числове керування). У багатьох системах керування рухом мобільні елементи мають «домашні» позиції, де комп'ютер призначає нульове значення позиції. Наприклад, елементи керування віссю верстата з ЧПК, такого як токарний верстат або фреза, повертаються у свої «початкові» позиції під час введення в експлуатацію, щоб комп'ютер міг з упевненістю знати початкове розташування кожної деталі. Ці початкові положення визначаються кінцевими вимикачами. Комп'ютер наказує, щоб кожен серводвигун рухався повністю в одному напрямку, доки не спрацює кінцевий вимикач на кожній осі. Лічильник позицій для кожної осі скидається на нуль, як тільки відповідний кінцевий вимикач виявляє, що початкове положення було досягнуто.

У типовій конструкції кінцевого вимикача використовується важіль з роликівим наконечником для контакту з рухомою частиною. Гвинтові клеми на корпусі перемикача забезпечують точки з'єднання з NC і NO контактами всередині вимикача. Більшість кінцевих вимикачів у цій конструкції мають «загальний» термінал між контактами NC і NO, як це наведено на (рисунку 2.6).

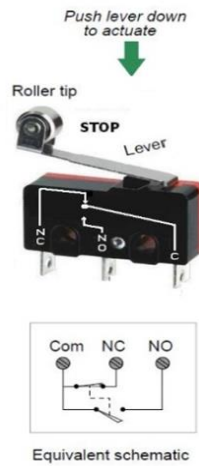


Рисунок 2.6 – Конструкція кінцевого вимикача

Таке розташування контактів перемикача іноді називають набором контактів форми С, оскільки воно включає як контакт форми А (нормально відкритий), так і контакт форми В (нормально закритий).

Вид зблизька кількох кінцевих вимикачів (використовуються на барабанному секвенсорі) показує розташування з'єднувальних клем для контактів form-C. Кожен кінцевий вимикач має власну гвинтову клему «NO» (нормально відкритий), «NC» (нормально закритий) і «C» (загальний) для підключення проводів

#### 2.4 Розробка блок-схеми алгоритму роботи лінії

Проектування будь-якої автоматизованої системи розпочинається з розробки алгоритму її роботи. Один з найефективніших способів представлення цього алгоритму є використання блок-схеми. Блок-схема графічно відображає послідовність кроків та дій, які потрібно виконати в системі. При створенні блок-схеми враховується аналіз всіх компонентів та механізмів, які будуть використовуватися на кожному етапі системи. Це дозволяє зрозуміти, як взаємодіють різні елементи системи та як вони співпрацюють для досягнення

бажаного результату. Блок-схема допомагає уточнити послідовність дій, виявити можливі проблеми та оптимізувати роботу системи перед фізичною реалізацією проекту. Головна робота автоматизованої лінії фасування повинно виконувати наступні функції: ініціалізація ПЛК, перевірка по кожній операції сенсорів, після того як визначається положення пляшки за допомогою кінцевого вимикача, потім чекає 0,5 секунди, а потім наповнює пляшку, доки ультразвуковий сенсор не визначить стан наповнення пляшки. Після того, як пляшка наповнюється, лунає звуковий сигнал і програма керування знову чекає 0,7 секунди. перед переходом до наступної пляшки. До сигналу кінцевого вимикача двигун подачі М1 працює, поки є фіксовані ролики, які несуть наповнені пляшки. Двигун М2 продовжує працювати після початку процесу

Блок-схема роботи пакувальної лінії наведена в додатку А.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

### 3. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАКУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

#### 3.1 Обґрунтування вибору ПЛК

Головним компонентом в функціональності нашої системи пакування є вибір ПЛК. Важливість програмованих логічних контролерів (ПЛК) в системі фасування полягає в їх здатності забезпечити ефективне та точне керування всіма процесами, пов'язаними з фасуванням продукції. Ось кілька ключових аспектів, що роблять ПЛК важливим елементом в системі фасування:

– Керування роботою устаткування: ПЛК забезпечує контроль за роботою різноманітних механізмів, таких як конвеєри, розливні машини, дозувальні пристрої та інші. Вони приймають сигнали з датчиків та виконують необхідні дії для забезпечення точного та ефективного фасування продукції.

– Управління процесом фасування: ПЛК дозволяє програмувати послідовність операцій фасування, включаючи відкривання та закриття клапанів, контроль рівня рідини, управління швидкістю та потоком матеріалу, запуск та зупинку устаткування тощо. Вони забезпечують точне виконання заданих параметрів фасування та забезпечують стабільність процесу.

– Моніторинг та діагностика: ПЛК забезпечує постійний моніторинг різних параметрів процесу фасування, таких як температура, тиск, об'єм, швидкість тощо. Вони також можуть виявляти несправності та аварійні ситуації, інформувати оператора про них та вживати заходів для їх вирішення. Це дозволяє забезпечити безперебійну роботу системи фасування та запобігти виникненню непередбачених ситуацій.

– Гнучкість та зручність: ПЛК можуть бути легко програмовані та переналаштовані для різних видів продукції та вимог. Вони забезпечують гнучкість у налаштуванні параметрів фасування та можуть швидко адаптуватись до змінних вимог виробництва. Крім того, їх інтерфейси забезпечують зручне керування та відображення стану процесу фасування для операторів.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		35

Загалом, ПЛК відіграють критичну роль у системі фасування, забезпечуючи точність, ефективність, стабільність та гнучкість в керуванні процесом фасування продукції. Вони допомагають забезпечити якість та надійність фасування, знижують витрати та покращують продуктивність підприємства. В даній дипломній роботі, я звернув увагу на роботу контролера компанії Siemens. Програмовані контролери сімейства Siemens є одними з найпопулярніших і широко використовуваних контролерів у сфері автоматизації та промислової автоматики. Siemens пропонує різноманітні моделі програмованих контролерів, такі як SIMATIC S7-1200, SIMATIC S7-1500, SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400 та інші, які використовуються в різних виробничих середовищах і додаткових застосуваннях. Основна важливість програмованих контролерів Siemens полягає в їх потужності, надійності і гнучкості. Ось деякі ключові аспекти, що роблять контролери Siemens важливими:

– Широкий функціонал: Контролери Siemens надають широкий набір функціональних можливостей, які дозволяють забезпечити повне управління і контроль над промисловими процесами. Вони підтримують різні комунікаційні протоколи, мають вбудовані модулі введення-виведення (I/O), можуть працювати з різними типами сенсорів і пристроїв.

– Програмованість: Siemens контролери можуть бути програмовані за допомогою мови програмування на базі стандартів IEC 61131-3, таких як мова схем логічного керування (Ladder Diagram, LD), структурна мова програмування (Structured Text, ST), функціональний блок (Function Block Diagram, FBD) та інші. Це дозволяє інженерам зручно розробляти і налагоджувати програмне забезпечення для контролерів.

– Надійність: Siemens контролери відомі своєю високою надійністю та стабільністю роботи. Вони мають вбудовані заходи безпеки і захисту, такі як захист від перенапруги, захист від короткого замикання, контроль температури то що. Це гарантує безперебійну роботу контролерів навіть у вимогливих виробничих умовах.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		36

– Широкий спектр додаткових модулів: Siemens пропонує широкий вибір додаткових модулів, таких як модулі введення-виведення, модулі комунікації, аналогові модулі, модулі спеціального призначення тощо. Це дозволяє розширити функціональність контролерів і адаптувати їх до конкретних потреб виробництва.

– Легкість у використанні та програмуванні: Siemens контролери мають дружній інтерфейс користувача, який спрощує налаштування, програмування та моніторинг процесів. Siemens також надає потужне програмне забезпечення, таке як SIMATIC STEP 7 і TIA Portal, яке дозволяє розробляти, відлагоджувати та керувати програмами для контролерів.

В цілому, програмовані контролери Siemens відіграють важливу роль у системах фасування, забезпечуючи надійне та ефективне керування процесами. Вони дозволяють знизити витрати, підвищити продуктивність та забезпечити високу якість фасування продукції.

### Siemens Logo

Siemens LOGO! є сімейством програмованих логічних контролерів (ПЛК), розроблених компанією Siemens. Вони широко використовуються у різних галузях промисловості для маломасштабних автоматизованих задач.

### Основні характеристики та особливості Siemens LOGO!:

– Компактність: PLC Siemens LOGO! мають компактні розміри, що дозволяє їх встановлювати в умовах обмеженого простору. Вони спеціально розроблені для використання у невеликих автоматизованих системах.

– Простота використання: Siemens LOGO! привертає увагу своєю простотою в налаштуванні та програмуванні. Інтуїтивний і легкий у використанні інтерфейс дозволяє операторам швидко налаштовувати та керувати системою.

– Розширені можливості: Хоча Siemens LOGO! - це компактний ПЛК, він має ряд функцій та можливостей. Він підтримує введення/виведення, аналогові сигнали, комунікаційні порти, таймери, логічні операції та багато іншого.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		37

– Надійність: Siemens відома своєю якістю та надійністю в галузі автоматизації. Siemens LOGO! не є винятком і володіє високим рівнем надійності та довговічності.

Siemens LOGO! забезпечує ефективне керування та контроль невеликих систем автоматизації. Він є популярним вибором серед інженерів та операторів завдяки своїй простоті використання та надійності. Логічні модулі LOGO! серії 0BA7 від Siemens є компактними програмованими логічними контролерами (ПЛК), які забезпечують автоматизацію малих та середніх за розмірами процесів у різних галузях промисловості.

Основні можливості та функціональність логічних модулів LOGO! 0BA7:

Керування введеннями/виведеннями: Логічні модулі LOGO! 0BA7 мають вбудовані введення та виведення, які можуть бути використані для зчитування сигналів з датчиків та керування актуаторами. Вони підтримують цифрові та аналогові сигнали, а також можуть бути розширені за допомогою модулів розширення.

Програмування: Логічні модулі LOGO! 0BA7 можуть бути програмовані за допомогою спеціального програмного забезпечення LOGO! Soft Comfort. Це середовище розробки дозволяє створювати логічні схеми та програми для керування процесами.

Вбудовані функції: LOGO! 0BA7 мають різноманітні вбудовані функції, такі як таймери, лічильники, логічні операції та математичні функції. Це дозволяє виконувати складні операції та логіку керування безпосередньо на модулі.

Комунікація: LOGO! 0BA7 підтримує різні протоколи комунікації, такі як RS485, Ethernet або модулі бездротового зв'язку. Це дозволяє взаємодіяти з іншими пристроями та системами у мережі.

Гнучкість: Логічні модулі LOGO! 0BA7 можуть бути розширені за допомогою модулів розширення, що дозволяє додатково ввести введення/виведення, аналогові сигнали або спеціальні функції в залежності від вимог конкретної системи.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38



Основні компоненти LOGO! 0BA7 включають:

Контролер (CPU): Це основна частина модуля LOGO!, яка виконує обробку логіки та керування процесами. Вона містить процесор і пам'ять для зберігання програми та даних.

Введення та виведення: LOGO! 0BA7 має різні введення та виведення для зчитування сигналів з датчиків та керування актуаторами. Цифрові введення можуть використовуватись для зчитування логічних станів (ON/OFF), а цифрові виведення для керування реле, клапанами, моторами тощо. Деякі моделі також підтримують аналогові введення/виведення для роботи з аналоговими сигналами.

Клавіші та дисплей: Багато моделей LOGO! 0BA7 мають вбудовані клавіші та дисплей, що дозволяє оператору взаємодіяти з контролером безпосередньо на місці. Це дає можливість переглядати стан системи, налаштовувати параметри та виконувати прості дії без необхідності підключення до комп'ютера.

Комунікаційні інтерфейси: LOGO! 0BA7 підтримує різні комунікаційні протоколи, такі як RS485, Ethernet, а також можливість бездротового зв'язку. Це дозволяє підключати модуль до інших пристроїв, контролерів або мереж для обміну даними та керування.

Програмне забезпечення: Для програмування та налаштування модулів LOGO! 0BA7 використовується спеціальне програмне забезпечення Siemens LOGO! Soft Comfort. Це зручне середовище розробки, яке дозволяє створювати логіку керування, конфігурувати введення/виведення, налаштовувати комунікаційні налаштування та багато іншого.

Будова контролера 0BA7 показана на (рисунок 3.1).

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39



Рисунок 3.1 – Будова контролера Siemens Logo 0BA7

Логічні модулі LOGO! 0BA7 від Siemens є потужним і гнучким рішенням для автоматизації різноманітних процесів у промисловості. Вони поєднують в собі компактність, простоту використання та широкі можливості програмування, що робить їх популярними серед інженерів та операторів.

### 3.2 Вибір та налаштування середовища програмування

На сьогоднішній день, системи автоматизації використовують програмовані логічні контролери (ПЛК), які працюють на основі спеціально розробленого програмного забезпечення. Це програмне забезпечення надає можливість керувати виконавчими механізмами, що дозволяє автоматичним установкам працювати на повну потужність. Воно забезпечує реалізацію потрібного функціоналу та контролює роботу всіх компонентів системи. Завдяки програмному забезпеченню, можливо реалізувати ефективне керування й координацію процесів на лінії виробництва, забезпечуючи її максимальну продуктивність.

Середовище розробки Logo Soft Comfort

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

Logo Soft Comfort є середовищем розробки, призначеним спеціально для програмування логічних модулів серії LOGO! з використанням компанії Siemens. Це програмне забезпечення надає зручні інструменти для створення програм для програмованих логічних контролерів LOGO!.

Logo Soft Comfort має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє розробникам легко створювати, редагувати та тестувати програми для управління виконавчими механізмами та системами автоматизації. Воно підтримує графічне програмування за допомогою блок-схеми, що полегшує процес програмування для користувачів без досвіду у програмуванні.

Завдяки Logo Soft Comfort можна створювати логіку керування, налаштовувати вхідні та вихідні параметри, реалізовувати логічні операції, умови, таймери, лічильники та інші функції, необхідні для програмування логічних модулів. Після написання програми, її можна передати на логічний модуль через різні засоби зв'язку, такі як USB або Ethernet.

Logo Soft Comfort є потужним інструментом для розробки програмного забезпечення для логічних контролерів LOGO!, що дозволяє швидко та ефективно створювати програми для автоматизації різноманітних процесів та систем.

Особливості Logo Soft Comfort, середовища розробки для програмування логічних модулів серії LOGO!, включають:

Інтуїтивний і простий інтерфейс: Logo Soft Comfort має зрозумілий і легкий у використанні інтерфейс, що дозволяє швидко освоїти середовище розробки навіть новим користувачам.

Графічне програмування: Однією з ключових особливостей Logo Soft Comfort є можливість програмування за допомогою графічних блок-схем. Це дозволяє розробникам візуально створювати та редагувати програми шляхом з'єднання блоків з різними функціями.

Велика бібліотека функціональних блоків: Logo Soft Comfort має вбудовану бібліотеку функціональних блоків, що містить різні типи логічних операцій, таймерів, лічильників, арифметичних операцій, комунікаційних

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

функцій та багато іншого. Це дозволяє розробникам швидко використовувати готові блоки та складати їх для створення бажаної логіки керування.

Симуляція програм: Logo Soft Comfort надає можливість симулювати роботу програм без фізичного підключення до логічного модуля. Це дозволяє перевірити правильність роботи програми та виявити помилки перед її завантаженням на реальний модуль.

Зручний засіб зв'язку з логічним модулем: Logo Soft Comfort підтримує різні засоби зв'язку, такі як USB або Ethernet, для передачі програм на логічний модуль та отримання даних з нього.

Інтеграція з іншими системами: Logo Soft Comfort може інтегруватись з іншими системами автоматизації, дозволяючи обмінюватися даними та зменшувати частку помилок в програмах за допомогою симуляції на ПК.

Пакет Logo Soft Comfort V8.0 здатний працювати в наступних середовищах операційних систем:

– Windows 10: Logo Soft Comfort V8.0 повністю підтримує операційну систему Windows 10, що дозволяє розробникам використовувати середовище розробки на цій платформі.

– Windows 7: Пакет Logo Soft Comfort V8.0 підтримує операційну систему Windows 7, що робить його доступним для використання на цій платформі.

– Windows Vista: Деякі користувачі можуть використовувати Logo Soft Comfort V8.0 на операційній системі Windows Vista. Програмне забезпечення може функціонувати на цій платформі, але деякі функції можуть бути обмежені.

Пакет Logo Soft Comfort може бути використаний як у клієнтських, так і у серверних додатках, і забезпечує зручність у розробці, налагодженні, документуванні та архівуванні програм для логічних контролерів Logo. Це програмне забезпечення дозволяє розробникам працювати над програмами в автономному режимі, незалежно від з'єднання з комп'ютером або контролером Logo, а також у взаємодії з ними у інтерактивному режимі. Таким чином,

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

розробники мають можливість зручно та ефективно створювати, тестувати і документувати програми для логічних контролерів Logo.

В останньому випадку зв'язок між комп'ютером і логічним контролером встановлюється:

- для Logo версії 0BA7:
- на локальному рівні безпосереднім підключенням до порту Ethernet логічного модуля ;
- дистанційно через мережу Ethernet.

Для побудови систем модемного зв'язку рекомендується використовувати 11-розрядні модеми з AT-сумісної системою команд. Наприклад, модеми типів INSYS Modem 336 4 1 або INSYS Modem 56K small INT 2.0.

#### Налаштування середовища

Налаштування середовища Logo Soft Comfort включає ряд параметрів, що дозволяють користувачеві налаштувати програмування та роботу з логічними контролерами Logo. Деякі з основних налаштувань включають:

– Вибір мови: Користувач може вибрати мову інтерфейсу для роботи з програмою. Це дозволяє зручно користуватися середовищем згідно зі своїми уподобаннями та мовними навичками.

– Налаштування з'єднання: Logo Soft Comfort дозволяє налаштовувати з'єднання з логічними контролерами Logo, що дозволяє передавати програми та отримувати дані з контролерів. Користувач може вказати тип з'єднання (наприклад, через USB або Ethernet), вибрати потрібний COM-порт або IP-адресу, а також налаштувати швидкість передачі даних.

– Налаштування вигляду та розміщення елементів інтерфейсу: Користувач може налаштувати вигляд та розміщення різних елементів інтерфейсу, таких як панель інструментів, вікна програми, палітри з елементами програмування тощо. Це дозволяє зручно організувати робоче середовище згідно зі своїми потребами та робочими звичками.

– Налаштування параметрів проекту: Користувач може налаштувати різні параметри проекту, такі як часові інтервали, вхідні та вихідні змінні, конфігурацію введення/виведення та інші. Це дозволяє настроїти програму для конкретних вимог проекту.

– Налаштування друку: Logo Soft Comfort дозволяє налаштовувати параметри друку програм, зокрема формат сторінки, розміщення тексту та символів, налаштування колірності тощо. Це дозволяє зручно друкувати програми для подальшого архівування або використання.

Існує можливість спочатку створити програму, а потім автоматично визначити, який модуль LOGO мінімально необхідний для реалізації.

Після запуску програми Logo Soft Comfort з'являється головне вікно програмування. Це велика панель, на якій можна створювати комутаційну програму.

Вона займає значну частину екрану і містить символи та з'єднання комутаційного плану.

Щоб забезпечити зручну роботу з об'ємними комутаційними планами, на панелі програмування розташовані смуги прокрутки вниз та справа.

Вони дозволяють переміщати комутаційний план у горизонтальному і вертикальному напрямках, щоб не втратити видимість всіх його елементів. Це забезпечує зручну навігацію та редагування комутаційної програми.

Допомога до елементів на панелі програмування зображена на (рисунку 3.2), ми можемо отримати з меню, викликаного клацанням по правій клавіші миші на відповідному об'єкті.

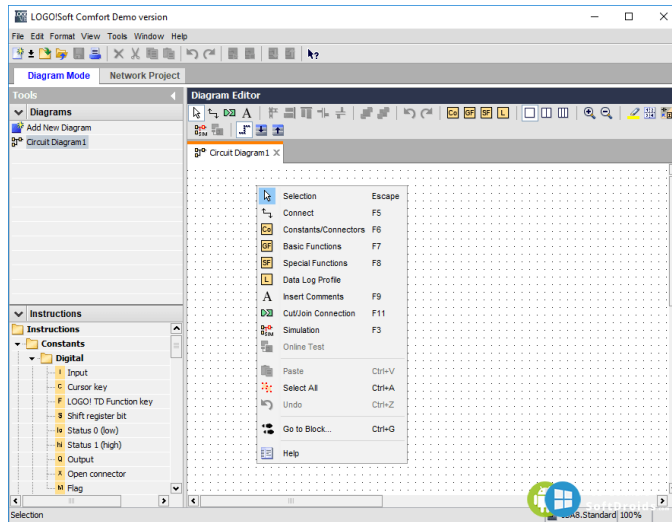


Рисунок 3.2 – Панель управління LOGO Soft Comfort

- 1- Панель меню
- 2- Стандартна панель інструментів
- 3- Інтерфейс програмування
- 4- Вікно інформації
- 5- Рядок стану
- 6- Постійні та з'єднувачі
  - Базові функції (тільки для редактора функціональних блок-схем)
  - Спеціальні функції
- 7- Панель інструментів програмування

Створення проекту:

Після того, як ми спланували проект, ми можемо приступати до його перетворенню в LOGO Soft Comfort. Для цього нам потрібно спочатку занести проектні дані в меню властивості, що бачимо на (рисунку 3.3).



Рисунок. 3.3 – Меню заповнення даних проекту

### Установка функціональних блоків

Наступним кроком є розташування необхідних функціональних блоків на панелі програмування, яке демонструється на (рисунок 3.4). У цьому процесі ми розміщуємо блоки входів, виходів, базових та спеціальних функцій на панелі.

На початку достатньо розмістити їх приблизно на вільному просторі, так щоб забезпечити зручність подальшого з'єднання. Більш точне розташування блоків можна виконати пізніше після їх з'єднання між собою.

Цей підхід дозволяє зосередитись на логіці програми та забезпечити зручну взаємодію між блоками.

При сполученні блоків діють такі правила:

- З'єднання можуть бути встановлені тільки між виходом одного блоку та входом іншого.

- Один вихід може бути підключений до кількох входів, але один вхід не може бути підключений до кількох виходів.

- Вхід та вихід не можуть бути підключені в одному програмному шляху (рекурсія). У таких випадках може використовуватися проміжний вихід або маркер.



– Спеціальні функції мають зеленого кольору входи. Вони не використовуються для з'єднання, але дозволяють встановлювати параметри.

– Аналогові входи та виходи не можуть бути підключені до дискретних входів та виходів.

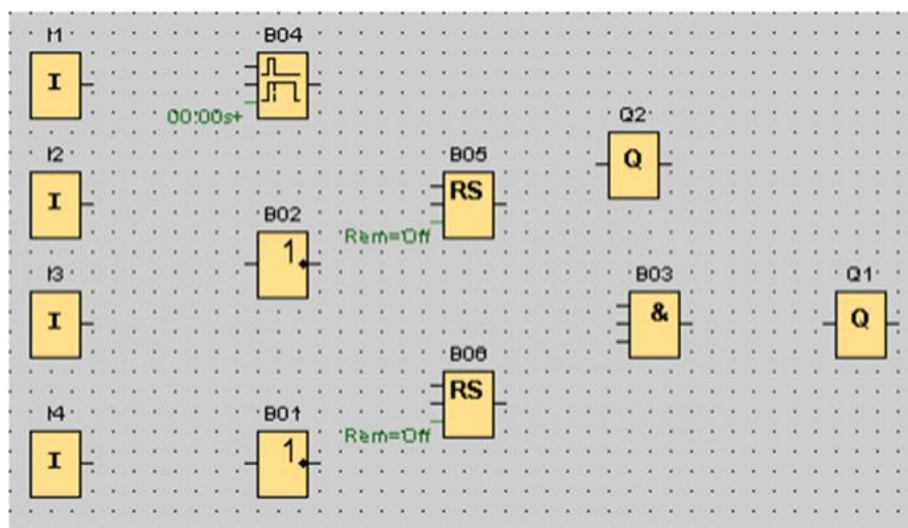


Рисунок 3.4 – Побудова функціональних блоків на мові FBD

#### З'єднання функціональних блоків

Ми з'єднуємо блоки один з одним, використовуючи з'єднувальні лінії, як це показано на (рисунку 3.5). При з'єднанні блоків, ми проводимо лінію від виходу одного блоку до входу іншого. Це дозволяє нам чітко побачити, які піни з'єднуються. Такий підхід має перевагу, оскільки забезпечує індикацію позначення пінів, які сполучаються. Це особливо зручно при з'єднанні з різними пінами функціональних блоків.

Після того, як програма готова, ми ретельно перевіряємо, чи всі блоки правильно з'єднані, і встановлюємо необхідні параметри для функціональних блоків.

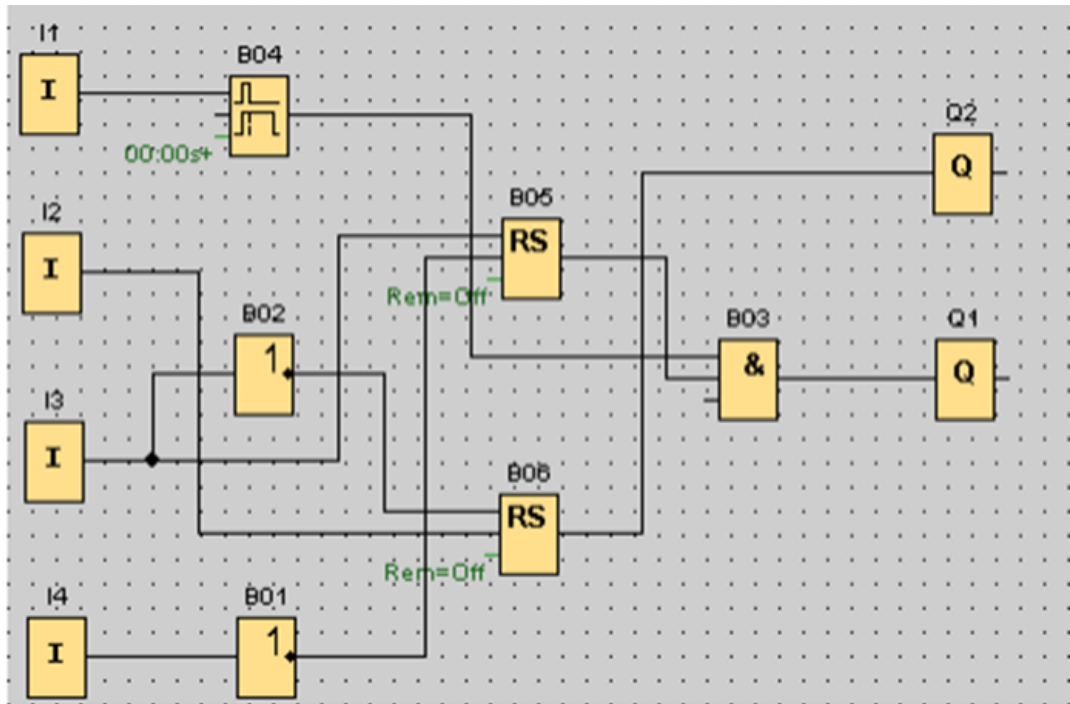


Рисунок 3.5 – З'єднання функціональних блоків

На даному (рисунок 3.6) показано весь процес створення програмного забезпечення(1), до тестування програми симулятора(2), з'єднання з контролером та онлайн тест(3) до виведення програми як документацію(4).

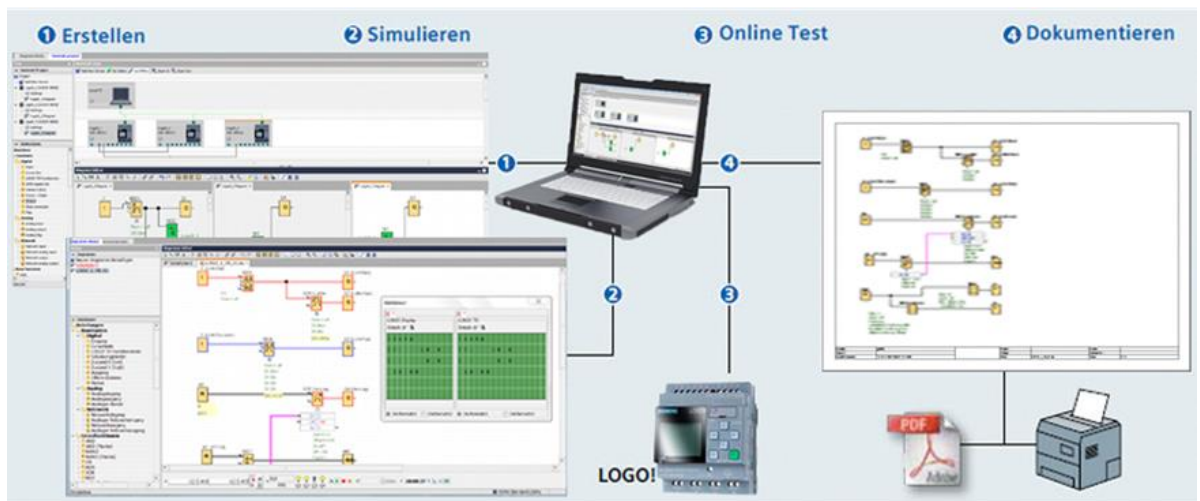


Рисунок 3.6 – Етапи розробки програмного забезпечення

Після проведення тестування програми ми можемо здійснити додаткові налаштування, перевірити реакцію системи на відключення живлення і перевірити роботу плавкострумових перемикачів і датчика тиску, які

відповідають функціям кнопок в програмі. Якщо ми бажаємо протестувати роботу схеми з використанням перемикачів замість кнопок, ми можемо змінити функції входів на перемикачі.

Перед завантаженням програми на контролер LOGO, ми зберігаємо її ще раз. Для цього ми переходимо в меню "Проект" і вибираємо відповідну команду для збереження. При цьому задаємо ім'я програми і вибираємо директорію для збереження. Також ми можемо захистити нашу програму, задавши їй пароль. Якщо ми встановимо пароль захисту, то для зміни параметрів, перегляду програми або внесення змін, нам буде потрібно ввести пароль.

Останнім кроком є завантаження нашої програми на картку пам'яті і вставлення її в роз'єм контролера. Таким чином, програма буде готова до виконання на контролері LOGO.

### 3.3 Розробка програмного забезпечення

Суть автоматизованого програмування полягає в тому, що процес створення програм для автоматичних систем виробництва або керування автоматичними пристроями здійснюється за допомогою спеціальних програмних засобів, які пропонують зручний і ефективний інтерфейс для програмістів.

Завдяки автоматизованому програмуванню, процес створення програм стає більш швидким, простим і надійним. Програмні засоби надають можливість використовувати графічні інтерфейси, блок-схеми, спеціалізовані мови програмування або інші зручні засоби для визначення логіки та функціоналу системи. Це дозволяє програмістам швидко створювати складні програми із великою кількістю функцій та взаємодій, зменшуючи можливість помилок і полегшуючи процес налагодження.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Автоматизоване програмування також сприяє підтримці і розвитку програмного коду. Зручний інтерфейс дозволяє легко редагувати, вносити зміни та модифікувати програми під час експлуатації системи. Крім того, автоматизоване програмування забезпечує можливість швидко переносити програми на інші пристрої або системи, що спрощує розширення та масштабування автоматизованих систем.

Загалом, автоматизоване програмування дозволяє ефективно використовувати ресурси програмістів, скорочувати час розробки, забезпечувати стабільність і надійність роботи системи, а також полегшує підтримку і модифікацію програмного коду. Все обладнання встановлене для роботи системи об'єднуються в єдиний механізм, що дозволяє працювати без відмов та простою у роботі. Використання комп'ютерної логіки в системі управління, яка встановлена в програмованих логічних контролерах (ПЛК), має ряд переваг. По-перше, комп'ютерна логіка ПЛК забезпечує швидкість і точність обробки сигналів. Вона може ефективно обробляти велику кількість дискретних та аналогових сигналів з високою швидкістю і точністю, що особливо важливо для автоматизованих процесів і систем управління виробництвом. По-друге, комп'ютерна логіка ПЛК є гнучкою і програмованою. Вона може бути легко програмована для виконання різних завдань і логічних операцій, що дозволяє пристосувати систему управління під конкретні потреби та вимоги процесу. Це дає можливість легко змінювати функціональність системи та вносити необхідні зміни у виробничий процес.

Крім того, комп'ютерна логіка ПЛК дозволяє забезпечити високу надійність і безпеку системи. Вона може виявляти та реагувати на помилки, включати механізми безпеки та забезпечувати контроль параметрів процесу. Загалом, використання комп'ютерної логіки в системі управління на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК) дозволяє ефективно і надійно керувати автоматизованими процесами, забезпечуючи швидкість, точність, гнучкість та безпеку в різних галузях промисловості та автоматизації. Кожен логічний елемент в системі працює на основі вхідних сигналів і виконує певну

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

логічну операцію, що залежить від його функціональності. Логічні елементи можуть бути програмовані для виконання різних логічних операцій, таких як логічне І, логічне АБО, виключне АБО, тощо. Кожний логічний елемент має свої входи, через які отримує вхідні сигнали, і вихід, через який видає результат обробки цих сигналів. Вхідні сигнали можуть бути дискретними (логічними 0 або 1) або аналоговими (змінними значеннями). При отриманні вхідних сигналів, логічний елемент виконує задану логічну операцію, яка залежить від його типу. Наприклад, логічний елемент І буде мати вихідний сигнал 1 тільки тоді, коли всі його вхідні сигнали також будуть 1. Логічний елемент АБО буде мати вихідний сигнал 1, якщо хоча б один з його вхідних сигналів буде 1. Робота логічних елементів дозволяє виконувати складні логічні операції і забезпечує логіку функціонування системи управління. Вони можуть бути поєднані в логічні схеми і каскади, що дозволяє створювати складні логічні операції і функції.

Усі логічні елементи працюють разом, оброблюючи вхідні сигнали і видаючи результат у вигляді вихідних сигналів. Це дозволяє системі управління виконувати потрібні функції, керувати процесами і забезпечувати бажану поведінку системи.

Програмування ПЛК (програмованих логічних контролерів) відрізняється від традиційного програмування у деяких аспектах. Воно використовує спеціальні мови програмування, засновані на логічних операціях та введенні-виведенні. Програми для ПЛК часто працюють в реальному часі і реагують на події миттєво. Програмування ПЛК спрямоване на керування фізичними процесами і виконується з використанням спеціальних засобів, які дозволяють забезпечити надійність та швидкість роботи системи.

Мова програмування для розробки програмного забезпечення ПЛК має свої особливості, які відповідають потребам автоматизації і керування фізичними процесами. Основні особливості мови включають:

Логічні операції: Мова програмування ПЛК використовує логічні операції, такі як AND, OR, NOT, як основу для роботи з сигналами та змінними стану.

Введення-виведення: Мова має можливості для роботи з введенням-виведенням, такими як зчитування сигналів зі сенсорів, керування виводами для керування приводами та іншими пристроями.

Часові функції: Мова має можливості для роботи з часовими функціями, такими як затримки, таймери і лічильники, для керування послідовністю дій.

Робота в реальному часі: Мова програмування ПЛК розрахована на роботу в реальному часі, де важливо забезпечити швидку відповідь на події та точність виконання операцій.

Надійність: Мова має функції для обробки помилок та виключень, а також механізми для забезпечення надійності роботи системи, включаючи контроль цілісності даних та відновлення в разі відмови.

Програмування контролера є одним із найважливіших етапів у розробці автоматичних систем управління. Цей процес включає створення програмного забезпечення, яке визначає логіку та функціональність контролера. Під час програмування контролера розробники встановлюють логіку роботи системи, визначають умови та дії, встановлюють залежності між різними компонентами системи. Вони використовують спеціальні мови програмування або графічні інтерфейси для створення програмного коду. Програми контролера виконуються на самому контролері і відповідають за прийняття рішень та керування різними процесами у системі. Вони забезпечують взаємодію зі сенсорами, виконавчими пристроями, мережевими з'єднаннями та іншими компонентами системи. Програмування контролерів SIMENS LOGO є дуже широким завданням.

Розроблене програмне забезпечення буде відповідати за керування лінією та кожного виконавчого механізму що відноситься до її роботи в повній функціональності.

Загальна схема програми роботи лінії наведена в додатку Б

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

Опишемо алгоритм роботи програми лінії пакування по частинам. В даному випадку в нас є 9 входів на 4 виходи.

Опис програми по виходах та входах для подачі пляшки є важливим кроком в розробці автоматичної системи управління для фасування пляшок.

При описі програми по входах для подачі пляшки, спочатку визначаються вхідні сигнали, які вказують на наявність пляшки на певному місці. Це можуть бути сенсори, які реагують на наявність пляшки або інші параметри, наприклад, вагу або розмір.

Потім визначаються вихідні сигнали, які відповідають за подачу пляшки. Це може бути сигнал до електромагнітного клапана або іншого механізму, який забезпечує подачу пляшки на потрібну позицію.

У програмі описуються логічні умови, за яких активується подача пляшки. Наприклад, якщо на вході виявлено наявність пляшки і виконані інші умови, програма активує вихідний сигнал для подачі пляшки.

Описуючи програму по виходах та входах для подачі пляшки, важливо врахувати всі можливі умови і переконатися, що система працює правильно та надійно. Ретельна розробка та тестування програми допоможуть забезпечити ефективну та безперебійну роботу автоматичної системи фасування пляшок.

На рисунку (3.7) розглянемо модуль , який відповідає за блок подачі пустої пляшки. На кожному вході встановлений сенсор, кожен з них виконую певну функцію роботи.

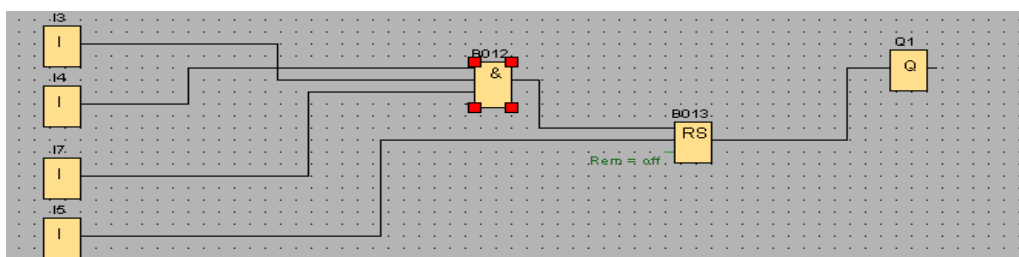


Рисунок 3.7 – Керування блоком подачі пляшок

Розглянемо детальніше функції за які відповідають входи сенсорів такі як:

- I3 - сенсор відкритої заслонки (подача пляшки з конвеєра);

- I4 - кінцевик висунутої пляшки (пляшка не висунута);
- I5 - кінцевик висунутої пляшки (пляшка висунута);
- I7 - сенсор закритого блокування пляшок (подача пляшок з конвеєра заблокована).

На рисунку (3.8) розглянемо модуль програми, який відповідає блок наповнення пляшки. Для реалізації роботи даного модуля використовують сенсори таких входів:

- I4 – сенсор наявності порожньої пляшки на фіксованих роликах;
- I5 - Нижній сенсор рівня рідини в пляшці;
- I6 - сенсор початку наповнення пляшки;
- I7 - сенсор наповнення пляшки;
- I1 – верхній сенсор рівня рідини в пляшці.

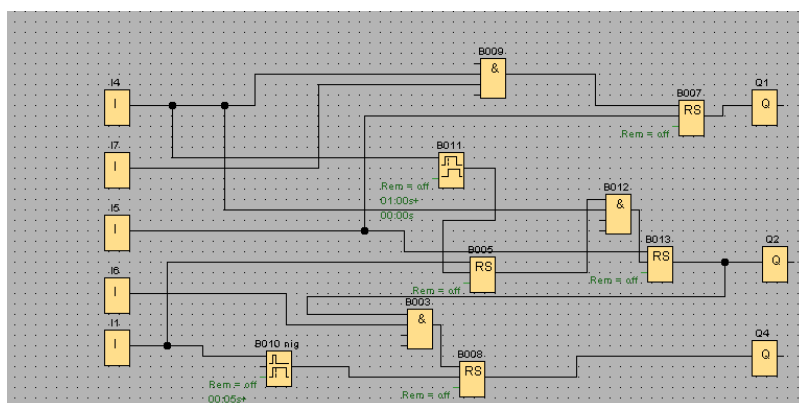


Рисунок 3.8 – Реалізація блоку формування блоку пляшок

На рисунку (3.9) розглянемо модуль програми, який відповідає за блок перенесення наповненої пляшки.

Для реалізації роботи даного модуля використовують сенсори таких входів:

- I9 - Сенсор перевірки нижнього рівня рідини в пляшці;
- I10 - Сенсор перевірки верхнього рівня рідини в пляшці;
- I3 - Сенсор відкритої заслонки (відкривається коли треба висунути пляшку);
- I4 - кінцевик висунутої пляшки (пляшка не висунута);



- I5 - кінцевик висунутої пляшки (пляшка висунута);
- I7 - Сенсор закритого блокування пляшок (подача пляшок з конвеєра заблокована).

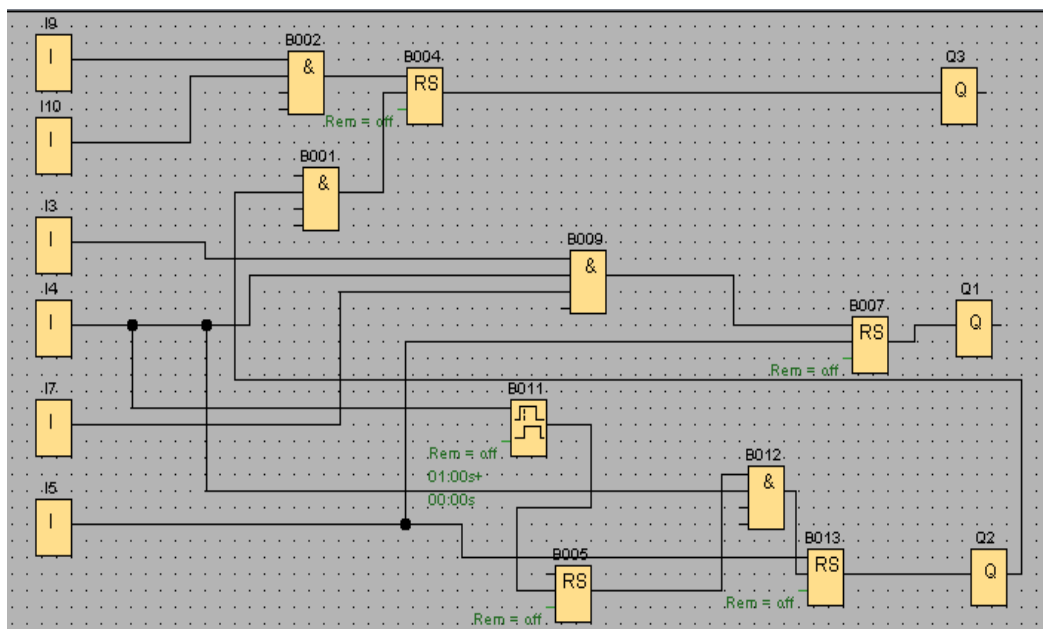


Рисунок 3.9 – Реалізація спрацювання заслонки та блокування пляшок

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Загальні положення

Охорона праці - це система заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочому місці. Головною метою охорони праці є запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням, а також покращення умов праці.

Основні принципи охорони праці включають:

Ідентифікація ризиків: оцінка ризиків пов'язаних з виконанням конкретних робіт та визначення заходів для їх усунення або зменшення.

Запобігання нещасним випадкам: встановлення безпечних методів роботи, розробка інструкцій з безпеки, надання необхідного захисного спорядження, навчання працівників правилам безпеки.

Запобігання професійним захворюванням: здійснення профілактичних заходів, включаючи контроль над виробничими факторами, такими як шум, вібрація, пил, хімічні речовини, і організацію медичних оглядів.

Підвищення свідомості та навчання: проведення навчальних курсів з охорони праці для працівників, забезпечення доступу до інформації про безпеку та правила поведінки на робочому місці.

Забезпечення відповідності нормативним вимогам: дотримання встановлених законодавством норм та правил з охорони праці.

Даний дипломний проект спрямований на управління системою пакування рідких продуктів. Ця система складається з електронних, програмованих пристроїв, які підключені до автоматів конвеєра та сенсорів відстані. Всю систему керує програмований логічний контролер, який координує та управляє всіма елементами системи.

Основними завданнями цієї системи є регулювання роботи конвеєра таким чином, щоб транспортери та автомати не були перевантажені або порожніми, а продукція пакувалась належним чином. У системі працює одна

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		56

людина біля конвеєра, яка постачає продукт для пакування, а також одна людина на виході, яка забезпечує готову продукцію, а також три механіка-наладчика на лінії.

Робота обслуговуючого персоналу конвеєра пов'язана з рядом санітарно-гігієнічних і психофізіологічних факторів, які впливають на здоров'я, працездатність та ефективність праці людини. У зв'язку з цим, важливо забезпечити відповідні санітарні умови роботи, включаючи належну вентиляцію, освітлення та контроль рівня шуму. Крім того, необхідно забезпечити працівників необхідним захисним спорядженням та навчати їх правилам безпеки для запобігання нещасним випадкам.

Таким чином, цей проект спрямований на оптимізацію процесу пакування рідких продуктів шляхом впровадження автоматизованої системи управління, що полегшує роботу персоналу та покращує умови праці, що в свою чергу призводить до покращення продуктивності та ефективності виробничого процесу. Найбільшою мірою негативний фізіологічний вплив на обслуговуючий персонал конвеєра пов'язаний з дискомфорними впливами шуму вихідного від конвеєра. Поряд з цим робота з безперервно рухомими механізмами є іноді джерелом виробничої втоми.

В процесі високоінтенсивного розумової праці у обслуговуючого персоналу системи формується нервово-психічне напруження, а в ряді випадків розвивається стан перенапруженість, яке розглядається в якості однієї з причин розвитку невротичних порушень і виникнення серцево-судинної патології.

На функціональний стан людини також негативно позначається висока або низька температура повітря. Робота, пов'язана з обслуговуванням працюючого конвеєра пов'язана з навантаженнями на різні системи організму персоналу.

Одним із заходів профілактики розвитку, як загального стомлення, так і втоми окремих органів, є правильна організація режиму праці та відпочинку при роботі.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		57

## 4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Приміщення, в якому працює програміст, має загальну площу 20м<sup>2</sup>, висоту стелі 3м. У приміщенні знаходиться 7 робочих місць з ПК. Кожне робоче місце обладнане робочим столом площею 1,2м<sup>2</sup>, стільцем та персональним комп'ютером, що складається з монітора, системного блоку, клавіатури та миші. Слід відзначити, що площа одного робочого місця оператора ПК не повинна бути меншою за 6м<sup>2</sup>, а об'єм не менший за 20м<sup>3</sup>, тобто площі та об'єму даного приміщення не вистачає для розташування 7 робочих місць операторів ПК.

Аналіз умов праці показує, що у приміщенні лабораторії на програміста можуть негативно впливати наступні фізичні та психофізіологічні фактори:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена іонізація повітря;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- нервово-психічні перевантаження (розумова перенапруга, перенапруга аналізаторів);
- фізичні перевантаження (одноманітна поза викликає статичну втому).
- 

Робота програміста за енерговитратами відноситься до категорії легких робіт Іа, Іб, тому повинні дотримуватися наступні вимоги згідно ДСН 3.3.6.042-99:

— оптимальна температура повітря 220С (допустима — 20-24 С), оптимальна відносна вологість - 40-60% (допустима - не більш 75%), швидкість руху повітря не більш 0,1 м/с.

					ДП.АКТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		58

Виміряні за допомогою приладів (психрометр Августа) температура та вологість у лабораторії відповідають вказаним у таблиці для теплого періоду року.

Розташовані у приміщенні 7 ПК являються джерелами тепловиділень, крім того для підтримання у приміщенні в холодний період року оптимальних параметрів мікроклімату використовуються нагріті поверхні опалювальної системи. Нормованим показником ІЧВ являється гранично допустима густина потоку енергії Іг.д, Вт/м<sup>2</sup>, яка встановлюється в залежності від площі опромінюваної поверхні тіла людини (S<sub>опр</sub>). Нормовані рівні складають: Іг.д =35 Вт/м<sup>2</sup> при S<sub>опр</sub> > 50%; Іг.д =70 Вт/м<sup>2</sup> при S<sub>опр</sub> ~ 25-50%; Іг.д =100 Вт/м<sup>2</sup> при S<sub>опр</sub> < 25%.

Нормованим параметром природного освітлення згідно ДБН В.2.5-28 — 2006 являється коефіцієнт природного освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Робота програміста відноситься до робіт середньої точності (IV розряд зорових робіт, мінімальний розмір об'єкту розрізнення складає 0,5- 1,0мм), для яких при використанні бокового освітлення КПО=1,5%. Для штучного освітлення нормованим параметром виступає Е<sub>мін</sub> — мінімальний рівень освітленості, та К<sub>п</sub> - коефіцієнт пульсації світлового потоку, який не повинний бути більшим ніж 20%. Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 300-500 лк.

Перевірка освітленості робочого місця програміста в лабораторії на кафедрі ЕОМ на відповідність розряду зорової роботи

За даними вимірювань (люксметр Ю-116) рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК програміста, складає 200 лк при освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО = 1%, що не відповідає нормативному КПО.

Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи, які в порівнянні з лампами розжарювання мають ряд істотних переваг:

					ДП.АКТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		59

за спектральним складом світла вони близькі до природного світла; мають підвищену світлову віддачу (у 2-5 разів вищу, ніж у ламп розжарювання); мають триваліший термін служби (до 10 тис. годин).

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 20 м<sup>2</sup>, ширина якої складає 5м, довжина — 4м, висота — 3м за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{ESKZ}{n}$$

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E - нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 300 Лк;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=20м<sup>2</sup>);

Z - відношення середньої освітленості мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z = 1,1);

K - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку K = 1,5);

n - коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін (рст.) і стелі (регелі), значення коефіцієнтів дорівнюють рст = 40% і рстелі=60%.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}$$

					ДП.АКТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де S - площа приміщення, S = 20м<sup>2</sup> ;

h-розрахункова висота підвісу, h = 2,9м;

A - ширина приміщення, A 4м;

B - довжина приміщення, B = 5м.

Підставивши значення отримаємо: i=0,77. Знаючи індекс приміщення, знаходимо n = 0,22. Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1}{0,22} = 45000 \text{ Лм}$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ 40-1, світловий потік яких F = 4320 Лм.

де N - визначуване число ламп;

F - світловий потік, F - 45000 Лм;

Fл - світловий потік однієї лампи, Fл = 4320 Лм.

$$N=45000/4320=11$$

В приміщенні використовуються світильники типу ЛПО. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 6 світильників із 12 працюючими лампами в них.

У лабораторії, де аналізувалось робоче місце програміста працює 7 ламп, тому рівень штучного освітлення не задовольняє санітарним нормам.

#### 4.2.4 Вплив шуму на програміста

Як було вказано вище, в лабораторії знаходиться сім робочих місць з ПК, кожне з яких устатковане монітором, вінчестером в системному блоці, трьома вентиляторами системи охолодження ПК та клавіатурою. Крім того поряд працює периферійна техніка. Таким чином у приміщенні мають місце шуми механічного і аеродинамічного походження, широкосмугові із аперіодичним підсиленням при роботі принтерів. Орієнтовні еквівалентні рівні звукового тиску джерел шуму, що діють на програміста на його робочому місці, представлені в таблиці 4.1. Допустимий еквівалентний рівень шуму для

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		61

робочого місця програміста складає 50 дБА. Розрахуємо середній рівень шуму на робочому місці оператора при роботі всієї вказаної техніки.[14]

Таблиця 4.1 - Рівні звукового тиску від різних джерел

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск	45
Вентилятор	45
Принтер матричний	55
Сканер	50

Рівень шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, що працюють одночасно, підраховується на підставі принципу енергетичного підсумовування рівня інтенсивності окремих джерел:

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

де  $L_i$  - рівень звукового тиску  $i$ -го джерела шуму;

$n$  — кількість джерел шуму.

Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду устаткування у формулу, отримаємо:

$$L = 10 \lg(104,5 + 104,5 + 105,5 + 105,0) = 44,2 \text{ дБ.}$$

За наявності декількох джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності  $L_i$  загальний рівень шуму визначають за формулою:  $L = L_i + 10 \lg n$ . У нашому випадку таких джерел сім, отже загальний рівень шуму буде визначатися так:

$$L = 44,2 + 10 \lg 7 = 52,7 \text{ дБ.}$$

Розраховане значення середнього рівня шуму перевищує гранично допустимий рівень шуму для робочого місця програміста, тобто слід передбачити заходи по зниженню рівня шуму.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору комп'ютера представлені в таблиці 4.2. Нормованим параметром невикористаного рентгенівського випромінювання виступає потужність експозиційної дози. На відстані 5 см від поверхні екрану



монітору її рівень не повинен перевищувати 100 мкР/год. Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці програміста зазвичай не перевищує 20 мкР/год.

На відстані 5-10 см від екрана і корпусу монітора рівні напруженості можуть досягати 140 В/м по електричній складовій, що значно перевищує допустимі значення.[15]

Приміщення лабораторії за небезпекою ураження електричним струмом можна віднести до 1 класу, тобто це приміщення без підвищеної небезпеки (сухе, без пилу, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів).

На робочому місці програміста з всього устаткування металевим є лише корпус системного блоку комп'ютера, але тут використовуються системні блоки, що відповідають стандартам фірми ІВМ, у яких крім робочої ізоляції передбачений елемент для заземлення і провід з жилою, що заземлює, для приєднання до джерела живлення.

Основні причини ураження людини електричним струмом на робочому місці:

- дотик до металевих неструмоведучих частин (корпусу, периферії комп'ютера), що можуть\* виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції;
- нерегламентоване використання електричних приладів;
- відсутність інструктажу співробітників з правил електробезпеки.

На протязі роботи на корпусі комп'ютера накопичується статична електрика. На відстані 5-10 см від екрана напруженість електростатичного поля складає 60-280 кВ/м, тобто в 10 разів перевищує норму 20 кВ/м [16].

Оцінка напруженості праці здійснювалась на підставі обліку всіх наявних значущих показників, які можуть перевищувати нормативні рівні.

Розподіл функцій за ступенем складності завдання — належить до класу 2 (обробка, виконання завдання та його перевірка). Характер виконуваної роботи - належить до класу 2 (робота за встановленим графіком з можливим його

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		63

коректуванням у ході діяльності). Навантаження на зоровий аналізатор (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), при тривалості зосередженого спостереження (% часу зміни) - належить до класу 2 (5,0-1,1мм більше 50 % часу; 1,0-0,3мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25 %). Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) - належить до класу 3.2 (більше 4 годин). Монотонність праці. Кількість елементів (приймів, необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово) — належить до класу 3.1 (5-3 прийоми). Режим праці (фактична тривалість робочого дня (год.) - належить до класу 1 (6-7 годин). Наявність регламентованих перерв та їх тривалість — належить до класу 2 (перерви регламентовані, недостатньої тривалості: від 3 % до 7 % часу зміни). Отже робоче місце за показниками напруженості трудового процесу відноситься до класу 3.1 - Шкідливий (напружена праця) [15].

Важкість праці. Оцінка важкості праці здійснюється на підставі обліку всіх наявних значущих показників. При цьому спочатку встановлюється клас кожного із вимірюваних показників, а кінцева оцінка важкості праці встановлюється за показником, який має найвищий ступінь важкості.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) - належить до класу 1 (до 20000). При загальному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового поясу) — належить до класу 1 (до 10000). Робоча поза Щ належить до класу 2 (періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом) тулуба, незручним розташуванням кінцівок та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25 % часу зміни.) Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну - належить до класу 1 (до 50). Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км: по горизонталі - належить до класу 1 (до 4). По вертикалі - належить до класу 1 (до 2). Отже робоче місце за показниками важкості трудового процесу відноситься до класу 2 - Допустимий, середнє фізичне навантаження [16].

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		64

#### 4.3 Розробка заходів з охорони праці

Після проведення аналізу робочого місця програміста в лабораторії було з'ясовано, що воно не відповідає встановленим вимогам. Також у результаті аналізу були виявлені порушення в організації безпосередньо самого робочого місця програміста. У зв'язку з цим пропонується організувати робоче місце програміста наступним способом:

- висота над рівнем підлоги робочої поверхні, на якій працює програміст, повинна складати 720 мм. Бажано, щоб робочий стіл при необхідності можна було регулювати по висоті в межах 680-780 мм;

- оптимальний розмір поверхні столу 1600 x 1000 мм . Під столом повинен бути простір для ніг з розмірами по глибині 650 мм. Робочий стіл оператора повинен також мати підставку для ніг, розташовану під кутом 150 до поверхні столу. Довжина підставки - 400 мм, ширина -350 мм. Відстань клавіатури від краю столу повинна бути не більш 300 мм, що забезпечить програмісту зручну опору для передпліччя. Відстань між очима й екраном монітору повинне складати 40-80см;

- робочий стілець програміста повинен бути оснащений підйомно-поворотним механізмом. Висота сидіння повинна регулюватися в межах 400-500 мм. Глибина сидіння повинна складати не менш 380 мм, а ширина - не менш 400 мм. Висота опорної поверхні спинки не менш 300 мм, ширина - не менш 380 мм. Кут нахилу спинки стільця до площини сидіння повинен змінюватися в межах 90 -110°. Виходячи з результатів аналізу важкості та напруженості праці пропоную скоротити час роботи за комп'ютером, робити перерви сумарний час яких повинен складати 50 хвилин при 8-ми годинній зміні [15].

Для забезпечення оптимальних умов у лабораторії незалежно від зовнішніх факторів, таких як температура, вологість, чистота і рух повітря, використовуються системи водяного опалення та кондиціонування повітря.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		65

У холодний час року використовується водяне опалення, яке дозволяє підтримувати комфортну температуру в лабораторії. Система водяного опалення працює шляхом нагрівання води та циркуляції її через радіатори або підлогове опалення. Це дозволяє рівномірно розподілити тепло по приміщенню та підтримувати стабільну температуру, що є важливим для багатьох лабораторних процесів та збереження чутливих матеріалів.

У теплий час року застосовується кондиціонування повітря, щоб забезпечити оптимальні умови в лабораторії. Кондиціонування повітря включає в себе використання системи кондиціонера, яка здатна охолоджувати повітря, контролювати вологість та забезпечувати чистоту. Це дозволяє утримувати стабільну температуру і вологість в межах необхідних значень, що важливо для деяких дослідницьких процедур і збереження чутливих зразків або обладнання.

Використання цих систем дозволяє забезпечити постійні та стабільні умови в лабораторії, що є критично важливим для точності досліджень та ефективності роботи.

Під час аналізу освітлення на робочому місці програміста було встановлено, що воно не відповідає встановленим нормам, тому для покращення умов праці рекомендуємо збільшити рівень загальної освітленості приміщення шляхом встановлення 5 додаткових ламп.

Також для підтримки запроєктованого освітлення у чистому виді необхідно скласти графік, де передбачити очищення віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік.

Як міри по зниженню шуму можна запропонувати:

- облицювання стелі і стін звукопоглинаючим матеріалом (знижують шум на 6-8 дБ);
- екранування робочого місця (постановкою перегородок, діафрагм);
- установка в комп'ютерних приміщеннях устаткування, що робить мінімальний шум;
- раціональне планування приміщення.

Для зменшення шуму в аналізованій лабораторії пропоную використовувати замість матричного принтера, що створює багато шуму, більш тихий - лазерний принтер.

Електробезпе́чність - це поняття, яке описує стан системи або пристрою, що забезпечує захист від ризиків, пов'язаних з електричним струмом. Вона охоплює заходи, які вживаються для запобігання ураженням електричним струмом, пожежам та іншим небезпечним ситуаціям, пов'язаним з електроенергією.

Основні принципи електробезпеки включають:

**Відокремлення:** забезпечення відокремлення електричних джерел від працівників або недопущення доступу до небезпечних ділянок установок. Це може включати використання захисних огорожень, перешкод, знаків та інших заходів для фізичного розділення.

**Заземлення:** створення надійного заземлення для спрямування струму у землю і запобігання ураженню людей або пошкодженню обладнання. Заземлення використовується для зниження потенціалу до безпечного рівня.

**Захисні засоби:** використання захисних пристроїв, таких як ізоляційні перчатки, окуляри, шоломи, захисні одяг, переключачі пристрої, пристрої для автоматичного відключення живлення (АВЗ), а також захисні екранування.

**Правильна експлуатація та обслуговування:** регулярна перевірка і технічне обслуговування обладнання, правильне виконання монтажних і підключальних робіт, дотримання інструкцій та нормативних вимог.

**Навчання та свідомість:** проведення навчання з електробезпеки для працівників, своєчасне ознайомлення з процедурами та правилами безпеки, свідоме ставлення до ризиків і відповідальне виконання вимог безпеки.

Електробезпе́чність є важливим аспектом у всіх галузях, де використовується електрична енергія, включаючи промисловість, будівництво, лабораторії та побутові приміщення. Виконання вимог електробезпеки допомагає знизити ризик нещасних випадків, зберегти життя та здоров'я людей та запобігти матеріальним збиткам.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		67

Електробезпеку у приміщенні лабораторії пропоную забезпечити наступними технічними способами і засобами захисту:

- для зменшення накопичення статичної електрики застосовувати зволожувачі і нейтралізатори, антистатичне покриття підлоги;
- забезпечити приєднання металевих корпусів устаткування до жили, що заземлює. Заземлення корпусу ПК забезпечити підведенням жили, що заземлює, до розеток. Опір заземлення 4 Ом, згідно (ПУЗ) для електроустановок з напругою до 1000 В.

Також організаційними заходами:

- своєчасне проведення інструктажів з техніки безпеки;
- заборонених використання непередбачених у лабораторії електричних приладів, таких як електричні чайники, обігрівачі.

#### 4.4 Пожежна безпека

Пожежна безпека - це сукупність заходів і правил, спрямованих на запобігання виникненню пожеж, а також на захист людей, майна та навколишнього середовища у разі пожежі. Основна мета пожежної безпеки полягає в забезпеченні безпеки в разі пожежі шляхом запобігання виникненню пожежі, швидкого виявлення пожежі, швидкого та безпечного евакуації людей, а також усунення вогневих загроз та ліквідації пожежі.

Основні принципи пожежної безпеки включають:

Попередження пожеж: встановлення систем пожежної сигналізації, пожежних датчиків, систем автоматичного пожежогасіння та інших пристроїв, які сприяють ранньому виявленню пожежі та наданню сигналу про неї.

					ДП.АКТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		68

Пожежний захист будівель: встановлення вогнестійких матеріалів, ізоляції та конструкцій, які запобігають швидкому поширенню вогню та забезпечують стійкість будівельних елементів під час пожежі.

Евакуація: розробка планів евакуації, встановлення шляхів виходу, позначення навігаційних знаків, тренування персоналу з практичними навичками евакуації в разі пожежі.

Пожежогасіння: розташування вогнегасників у доступних місцях, навчання персоналу використовувати вогнегасники та інші засоби пожежогасіння, встановлення систем автоматичного пожежогасіння та систем гасіння.

Пожежні норми та стандарти: дотримання вимог пожежних норм та стандартів, включаючи правила щодо використання електрообладнання, обслуговування електричних систем, зберігання легкозаймистих матеріалів та ін.

Навчання та свідомість: проведення навчання з пожежної безпеки для працівників, свідоме ставлення до пожежних ризиків, правильне поводження з вогнем, знання процедур та дій у разі пожежі.

Врахування цих принципів пожежної безпеки допомагає запобігти пожежам, забезпечити швидку реакцію в разі пожежі та мінімізувати її наслідки для життя людей, майна та довкілля.

Ступінь вогнестійкості будинків приймається в залежності від їхнього призначення, категорії по вибухопожежній і пожежній небезпеці, по поверховості, площі поверху в межах пожежного відсіку згідно НАПБ Б.03.002-2007.

По конструктивних характеристиках будинків можна віднести до будинків з несучими і огорожуючими конструкціями із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону, де для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також плитними матеріалами.

					ДП.АКТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		69

Отже, ступінь вогнестійкості будинку можна визначити як третю (III). Приміщення лабораторії по функціональній пожежній небезпеці відноситься до класу Ф 4.2 - вищі навчальні заклади, установи підвищення кваліфікації.

Пожежа в лабораторії, може привести до дуже несприятливих наслідків (втрата коштовної інформації, псування майна, загибель людей і т.д.), тому необхідно: виявити й усунути всі причини виникнення пожежі; розробити план заходів для ліквідації пожежі в будинку; план евакуації людей з будинку.

Причинами виникнення пожежі можуть бути:

- несправності електропроводки, розеток і вимикачів які можуть привести до короткого замикання або пробоя ізоляції;
- використання ушкоджених (несправних) електроприладів;

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



## ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті було розглянуто автоматизовану систему керування лінією управління розфасовки рідких продуктів. Розробка системи автоматизованого фасування для даної технологічної лінії має багато переваг і особливостей. Було виконано аналіз основних стадій виробництва, визначено параметри та роботу системи пакування води. Для автоматизації були вибрані технічні засоби і розроблено структурну та функціональну схеми системи керування, а також алгоритм їх роботи.

Результатом розробки є блок-схема роботи та програма системи автоматизованого пакування. Ця система дозволяє замінити функції людини виробничими механізмами і пристроями, які виконують керування та контроль за роботою лінії. Автоматизація всіх операцій у технологічному процесі та конструкції пакувальної лінії сприяє розвитку машинних технологій і промисловості випуску продукції.

Оптимальний вибір програмного середовища та аналіз його роботи з контролером, що відповідає за основну роботу системи, дав змогу розробляти програмне забезпечення. В даному випадку програма виконується на мові FBD.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		71

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. D Aman Kumar, "Application of IoT and Machine Learning in Agriculture", International Journal of Research and Technology, vol. 9, July 2020.
2. G Archana, N Dharmil, N Pratiksha and S Atharva, "Smart Crop Prediction using IoT and Machine Learning", International Journal of Engineering Research and Technology NTASU 2020, 2021.
3. M Manikrao, S Manish, S Anjali, S Divya and K Monika, "Agricultural crop recommendation system using IoT and M.L", International Journal of Analytical and Experimental Model Analysis, June 2020.
4. R. Pallavi, R. B. Vinitha, K. Rishita and K. Pranavi, "Crop Monitoring and Recommendation System using Machine Learning and IoT", International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol. 9, no. 9, July 2020.
5. Narendiran Radhika, "Kind of Crops and Small Plants Prediction using IoT with Machine Learning", International Journal of Computer & Mathematical Sciences, April 2018.
6. H Rani, P Pooja, P Padmaja, S Saurabh and J Hrushikesh, "IOT based Crop Recommendation Crop Disease Prediction and its solution", International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 7, no. 10, October 2020.
7. G Rushika, K Juilee, M Pooja, N Sachee and R Priya, "Prediction of Crop Yield using Machine Learning", International Research Journal of Engineering and Technology, February 2018.
8. T Raghav, A Bhagavatula, S Aashish, J Drishti, B Natesh and S Varshini, "Smart Management of Crop Cultivation using IOT and Machine Learning", International Research Journal of Engineering and Technology, November 2018.

									Арк.
									72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ				

9. Lina Sun, Rajiv Kumar Gupta and Amit Sharma, "Review and potential for artificial intelligence in healthcare", International Journal of System Assurance Engineering and Management, vol. 13, no. Suppl 1, pp. 54-62, 2022.
10. Rajeev Kapoor, Variender Kadyan and Sachin Ahuja, "Weight based-artificial neural network (W-ANN) for predicting dengue using machine learning approach with Indian perspective", Int J Sci Technol Res, vol. 9, pp. 3290-8, 2020.
11. S. B. G. T. Babu and C. S. Rao, "Statistical Features based Optimized Technique for Copy Move Forgery Detection", 2020 11th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT 2020, 2020.
12. Zar Kyi Win and Tin Tin New, "PLC Based Automatic Bottle Filling and Capping System", International Journal of Trend in Scientific Research and Development, vol. 3, no. 6, October 2019.
13. B. Kalidasan, J. Ben Ajai Raja, M. Giri Gowtham and M. Kadeesh, "Automatic Bottle Filling Machine", International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 5, no. 3, Mar 2018.
14. M. Carvalho, B. L. Saux, P. Trouvé-Peloux, A. Almansa and F. Champagnat, "Deep depth from defocus: How can defocus blur improve 3D estimation using dense neural networks?", Proc. ECCV Workshops, pp. 307-323, 2019.
15. S. Gur and L. Wolf, "Single image depth estimation trained via depth from defocus cues", Proc. IEEE/CVF Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), pp. 7683-7692, Jun. 2019
16. R. Hurtado-Pérez, C. Toxqui-Quitl, A. Padilla-Vivanco, J. F. Aguilar-Valdez and G. Ortega-Mendoza, "Focus measure method based on the modulus of the gradient of the color planes for digital microscopy", Opt. Eng., vol. 57, no. 2, pp. 1, Feb. 2018.
17. U. Nadeem, S. A. A. Shah, F. Sohel, R. Togneri and M. Bennamoun, "Deep learning for scene understanding" in Handbook Deep Learning

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк. 73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Application Smart Innovation System Technologies, Cham, Switzerland:Springer, vol. 136, pp. 21-51, 2019.

18. C. Liu, J. Yang, D. Ceylan, E. Yumer and Y. Furukawa, "PlaneNet: Piece-wise planar reconstruction from a single RGB image", Proc. IEEE/CVF Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., pp. 2579-2588, Jun. 2018.

19. T. Pitkäaho, A. Manninen and T. J. Naughton, "Focus prediction in digital holographic microscopy using deep convolutional neural networks", Appl. Opt., vol. 58, no. 5, pp. A202, 2019.

20. T. Ivanov, A. Kumar, D. Sharoukhov, F. Ortega and M. Putman, "DeepFocus: A deep learning model for focusing microscope systems", Proc. SPIE, vol. 11511, Aug. 2020.

21. ISO/IEC, 22989: 2022-07, "Information technology — Artificial intelligence — Artificial intelligence concepts and terminology", [online] Available: <https://www.iso.org/standard/74296.html>.

22. S. Saidi, D. Ziegenbein, J. V. Deshmukh and R. Ernst, "Autonomous Systems Design: Charting a New Discipline", IEEE Design & Test, vol. 39, no. 1, pp. 8-23, Feb. 2022.

23. Aditya Akundi and Mark Reyna, "A Machine Vision Based Automated Quality Control System for Product Dimensional Analysis", Procedia Computer Science, vol. 185, pp. 127-134, 2021.

24. Ridvan Ozdemir and Mehmet Koc, "A quality control application on a smart factory prototype using deep learning methods", 2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), vol. 1, 2019.

25. Jing Yang et al., "Using deep learning to detect defects in manufacturing: a comprehensive survey and current challenges", Materials, vol. 13, no. 24, pp. 5755, 2020.

26. M. Z. Alom, T. M. Taha, C. Yakopcic, S. Westberg, P. Sidike, M. S. Nasrin, et al., "A State-of-the-Art Survey on Deep Learning Theory and Architectures", Electronics, vol. 8, pp. 292, 2019.

27. Y. WU, H.-N. DAI and H. TANG, "GRAPH NEURAL NETWORKS FOR ANOMALY DETECTION IN INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS", IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, vol. 9, no. 12, pp. 9214-9231, JUNE 2022.
28. R. A. Khalil, N. Saeed, M. Masood, Y. M. Fard, M.-S. Alouini and T. Y. Al-Naffouri, "Deep Learning in the Industrial Internet of Things: Potentials Challenges and Emerging Applications", IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 14, pp. 11016-11040, July 2021.
29. L. Ji, S. He, W. Wu, C. Gu, J. Bi and Z. Shi, "Dynamic Network Slicing Orchestration for Remote Adaptation and Configuration in Industrial IoT", IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 6, pp. 4297-4307, June 2022.
30. S. K. Jagatheesaperumal, M. Rahouti, K. Ahmad, A. Al-Fuqaha and M. Guizani, "The Duo of Artificial Intelligence and Big Data for Industry 4.0: Applications Techniques Challenges and Future Research Directions", IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 15, pp. 12861-12885, Aug. 2022.
31. Y. Wu, H.-N. Dai, H. Wang, Z. Xiong and S. Guo, "A Survey of Intelligent Network Slicing Management for Industrial IoT: Integrated Approaches for Smart Transportation Smart Energy and Smart Factory", IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 24, no. 2, pp. 1175-1211, Secondquarter 2022.
32. S. Misra, C. Roy, T. Sauter, A. Mukherjee and J. Maiti, "Industrial Internet of Things for Safety Management Applications: A Survey", IEEE Access, vol. 10, pp. 83415-83439, 2022.
33. W. Wang, Y. Zhang, J. Gu and J. Wang, "A Proactive Manufacturing Resources Assignment Method Based on Production Performance Prediction for the Smart Factory", IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 1, pp. 46-55, Jan. 2022.

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Эм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		75

34. T. Ruppert and J. Abonyi, "Industrial Internet of Things based cycle time control of assembly lines", 2018 IEEE International Conference on Future IoT Technologies (Future IoT), pp. 1-4, 2018.
35. T. Qiu, J. Chi, X. Zhou, Z. Ning, M. Atiquzzaman and D. O. Wu, "Edge Computing in Industrial Internet of Things: Architecture Advances and Challenges", IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 22, no. 4, pp. 2462-2488, Fourthquarter 2020.
36. J. Franco, A. Aris, B. Canberk and A. S. Uluagac, "A Survey of Honeypots and Honeynets for Internet of Things Industrial Internet of Things and Cyber-Physical Systems", IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 23, no. 4, pp. 2351-2383, Fourthquarter 2021.
37. S. Al-Sarawi, M. Anbar, R. Abdullah and A. B. Al Hawari, "Internet of Things Market Analysis Forecasts 2020–2030", 2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems Security and Sustainability (WorldS4), pp. 449-453, 2020.
38. S. Forsström, I. Butun, M. Eldefrawy, U. Jennehag and M. Gidlund, "Challenges of Securing the Industrial Internet of Things Value Chain", 2018 Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, pp. 218-223, 2018.
39. S.-H. Lee, T. Yang, T. -S. Kim and S. Park, "TTGN: Two-Tier Geographical Networking for Industrial Internet of Things With Edge-Based Cognitive Computing", IEEE Access, vol. 10, pp. 22238-22246, 2022.
40. P. Zheng et al., "Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework scenarios and future perspectives", Frontiers of Mechanical Engineering, vol. 13, no. 2, pp. 137-150, 2018.
41. G. Fortino, F. Messina, D. Rosaci, G. M. L. Sarne and C. Savaglio, "A Trust-Based Team Formation Framework for Mobile Intelligence in Smart Factories", IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 9, pp. 6133-6142, 2020.
42. S. Zaman, H. Tauqeer, W. Ahmad, S. M. Adnan Shah and M. Ilyas, "Implementation of Intrusion Detection System in the Internet of Things: A

					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000 ПЗ	Арк.
Эм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		76

Survey", 2020 IEEE 23rd International Multitopic Conference (INMIC), 2020.

43. S. Pundir, M. Wazid, D. P. Singh, A. K. Das, J. J. P. Rodrigues and Y. Park, "Intrusion Detection Protocols in Wireless Sensor Networks Integrated to the Internet of Things Deployment: Survey and Future Challenges", IEEE Access, vol. 8, pp. 3343-3363, 2020.

44. K. A. P. da Costa, K. A. P. da Costa, J. P. Papa, C. O. Lisboa, R. Munoz and V. H. C. de Albuquerque, "Internet of Things: A survey on machine learning-based intrusion detection approaches", Computer Networks, vol. 151, pp. 147-157, 2019.

45. M. F. Elrawy, A. I. Awad and H. F. A. Hamed, "Intrusion detection systems for IoT-based smart environments: a survey", Journal of Cloud Computing, vol. 7, no. 1, 2018.

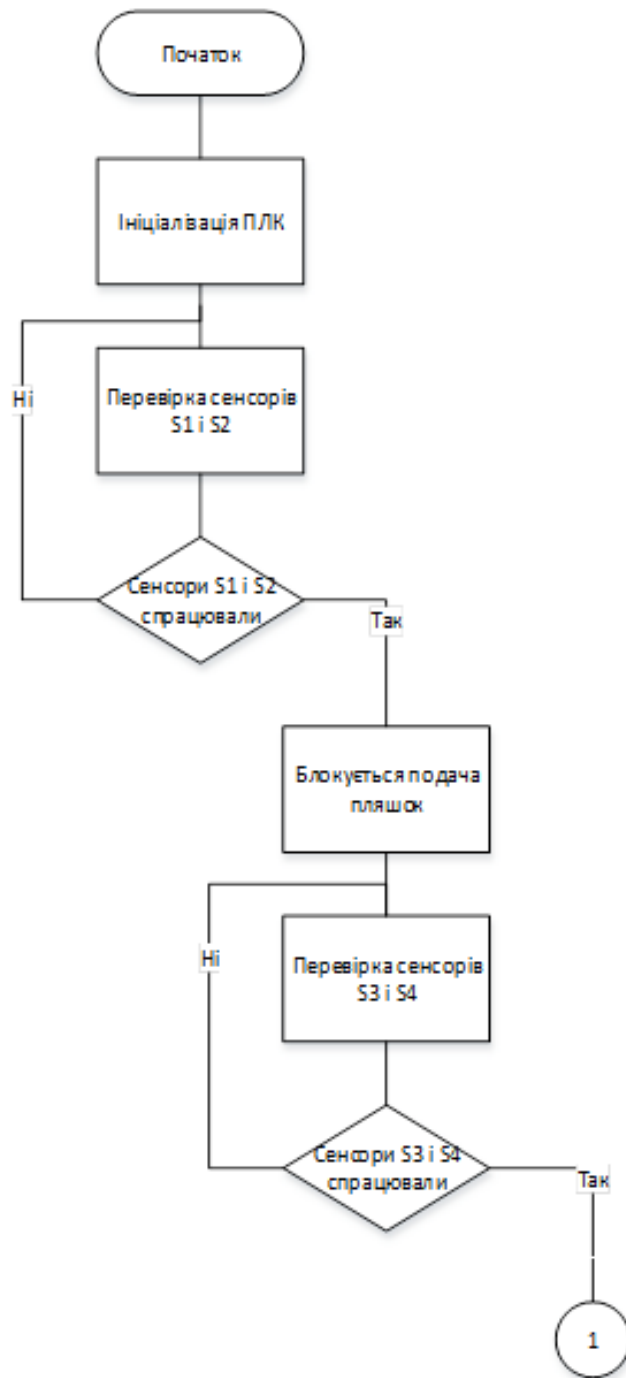
46. L. Santos, C. Rabadao and R. Goncalves, "Intrusion detection systems in the Internet of Things: A literature review", 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2018.

47. S. Hajiheidari, K. Wakil, M. Badri and N. J. Navimipour, "Intrusion detection systems in the Internet of things: A comprehensive investigation", Computer Networks, vol. 160, pp. 165-191, 2019.

48. M. Kravchik and A. Shabtai, "Detecting Cyber Attacks in Industrial Control Systems Using Convolutional Neural Networks", Proceedings of the 2018 Workshop on Cyber-Physical Systems Security and PrivaCy, 2018.

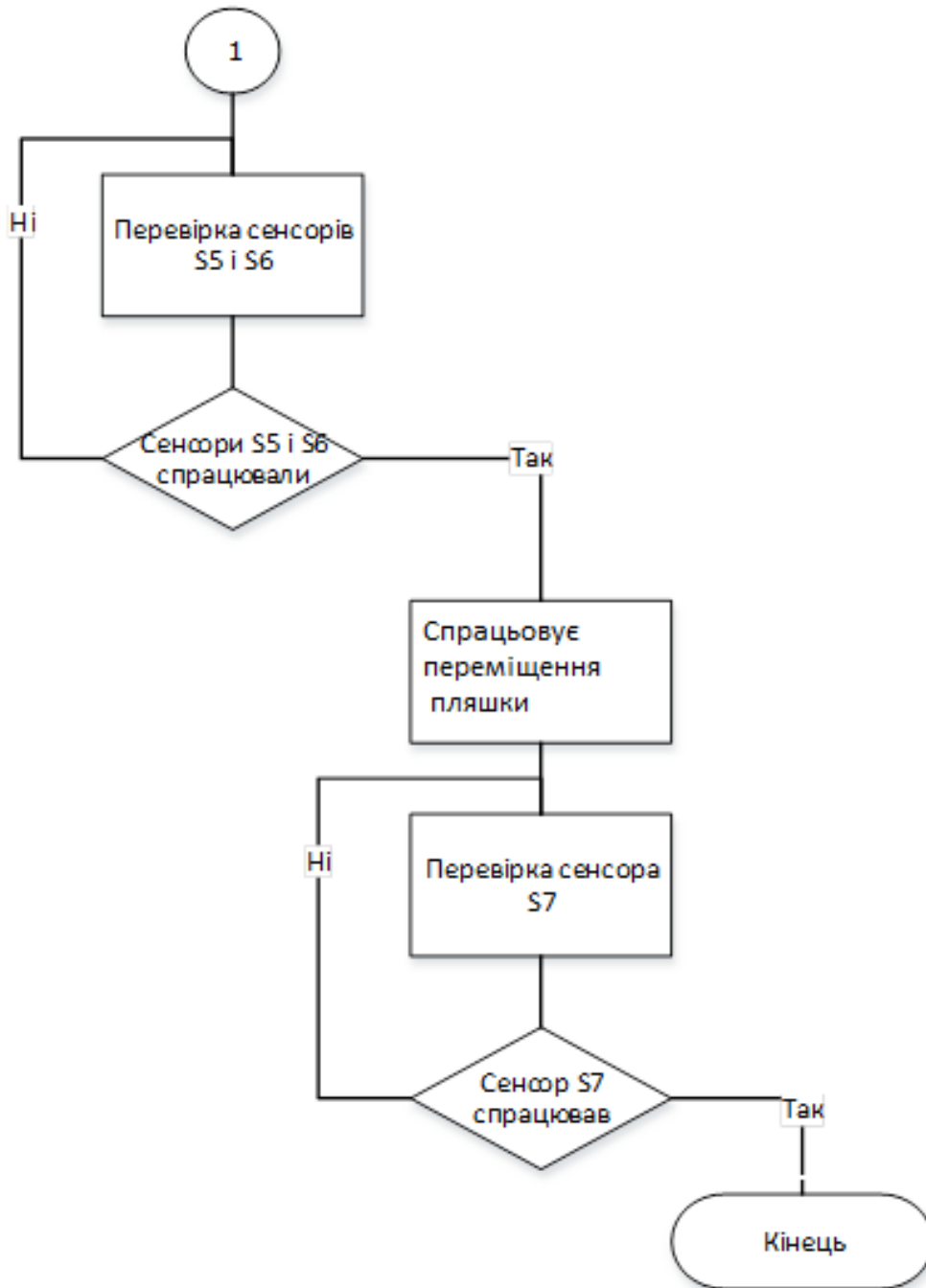
49. J. Shu, L. Zhou, W. Zhang, X. Du and M. Guizani, "Collaborative Intrusion Detection for VANETs: A Deep Learning-Based Distributed SDN Approach", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 22, no. 7, pp. 4519-4530, 2021.

50. Y. Otoum and A. Nayak, "AS-IDS: Anomaly and Signature Based IDS for the Internet of Things", Journal of Network and Systems Management, vol. 29, no. 3, 2021.



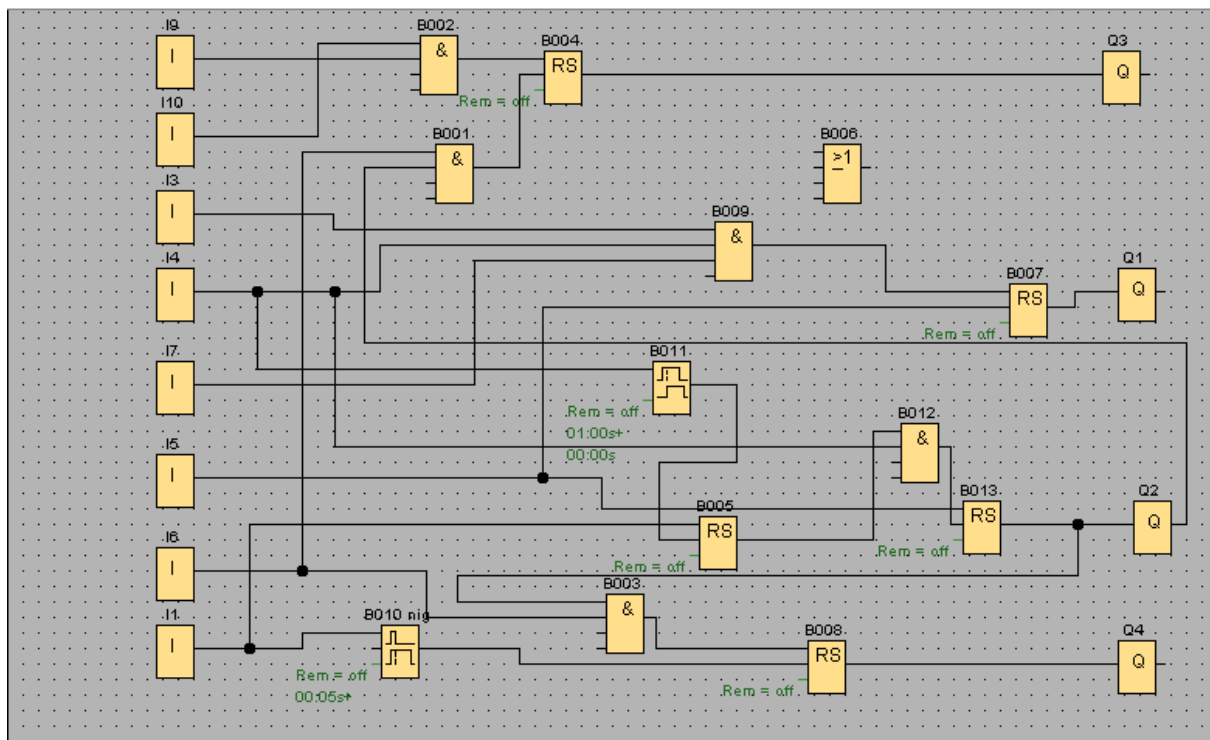
					ДП.АКІТ.8091611.00.00.000.С1			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мірута М. Ю.			Блок - схема алгоритму роботи лінії	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заставний О. М.					78	
Консульт..		Сапожник Г.В.				ЗУНУ,ФКІТ,АКІТ-41		
Н. Контр.		Заставний О.М.						
Затверд.		Сегін А.І.						





Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

## ДОДАТОК Б



					<b>ДП.АКІТ.8091611.00.00.000.С1</b>									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Блок - схема алгоритму роботи лінії</b>									
Розроб.	Мірута М. Ю.									Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевір.	Заставний О. М.										78			
Консульт.	Сапожник Г.В.									<b>ЗУНУ, ФКІТ, АКІТ-41</b>				
Н. Контр.	Заставний О.М.													
Затверд.	Сегін А.І.													