

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Автоматизована система керування розливу рослинного масла
Назва теми

КвРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

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

Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконав:

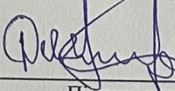
студент IV курсу, група АКІТ-20-1


Підпис

Максим ДОЛГОВ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

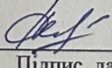
Керівник


Підпис, дата

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

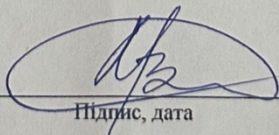
Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 24 » червня 2024 р.

Хмельницький 2024

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

В. Ярослав

«10»

01

2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Долгов Максим Михайлович

1 Тема роботи: Автоматизована система керування розливу рослинного масла
керівник роботи Макаришкін Д.А., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «15» лютого 2024р. №8.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 01.06.2024р.

3. Вихідні дані до роботи: Завдання на дипломне проектування

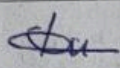
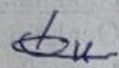
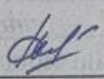

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
Огляд та аналіз технічних і технологічних рішень по автоматизованим системам
керування розливом рослинного масла. Проектування автоматизованої системи
керування розливу рослинного масла. Програмно-алгоритмічне забезпечення
автоматизованої системи керування розливу рослинного масла. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: 13 презентаційних слайдів.

Завдання отримав

Керівник

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2024р.	Виконано
2	Огляд та аналіз технічних і технологічних рішень по автоматизованим системам керування рослинного масла	15.03.2024р.	Виконано
3	Проектування автоматизованої системи керування розливом рослинного масла	10.04.2024р.	Виконано
4	Програмно-алгоритмічне забезпечення автоматизованої системи керування розливом рослинного масла	10.05.2024р.	Виконано
5	Висновки	20.05.2024р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	25.05.2024р.	Виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	01.06.2024р.	Виконано

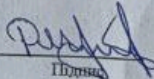
Студент


Підпис

Максим ДОЛГОВ

Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування розливу рослинного масла».

Автор роботи: Долгов Максим Михайлович

Керівник роботи: Макаришкін Денис Анатолійович.

Пояснювальна записка: 86 с., 36 рис., 11 табл., 40

джерел. Графічна частина: 13 презентаційних слайдів.

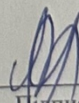
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОЗЛИВУ РОСЛИННОГО МАСЛА, ПЛК, CODESYS.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи керування розливу рослинного масла.

Для розробки програмного забезпечення було використано систему проектування CoDeSys. Розробка включає апаратні компоненти: датчики тиску, зворотний датчик, водо кільцевий вакуумний насос, дозований бак тензодатчик та електромагнітні клапани. Було проведено аналіз об'єкту автоматизації розливу рослинного масла та досліджено уже існуючі автоматизовані системи керування розливу рослинного масла. Окрім цього було описано типові помилки, які виникають під час роботи та сформульовано задачі на проектування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла, розроблено структурну схему автоматизованої системи керування розливу рослинного масла, підібрано та описано усі основні технічні засоби та обґрунтовано їх вибір, розроблено алгоритм керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла, яка реалізована на ПЛК. ПЛК керує процесом розливу рослинного масла, введення всіх даних та налаштування дозування розливу.

01.06.2024

дата


Підпис

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПО АВТОМАТИЗОВАНИМ СИСТЕМАМ КЕРУВАННЯ РОЗЛИВУ РОСЛИННОГО МАСЛА	6
1.1. Загальні відомості щодо автоматизованих систем керування розливу рослинного масла.....	6
1.2. Типи структурних рішень автоматизованих систем керування розливу рослинного масла.....	12
1.3. Стадії та етапи створення автоматизованих систем керування розливу рослинних масл та формування вимог і розробка її концепції	17
1.4. Постановка задачі на проектування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла	20
1.5. Висновки до першого розділу.....	25
2 ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗЛИВОМ РОСЛИННОГО МАСЛА.....	26
2.1. Розробка структурної схеми автоматизованої системи керування розливом рослинного масла.....	26
2.2. Вибір технічних засобів автоматизованої системи керування розливом рослинного масла	28
2.3. Висновки до другого розділу	44
3 ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗЛИВУ РОСЛИННОГО МАСЛА	45
3.1. Автоматизована система керування розливу рослинного масла як дискретний автомат	45

КвРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ				
Вид.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата
Розробив		Долгов М.М.		24.06.24
Перевіряв		Михарчишин Д.А.		24.06.24
Р. контр.		Корельська Л.О.		24.06.24
Затв.		Мартинюк В.В.		24.06.24
Автоматизована система керування розливу рослинного масла			Літера	Аркуш
Пояснювальна записка			2	Аркушін
			ХНУ, гр. АКІТ-20-1	

3.2. Зовнішній алгоритм керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла.....	57
3.3. Внутрішній алгоритм керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла.....	61
3.4. Розробка автоматного орієнтованого графа переходів алгоритму керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла.....	62
3.5. Розробка програми керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла.....	74
3.6. Висновки до третього розділу.....	80
ВИСНОВКИ.....	81
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	83

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АСКРРМ –Автоматизована система керування розливу рослинним маслом

ІАСУ - Інтегрована автоматизована система управління.

КІСУ - Корпоративна інформаційна система управління

ДБ-Дозований бак.

ЛМІ - людино-машинний інтерфейс

ТОК - Технологічний об'єкт керування

СРЧ - Система реального часу

КВП - Контрольно вимірювальні прилади

АК - Алгоритм керування

АРМ - Автоматизоване робоче місце

КСК - Комп'ютерна система керування

DSC - Distributed system control

LAN - Local Area Network

РМ - Рослинне масло

ПЗ – Програмне забезпечення

ТЕН – Тепло електронагрівач

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

На сьогоднішній день актуальною проблемою в нашій країні, і за її межами, тобто за кордоном, постала гостра нехватка необхідної кількості заправок для автоцистерн далекобійних автомобілів у харчовій промисловості. Особливо гостра проблема стоїть в сфері розливу рослинного масла, оскільки таких заправок є мала кількість, і в тих яких існують, як правило, мала кількість видів різноманітних рослинних масл, які зосереджені в одному місці.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування та програмно-технічна розробка АСКРРМ, яка дозволить проводити та контролювати процес розливу РМ в режимі реального часу АСКРРМ, і отримувати сповіщення (повідомлення) про будь-які відхилення від заданих параметрів ТОК з урахуванням аварійних ситуацій в ТОК. Також робота передбачає вивчення, дослідження, аналіз автоматних технологій створення ПЗ АСКРРМ та вивчення потенційних ризиків в ТОК для людей.

Для досягнення мети роботи, а саме розробка АСКРРМ необхідно виконати наступні завдання:

1. провести аналіз ТОК та існуючих АСКРРМ, а також всіх ОК, які входять в ТОК та описати словесний алгоритм;
2. визначити параметри ТОК, які необхідно контролювати АСКРРМ;
3. розробити структурну схему АСКРРМ;
4. обрати необхідні ТЗА, а саме датчики для вимірювання параметрів ТОК і виконавчі механізми АСКРРМ.
5. розробити алгоритм керування АСКРРМ у вигляді програмного автоматного графу переходів;
6. розробити систему логічних рівнянь переходів, станів та вихідних змінних АК АСКРРМ
7. розробити ПЗ АСКРРМ для моніторингу, керування та контролю розливом РМ в ТОК.

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПО АВТОМАТИЗОВАНИМ СИСТЕМАМ КЕРУВАННЯ РОЗЛИВУ РОСЛИННОГО МАСЛА

1.1. Загальні поняття щодо автоматизованих систем керування розливу рослинного масла

Терміни, визначення, стандарти та базовий понятійно-термінологічний апарат в галузі автоматизації, а відповідно і до АСКРРМ, рекомендовані ДСТУ для застосування їх в науково-технічній діяльності АСКРРМ (дослідженні), інженерній діяльності АСКРРМ, а також у навчальному процесі під час використання, і впровадження літератури за даним напрямком [1], тому проводячи аналіз ДСТУ та огляд існуючих джерел, можна надати наступні основні поняття в області промислової автоматизації, а відповідно і до АСКРРМ:

1. Технологічний процес (у виробництві) – це сукупність у певній визначеній послідовності операцій (дій), які виконуються для переробки (переводу) вихідного матеріалу – сировина, в необхідний стан, тобто з одного стану продукту (вхідний) в інший продукт, при цьому необхідний стан продукту на виході є якість продукту, яка і визначає коректну послідовність виконання технологічних операцій (дій) та режими ефективного функціонування технологічного обладнання АСКРРМ. На сучасному етапі розвитку сфери виробництва – базою є новітні технології Індустрії 4.0, з врахуванням процесів автоматизації, тобто комп'ютеризації, роботизації, впровадження інтелектуальних систем керування ТП. [1]

2. Автоматичний процес в АСКРРМ– це процес, який здійснюють без участі людини.

3. Автоматизований процес в АСКРРМ - це процес, який здійснюють під час спільної роботи, як за участю людини та роботів, так і засобів автоматизації.

					КвРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		6

4. Система в ТП - це сукупність елементів, об'єднана зв'язками між ними, що має певну цілісність.

5. Автоматизована система (АС) в ТП - це система (у нашому випадку АСКРРМ), що складається з персоналу і комплексу засобів автоматизації (роботизації) його діяльності, яка реалізує інформаційну технологію, тобто інформаційно-керуючу систему виконання встановлених функцій.

6. Управління / керування: сукупність цілеспрямованих дій (операцій), що включає оцінку ситуації стану об'єкта управління/керування, вибір управляючих /керівних дій та їх реалізацію.

7. Технологічний об'єкт управління / керування (ТОУ або ТОК): об'єкт управління/керування, що охоплює технологічне устаткування і ТП, що реалізується в ньому.

8. Система локальної автоматики в АСКРРМ– це система пристроїв автоматики, що автономно реалізує керування ТОК, чи його частиною, або функцію контролю за ТОК або його частиною. [1]

9. Автоматизований виробничий комплекс в АСКРРМ - це автоматизований комплекс (комплексна автоматизація), що узгоджено здійснює автоматизовану підготовку виробництва (ТП), саме виробництво і управління/керування ним.

Розрізняють два рівні ІАСУ (К) - АСУП (автоматизовані системи управління виробництвом, тобто корпоративні інформаційні системи управління) і АСК ТП (автоматизовані системи керування технологічними процесами), де функція АСУП, тобто КІСУ полягає у збиранні, обробці, зберіганні та передаванні інформації, необхідної для оптимізації управління за допомогою програмно-апаратних засобів, а ухвалення (прийняття) рішень реалізується людиною-керівником. АСУП, тобто КІСУ не можуть бути повністю автоматичними[8].

АСК ТП – це автоматизована система керування з ЛМІ, що забезпечує автоматизоване збирання, зберігання та оброблення інформації про перебіг ТП.

Система керування є АСК ТП у тому разі, якщо вона здійснює керування ТОК у реальному масштабі часу, тобто представляє собою СРЧ, і якщо у виробленні,

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		7

прийняті та реалізації рішень з керування беруть участь засоби комп'ютерної техніки, мережних технологій, програм керування та інші програмно-технічні засоби і людина-оператор. [9]

Розрізняють такі види забезпечення АСК ТП в ІАСУ(К):

Організаційне забезпечення АСК ТП - це сукупність документів, що встановлюють організаційну структуру АСК ТП, права та обов'язки користувачів АСК ТП і експлуатаційного персоналу АСК ТП в умовах його функціонування, перевірки та забезпечення працездатності АСК ТП.

Методичне забезпечення АСК ТП-це сукупність документів, що описують технологію функціонування АСК ТП, методи та способи вибору і застосування користувачами в АСК ТП технологічних прийомів (системних підходів до керування) для отримання конкретних результатів під час функціонування АСК ТП.

Технічне забезпечення АСК ТП - це сукупність усіх технічних засобів (ПЛК, промислові комп'ютери, вбудовані системи, локальні засоби на жорсткій логіці, промислові комп'ютерні мережі, комп'ютерні мережі, датчики, КВП, виконавчі механізми і т.д.), що використовуються під час функціонування АСК ТП.

Математичне забезпечення АСК ТП - це сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів (алгоритмів керування), застосованих в АСК ТП.

Програмне забезпечення АСК ТП – це сукупність програм на носіях даних і програмних документів (специфікація), призначена для налагодження, функціонування та перевірки працездатності (ефективності) АСК ТП[12].

Інформаційне забезпечення АСК ТП - це сукупність форм документів (документації), класифікаторів, нормативної бази (бази даних) та реалізованих рішень на основі АК щодо обсягів, розміщення і форм існування інформації (архівування інформації), яка застосовується в АСК ТП під час функціонування АСК ТП.

Лінгвістичне забезпечення АСК ТП – це сукупність засобів і правил для формалізації природної мови (спільні мови спілкування між замовником, технологом, конструктором, програмістом), які використовуються під час

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		8

спілкування користувачів АСК ТП та експлуатаційного персоналу АСК ТП з комплексом засобів автоматизації під час функціонування АСК ТП[12].

Правове забезпечення АСК ТП – це сукупність правових норм (правових стандартів щодо АСК ТП), що регламентують правові відносини під час функціонування АСК ТП, і юридичний статус результатів функціонування АСК ТП, а реалізація правового забезпечення відбувається в організаційному забезпеченні АСК ТП.

Ергономічне забезпечення АСК ТП – це сукупність реалізованих рішень в АСК ТП щодо узгодження безпомилкової діяльності (тобто ефективного та оптимального узгодження психологічних, психофізіологічних, антропометричних, фізіологічних характеристик) і можливостей користувачів АСК ТП з технічними характеристиками АРМ, що забезпечує комплекс засобів автоматизації АСК ТП, і параметрами робочого середовища на АРМ персоналу АСК ТП.

Найбільш загальне уявлення про АСКРРМ, тобто загальне функціонування АСК ТП, а також компонентів АСКРРМ можна отримати, використовуючи різні види моделей (інформаційних моделей). [1]

Інформаційна модель АСКРРМ (АСК ТП) – це модель ТОК, яка представлена у вигляді інформації АСКРРМ, що описує істотні для даного розгляду параметри і змінні величини ТОК, зв'язки між ними, входи і виходи ТОК, і дає змогу через подання на інформаційну модель, інформації про зміни вхідних величин, що надає у свою чергу можливість моделювати можливі стани ТОК. Така інформаційна модель ТОК представлена на рисунку 1.1. На рисунку 1.1 представлені наступні позначення, які мають бути враховані в АСКРРМ: $X_1 \dots X_n$ - множина вхідних величин ТОК АСКРРМ; $Y_1 \dots Y_k$ - множина вихідних величин ТОК АСКРРМ; $F_1 \dots F_z$ - множина випадкових зовнішніх впливів ТОК АСКРРМ, $U_1 \dots U_q$ - множина керуючих впливів ТОК АСКРРМ. Як видно з рисунку 1.1, на ТОК АСКРРМ впливають вхідні величини $X_1 \dots X_n$, що надходять від інших елементів виробничого процесу (технологічного процесу-об'єкт керування), зовнішні впливи $F_1 \dots F_z$ з боку довкілля (навколишнього середовища), які мають випадковий характер та керуючі впливи $U_1 \dots U_q$ з боку АСКРРМ. [22]

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		9

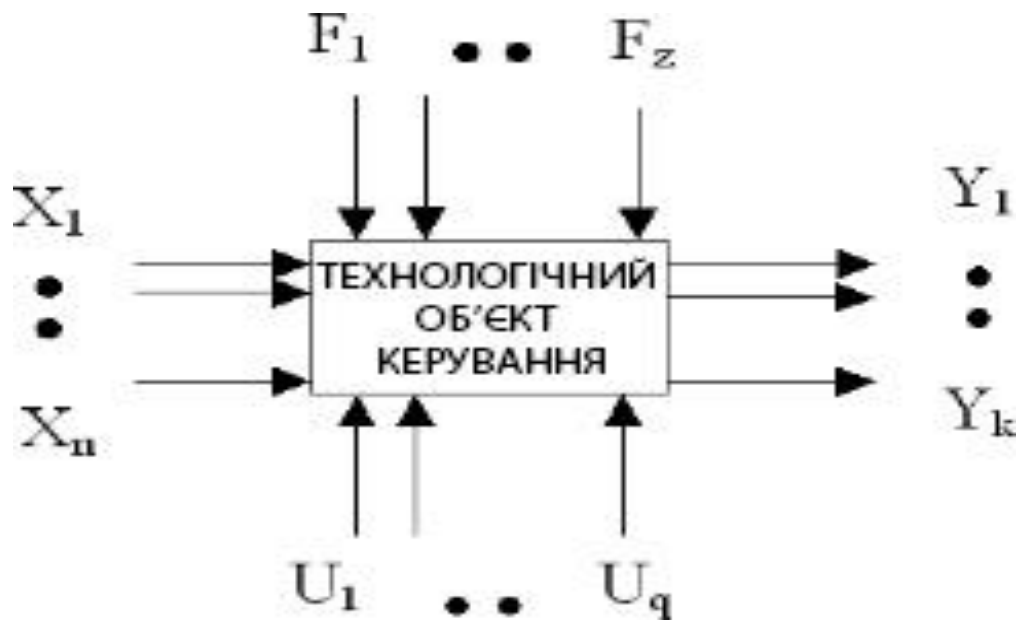


Рисунок 1.1 - Узагальнене уявлення ТОК

У результаті впливу (дії) перерахованих збуджень і властивостей ТОК АСКРРМ на його виході формуються вихідні величини $Y_1 \dots Y_k$, це означає, що основною відмінністю інформаційної моделі ТОК від відомої інформаційної моделі ТОК з курсу (дисципліни) теорії автоматичного керування (регулювання), є наявність у загальному випадку, множин, як вхідних, так і вихідних величин ТОК, а також розподілення (розділення) вхідних і керуючих впливів ТОК, при цьому множина вихідних величин ТОК перебуває у функціональному зв'язку з вхідними ТОК, збудженими ТОК й керівними впливами ТОК, тому математична модель ТОК на основі її інформаційної моделі, в загальному вигляді (випадку) представляє собою систему рівнянь і нерівностей. [22]

З урахуванням вище проведеного аналізу інформаційної моделі ТОК, можна зробити висновок, що обмеження на вихідні величини ТОК складають сукупність техніко-логічних режимів ТОК, у яких може перебувати даний ТОК.

Для спрощення опису складних ТОК, їх уявляють, тобто представляють у вигляді сукупності більш простіших блоків (модулів) із функціональними та керувальними (керованими) зв'язками АСКРРМ, а дана сукупність технологічних

режимів блоків (модулів) визначає режим ТОК. На рисунку 1.2 показано загальне представлення АСК ТП, а відповідно і АСКРРМ на основі інформаційної моделі ТОК. Інформація про входні впливи ТОК, поточні значення вихідних величин ТОК і, в деяких випадках, про величини уставок у ТОК локальних автоматичних регуляторів, що входять до ТОК, надходить до системи керування ТОК, як правило, за допомогою датчиків, а також можуть використовуватися датчики збуджуючих впливів ТОК. [23]

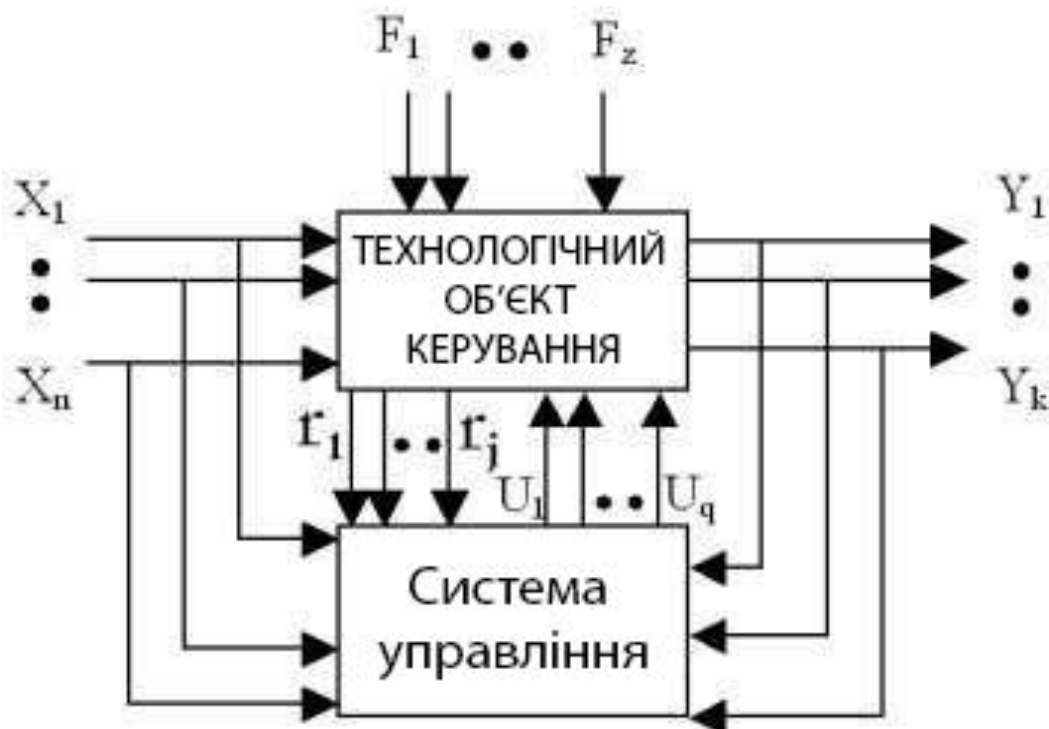


Рисунок 1.2 - Загальне схематичне представлення АСК ТП (АСКРРМ) на основі інформаційної моделі ТОК

На рисунку 1.2 в АСК ТП, тобто в АСКРРМ позначення $r_1 \dots r_j$ – це сукупність значень параметрів ТОК, що характеризують положення автоматичних регуляторів (ПД-регуляторів), які входять до ТОК, таким чином, АСКРРМ функціонує на основі інформаційних технологій, тобто представляє собою інформаційно-керуючу систему, це у свою чергу, необхідно враховувати під час розроблення та проектування АСКРРМ, а саме визначається сукупність точок контролю ТОК, з яких у АСКРРМ надходить інформація від датчиків, і точок, куди подаються керівні впливи (збудження) від виконавчих елементів (механізмів),

отже, керування / управління ТОК можна уявити як інформаційний процес (рисунок 1.3). [12]

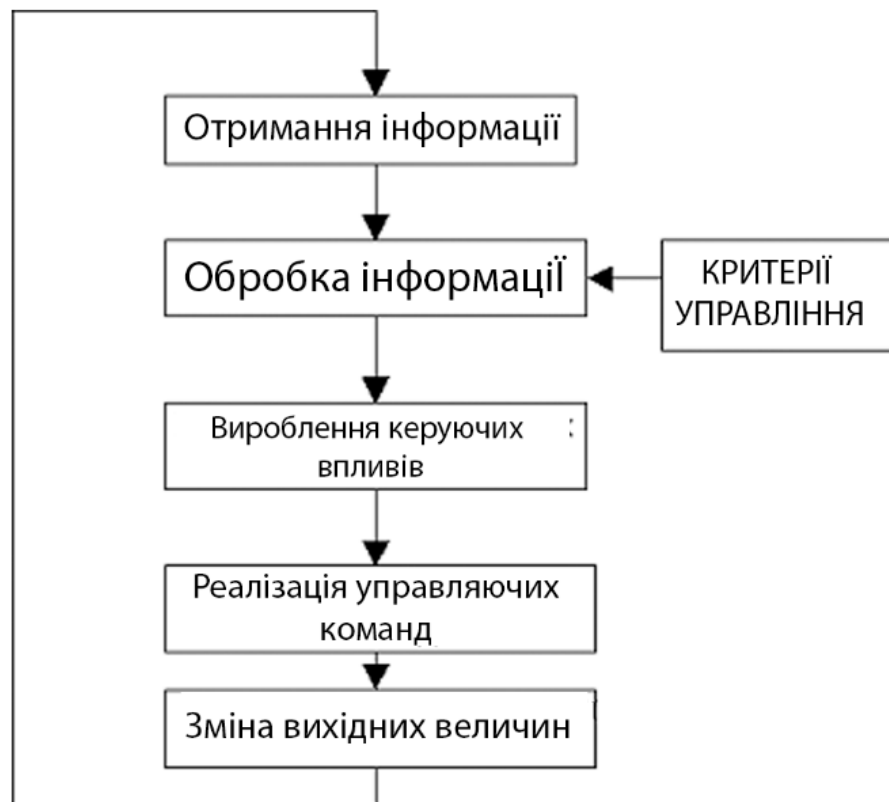


Рисунок 1. 3 – Управління/керування як інформаційний процес

1.2. Типи структурних рішень автоматизованих систем керування розливу рослинного масла

Проводячи аналіз літературних джерел, можна виділити наступні можливі три основні структурні рішення АСКРРМ: централізована АСКРРМ, ієрархічна АСКРРМ, децентралізована АСКРРМ. Централізована АСКРРМ, у якій використовують КСК для збирання, опрацювання (обробки) інформації про необхідні сигнали і вироблення впливів керування (рисунок 1.4), ієрархічна АСКРРМ, у якій КСК використовують для керування налаштуваннями окремих простих і локальних систем керування (автоматичних регуляторів, рисунок 1.5). Децентралізована (DSC - розподілена) АСКРРМ характеризується наявністю

автономних простих підсистем АСКРРМ, у кожній з яких є своя проста спеціалізована КСК (контролер), а координація їхньої роботи здійснюється з АРМ оператора (рисунок 1.6). [2]

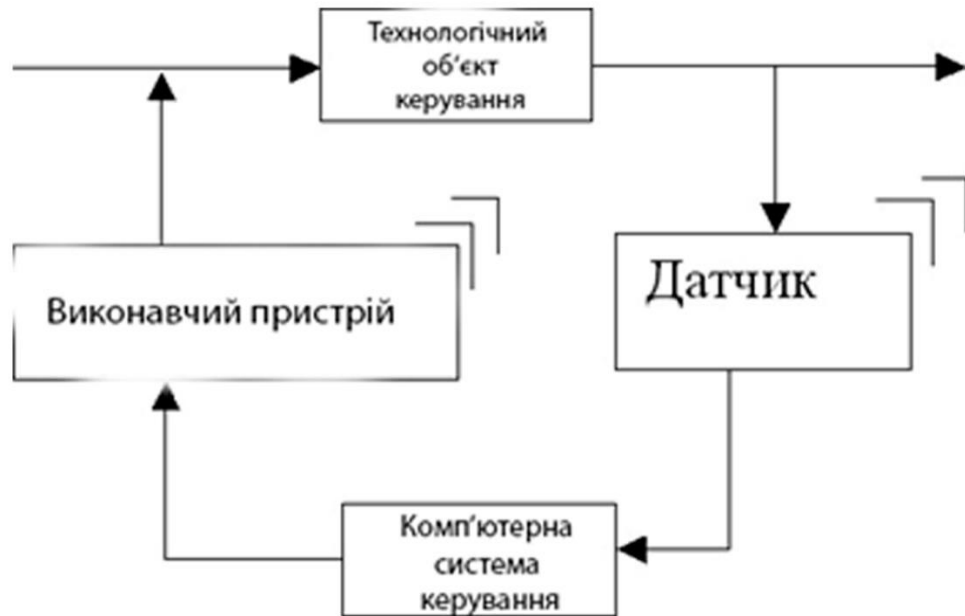


Рисунок 1. 4 - Функціональна схема централізованої АСКРРМ



Рисунок 1.5 - Функціональна схема ієрархічної АСК ТП



Рисунок 1. 6 - Функціональна схема децентралізованої АСК ТП

Централізована АСКРРМ реалізує так зване пряме керування ТОК, а ієрархічне - зовнішнє цифрове керування ТОК, розподілена АСКРРМ комбіноване керування ТОК, при цьому розподілена АСКРРМ комбінує пряме (для локальної КСК) і зовнішнє (для центральної КСК) керування ТОК. На базі проведеного такого аналізу, впливає наступний висновок, що сьогодні, на теперішній час, яскраво вираженою (перспективною) тенденцією є введення, тобто інтеграція до складу окремих технічних засобів – мікропроцесорів, мікропроцесорних систем, різних платформ на основі мікропроцесорів, мікроконтролерів, ПЛІС, вбудованих систем, контролерів, промислових (індустріальних) комп'ютерів, тим самим, підвищуючи та збільшуючи можливості і функціональні показники АСКРРМ в цілому, і засобів АСКРРМ з обробки даних, при цьому реалізується інтелектуальні та гнучкі можливості даних засобів. [4] Таким чином, розвантажується центральна КСК АСКРРМ, а автономність периферійних засобів АСКРРМ - зростає. При такому традиційному підході до проектування АСКРРМ, типова централізована АСКРРМ передбачає наявність АЦП та ЦАП безпосередньо в КСК, то при вдосконаленому підході проектування АСКРРМ, надається можливість перетворювати, як

аналогову інформацію на цифрову в АСКРРМ, так і навпаки, безпосередньо в інтелектуальних датчиках та інтелектуальних виконавчих механізмів АСКРРМ, а це дає змогу не тільки перетворювати інформацію в АСКРРМ, але також і передавати її в цифровому вигляді в АСКРРМ. Таке цифрове передавання даних (інформації) в АСКРРМ між окремими пристроями зробило комп'ютерну промислову мережу основою побудови АСКРРМ, і робить доцільним використання мережних технологій для керування ТОК, а також ефективним для організації комп'ютерних мереж із ресурсами, які у свою чергу розподіляються між елементами АСКРРМ, які розосередженими (рознесені) на відносно невеликій території, такі комп'ютерні мережі та комп'ютерні промислові мережі, і взагалі називаються локальними? і реалізуються за допомогою польових шин (fieldbus АСКРРМ) промислового виконання. Програмно-апаратна основу розподілених DSC АСКРРМ можна розглядати як особливий клас LAN АСКРРМ, а вони розвиваються паралельно з локальними мережами АСКРРМ, однак з деяким відставанням. [11]

Особливості розподілених АСКРРМ порівняно з LAN пов'язані з вимогою розв'язувати в АСКРРМ прикладні задачі в реальному масштабі часу, іноді в дуже обмежені терміни, тому розподілені АСКРРМ базуються на використанні дешевих мікропроцесорів (мікропроцесорних систем керування або КСК), розосереджених (рознесених) по одній технологічній установці або цеху, тому побудову мереж АСКРРМ, складовою частиною яких завжди є мережа передавання даних (інформації) АСКРРМ, що зв'язують між собою мікропроцесорні пристрої АСКРРМ, змусив їхніх творців розробити архітектурний підхід, також системний підхід до побудови LAN мереж АСКРРМ, де необхідно визначити архітектурні рівні АСКРРМ, лише усередині, яких дозволено ухвалювати, тобто приймати незалежні рішення. [13]

Основні переваги розподілених АСКРРМ (DSC) порівняно з централізованими:

1. підвищення надійності АСКРРМ завдяки обробці даних на місці їхнього виникнення та споживання;

2. порівняльна простота в АСКРРМ розвитку функцій шляхом додавання апаратури та програм (масштабування).

Залежно від розподілу функцій в АСКРРМ між технічними засобами й оперативним персоналом розрізняють в АСКРРМ 4 типи функціонування: інформаційна функція АСКРРМ, локально-автоматична функція АСКРРМ, функція в АСКРРМ, яка створює рекомендації за оптимальним критерієм, автоматична функція АСКРРМ (рисунок 1.7). [19]

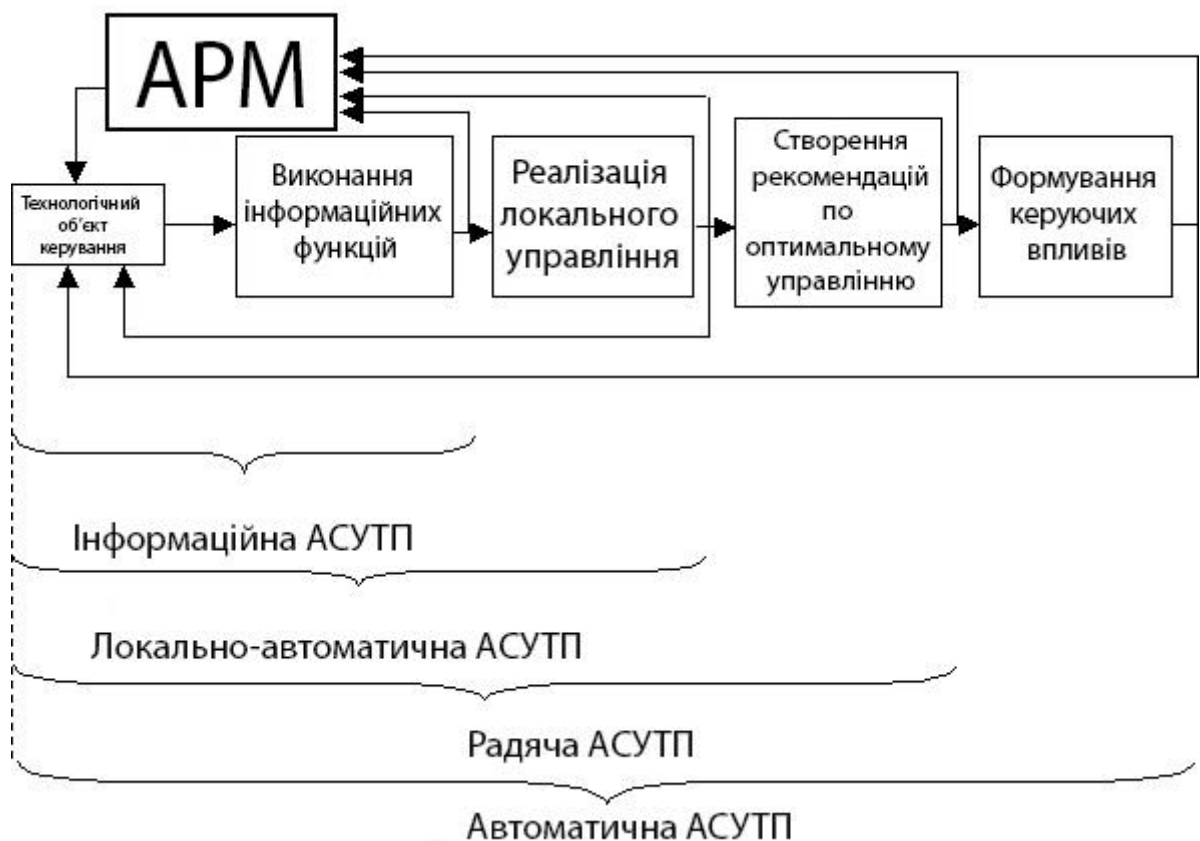


Рисунок 1.7 - Типи функціонування АСКРРМ

Інформаційні системи, тобто інформаційні функції в АСКРРМ розглядають на першому етапі впровадження АСКРРМ, локально-автоматичні функції в АСКРРМ замінюють традиційні засоби автоматики, що надає можливість в АСКРРМ здійснювати недоступні впливи керування, які реалізуються в автоматичній функції АСКРРМ, а використання функції створених рекомендацій в АСКРРМ призначено для складних процесів, а саме для яких не вдається розробити достатньо повний алгоритм керування АСКРРМ, це значно надає змогу полегшити

роботу операторів АРМ АСКРРМ, де вищим рівнем автоматизації є автоматичні функції в АСКРРМ, у яких КСК замикається у контур керування, минаючи при цьому оператора АРМ АСКРРМ, який контролює перебіг технологічного процесу, а за необхідності коригує роботу КСК АСКРРМ. [18]

1.3. Стадії та етапи створення автоматизованих систем керування розливу рослинних масел та формування вимог і розробка її концепції

АСКРРМ представляє собою складну систему керування, чи кіберфізичну систему або інтелектуальну систему керування, тому над проектуванням АСКРРМ, а також її розробкою та створенням зазвичай працює колектив фахівців і спеціалістів, а сам процес проектування таких систем (АСКРРМ) називається системним інтегруванням, а досвід проектування АСКРРМ показує, що строки розроблення і якість впроваджуваних АСКРРМ істотно залежать від правильно складеного технічного завдання для АСКРРМ, і від етапу формалізації процесу керування АСКРРМ. Основні проблеми на початковому етапі розробки АСКРРМ відбуваються через те, що замовник є фахівцем у своїй галузі ТП, і мислить категоріями ТОК, а розробник користується понятійним апаратом, в області теорії керування та систем керування. З урахуванням проведеного аналізу в області АСКРРМ, можна виділити наступні стадії та етапи створення АСКРРМ. [20]

В залежності від специфіки АСКРРМ, які необхідно спроектувати, а також від умов їхнього створення (експлуатації) допускається під час проектування АСКРРМ виключити стадію Ескізний проект АСКРРМ, і окремі етапи робіт по АСКРРМ на всіх стадіях об'єднувати в стадії Технічний проект і Робоча документація в одну стадію робочий проект, виконувати окремі етапи робіт при створенні АСКРРМ до завершення попередніх стадій, а також допускається паралельне в часі виконання етапів робіт по АСКРРМ, включення нових етапів робіт по АСКРРМ. На стадіях формування вимог до АСКРРМ і розроблення (проектування) концепції використовуються різні види моделей АСКРРМ. Модель АСКРРМ може бути описана різними способами, основними з яких на початкових

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		17

етапах проектування (розробці) є текстові (словесні) і графічні: блок-схема алгоритму керування або автоматний орієнтований граф переходів АСКРРМ. [21]

Таблиця 1.1 Стадії та етапи створення АСКРРМ

Стадії	Етапи робіт
1	2
1. Формування вимог до АСКРРМ	1.1. Дослідження та аналіз ТОК та обґрунтування необхідності створення АСКРРМ
	1.2. Формування вимог користувача до АСКРРМ
	1.3 Оформлення звіту про виконану роботу по АСКРРМ, заявки на розроблення (проектування) АСКРРМ, що представляє собою тактико-технічне завдання АСКРРМ
2. Розроблення концепції АСКРРМ	2.1. Вивчення ТОК
	2.2. Проведення необхідних науково-дослідних робіт над ТОК
	2.3. Розроблення (проектування) варіантів концепції АСКРРМ, що задовольняє вимоги користувача АСКРРМ
	2.4. Оформлення звіту про виконану роботу АСКРРМ
3. Технічне завдання на АСКРРМ	3.1 Розроблення (проектування) та затвердження технічного завдання на створення АСКРРМ
4. Ескізний проект АСКРРМ	4.1. Розроблення (проектування) попередніх проектних рішень щодо АСКРРМ та її частин
	4.2. Розроблення (проектування) документації на АСКРРМ та її частини
5. Технічний проект АСКРРМ	5.1. Розроблення (проектування) проектних рішень щодо АСКРРМ та її частин
	5.2. Розроблення (проектування) документації на АСКРРМ та її частини
	5.3. Розроблення (проектування) та оформлення документації на поставку технічних засобів автоматизації для комплектування АСКРРМ і технічних вимог АСКРРМ на їх розроблення (проектування)
	5.4. Розроблення (проектування) завдань на проектування АСКРРМ в суміжних частинах проекту ТОК автоматизації
6. Робоча документація	6.1. Розроблення (проектування) робочої документації на АСКРРМ та її частини
	6.2. Розробка (проектування) або адаптація програмного забезпечення АСКРРМ

Кінець таблиці 1.1. Стадії та етапи створення АСКРРМ

1	2
7. Введення в дію АСКРРМ.	7.1. Підготовка ТОК до введення АСКРРМ у дію
	7.2. Підготовка персоналу для АСКРРМ
	7.3. Комплектація АСКРРМ виробами, що поставляються програмними і технічними засобами АСКРРМ, програмно-технічними комплексами АСКРРМ, інформаційними виробами АСКРРМ
	7.4. Будівельно-монтажні роботи щодо АСКРРМ
	7.5. Пусконаладжувальні роботи щодо АСКРРМ
	7.6. Проведення попередніх випробувань щодо АСКРРМ
	7.7. Проведення дослідної експлуатації щодо АСКРРМ
	7.8. Проведення приймальних випробувань щодо АСКРРМ
8. Супровід АСКРРМ	8.1. Виконання робіт відповідно до гарантійних зобов'язань щодо АСКРРМ
	8.2. Післягарантійне обслуговування щодо АСКРРМ

За наявності в АСКРРМ контурів регулювання (САР) також наводять математичну модель ТОК в частині підсистеми АСКРРМ, що належить безпосередньо до цього контуру, далі формується мета АСКРРМ, критерій функціонування та основні обмеження АСКРРМ, що накладаються на її роботу, а ТОК і АСКРРМ подають у вигляді чорної скриньки з позначенням і описом усіх входів і виходів (рисунок 1.2 та рисунок 1.3), після цього описуються режими роботи ТОК, наприклад, пуск, номінальний режим, зупинка, перевантаження тощо, а вже потім чітко окреслюються межі АСКРРМ й описуються всі підпроцеси зі своїми локальними підсистемами керування АСКРРМ. При цьому використовують метод декомпозиції АСКРРМ, тобто поділ її на частини АСКРРМ, що мають меншу складність, меншу кількість елементів і змінних величин, зазвичай АСКРРМ поділяють таким чином, щоб підсистеми АСКРРМ піддавалися будь-якій класифікації, наприклад, за функціями керування АСКРРМ, за ієрархією керування тощо. Такий підхід до АСКРРМ забезпечує уніфікацію підходів до підсистем АСКРРМ, а лінії поділу (розподілення) слід вибирати так, щоб зв'язки

розчленовувалися якомога менше, а АСКРРМ загалом має бути спроектована (розроблена) таким чином, щоб усі її підсистеми мали локальні цілі, обрані відповідно до загальної мети АСКРРМ. Декомпозиція АСКРРМ має супроводжуватися укрупненням підсистем АСКРРМ, щоб не створювати порівняно простих і дрібних підсистем АСКРРМ, і щоб їхнє загальне число не було занадто великим для АСКРРМ, а у результаті первинної структуризації АСКРРМ відокремлюють елементи ТП, що підлягають автоматизованому керуванню, а також входи і виходи ТОК, що зв'язують (з'єднують) її із зовнішнім середовищем, тобто з АСКРРМ. Оскільки програми керування (прикладна програма), які виконують КСК, реалізують у середовищі багатозадачних операційних систем (операційних систем реального часу), то часто підсистеми керування АСКРРМ, відповідні підпроцесам АСКРРМ, називають завданнями АСКРРМ[23].

1.4 Постановка задачі на проектування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла

При проектуванні АСКРРМ необхідно відповісти на наступні питання: які входи і виходи має ТОК; які режими роботи ТОК; з яких блоків складається ТОК з точки зору керування; які функціональні та керуючі зв'язки є між блоками ТОК і блоком, що символізує АСКРРМ; які обмеження, що накладаються на вхідні та на вихідні величини блоків АСКРРМ; які зовнішні зв'язки ТОК і до яких блоків вони додаються в АСКРРМ; які режими мають блоки АСКРРМ й ТОК загалом; яка точна кількість технологічно допустимих переходів між режимами АСКРРМ та ТОК; якими параметрами описується той чи інший режим ТОК і відповідно програма АСКРРМ; які режими роботи ТОК є загрозливими й аварійними; яка інформація має зберігатися у вигляді звітів в АСКРРМ; що має відображатися на технічних засобах АСКРРМ, що реалізують інтерфейс оператора (АРМ); які керуючі сигнали від оператора АСКРРМ; які вимоги до технічних засобів АСКРРМ, на базі яких реалізується АСКРРМ. Без відповідей на всі ці питання щодо ТОК АСКРРМ перехід до наступних етапів проектування (розробки) АСКРРМ недозволений,

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		20

однак, для порівняно простих АСКРРМ можлива побудова укрупнених моделей АСКРРМ без зайвої деталізації, тобто має бути певний рівень абстракції[1].

На рисунку 1.8 представлена технологічна схема – ТОК, для якої необхідно розробити АСКРРМ, де рослинне масло збирається в накопичувальних баках у міру її виробництва.

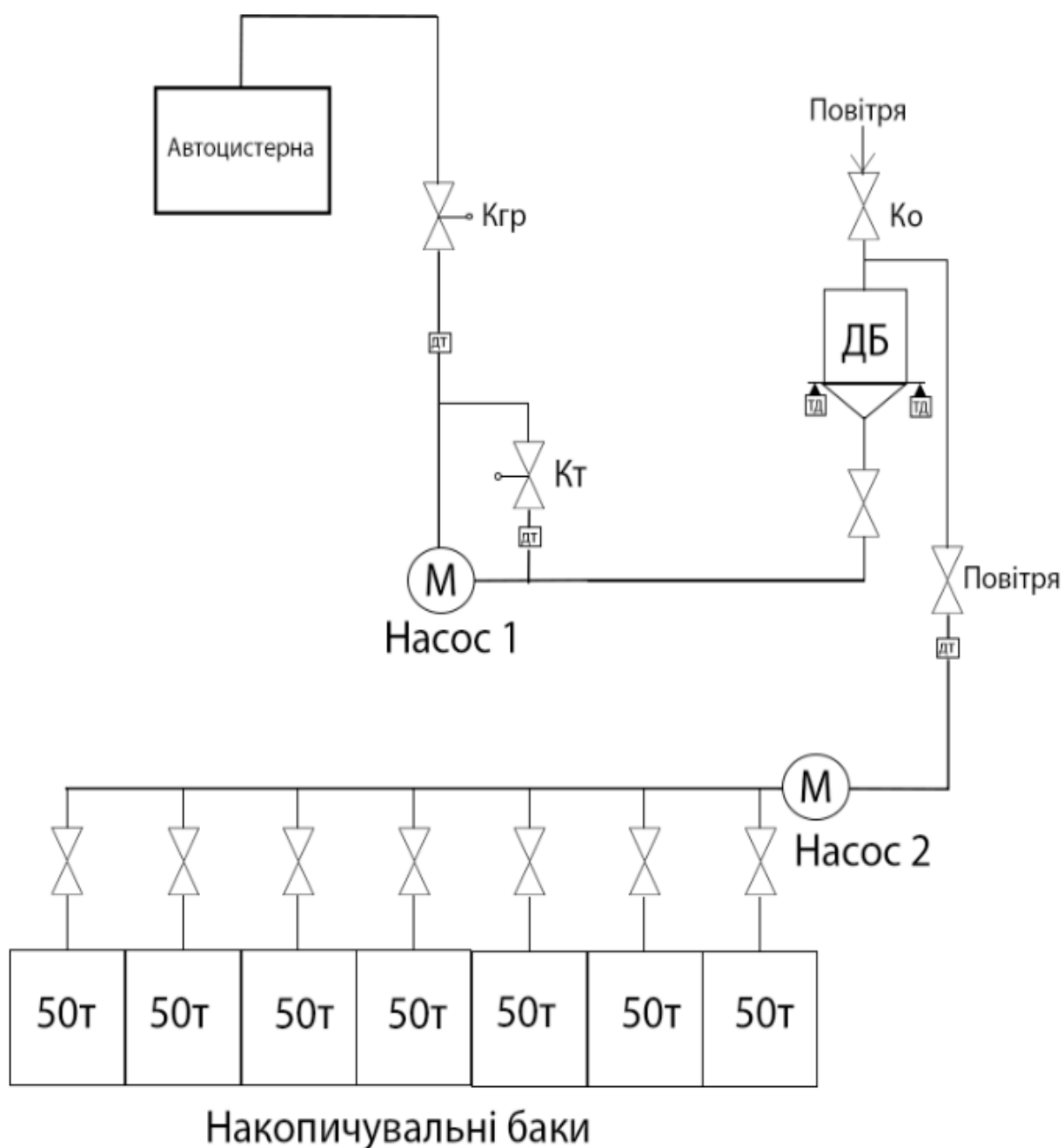


Рисунок 1.8 - Технологічна схема – ТОК, установка дозованого розливу рослинної олії споживачам

На рисунку 1.8 представлено наступні позначення в ТОК: $K_{гр}$ - клапан грубої заправки ТОК; K_t - клапан точної заправки ТОК; K_o – зворотній клапан ТОК; ТД – тензодатчик АСКРРМ; ДБ - дозуючий бак ТОК[25].

Словесний алгоритм функціонування ТОК має наступний опис: запуск насоса 2 в ТОК забезпечує заповнення РМ ДБ у необхідному обсязі; розлив РМ відбувається під час увімкнення насоса 1 ТОК; метою підвищення точності дозування передбачено два ступені роботи АСКРРМ; грубе дозування, що забезпечується увімкненням (START) клапана $K_{гр}$ одночасно з увімкненням насоса 1 (START); точне дозування ТОК, яке вмикається за N кг, в залежності від об'єму автоцистерни до досягнення заданої дози розливу РМ шляхом відкриття клапана K_t ; водночас частина РМ повертається в патрубок насоса 1 ТОК, що призводить до різкого зниження його продуктивності (ефективності); вимкнення насоса 1 ТОК і закриття клапанів $K_{гр}$ і K_t проводиться за 6 кг до досягнення заданої дози РМ[12].

АСКРРМ має забезпечити розлив РМ у двох режимах:

1. неперервний режим АСКРРМ, використовується для розливу РМ у вигляді однієї дози;
2. порційний режим АСКРРМ, за якого задану дозу РМ відпускають частинами заданої маси, а розлив РМ має здійснюватися з фіксацією показника номера автомашини АСКРРМ, відпущеної дози АСКРРМ, дати і часу закінчення процесу відпуску АСКРРМ.

Виходячи з опису АСКРРМ відпуску РМ, формулюємо мету функціонування АСКРРМ, а саме автоматизований розлив рослинної РМ в автоцистерни різного об'єму і заданими порціями, тобто технологічно таким ТОК є установка дозованого розливу АСКРРМ, а критерієм функціонування розглянутої АСКРРМ є точність дозування, а основні обмеження, які накладаються на АСКРРМ – це максимальна величина порції ТОК, що відпускається, також мінімальна величина порції РМ, за якої необхідно перейти в режим точного дозування ТОК, величина порції РМ, що залишилася в процесі відпускання ТОК, за якої необхідно вимкнути подачу 1 кг РМ. Введемо позначення технологічних змінних АСКРРМ, тобто тегів: [9]

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		22

1. керована величина ТОК є маса РМ М у дозувальному баці, яка визначається датчиками ваги, виходячи з величини порції;
2. керуючі впливи, тобто сигнали ввімкнення/вимкнення насоса 1 і 2 ТОК;
3. сигнали on/off клапани, за допомогою яких здійснюється наповнення дозованого баку ТОК;
4. сигнали ввімкнення/вимкнення клапанів Кгр і Кт;
5. вхідними впливами для АСКРРМ є ім'я покупця First_Name;
6. необхідна доза Dose для АСКРРМ;
7. режим відпуску Mode для АСКРРМ;
8. величина порції Dose_P для АСКРРМ;
9. номер автомобіля Number для АСКРРМ;
10. зовнішнім впливом на ТОК є потік РМ, який отримується у процесі її виробництва.

Розроблена інформаційна модель АСКРРМ у загальному вигляді з урахуванням прийнятих позначень представлена на рисунку 1.9.

Процес керування в АСКРРМ можна розділити на низку приватних завдань, що відповідають режимам роботи: введення завдання в АСКРРМ; відпуск РМ в неперервному режимі АСКРРМ; відпуск РМ в порційному режимі АСКРРМ; відображення результатів виконання завдання на екрані оператора АСКРРМ, визначення дати й часу для АСКРРМ, запам'ятовування інформації у файлі звіту в АСКРРМ. Зазначені режими роботи АСКРРМ описуються такими параметрами й обмеженнями на них: введення завдання АСКРРМ: ПІБ покупця, номер автомашини, серія 1 автомашини, серія 2 автомашини, доза РМ, режим відпуску, величина порції для АСКРРМ; відпуск РМ в безперервному і порційному режимах АСКРРМ: доза РМ та величина порції РМ, поточне значення маси РМ в дозуючому баці, дискретні сигнали в АСКРРМ для ввімкнення/вимкнення насоса 1 і 2, дискретні сигнали в АСКРРМ ввімкнення/вимкнення клапанів Кгр і Кт; відображення результатів і створення звітів в АСКРРМ: після закінчення процесу відпуску РМ на інтерфейсі оператора АРМ має відображатися інформація про покупця та відпущену дозу РМ; після закінчення відпуску РМ має створюватися

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		23

звіт в АСКРРМ у вигляді файлу про відпуск РМ: дата і час, ПІБ покупця, № автомашини, маса відпущеної РМ[1].



Рисунок 1.9 - Графічна інформаційна модель АСКРРМ відпуску РМ

АСКРРМ має забезпечувати аварійні режими:

1. під час увімкнення насоса 2 в АСКРРМ, якщо маса РМ в дозувальному баку не збільшується, то це означає про вихід із ладу самого насоса або відсутність РМ в накопичувальних резервуарах (ємність для РМ);
2. під час увімкнення насоса 1 в АСКРРМ маса РМ не зменшується, що у свою чергу говорить про вихід із ладу насоса 1 в АСКРРМ.

1.5 Висновки до першого розділу

У даному (першому) розділі було проведено аналіз загальних понять, що стосується розробки та проектування АСКРРМ, а саме обґрунтовані такі поняття згідно гостів, як технічне забезпечення АСКРРМ, алгоритмічне забезпечення АСКРРМ, програмне забезпечення АСКРРМ, математичне забезпечення АСКРРМ, інформаційне забезпечення АСКРРМ, організаційне забезпечення АСКРРМ. Встановлено можливі структурні рішення реалізації АСКРРМ: централізоване, ієрархічне та децентралізоване структурне рішення реалізації АСКРРМ.

Визначено переваги та недоліки розподілених АСКРРМ, які представляються у вигляді DSC-систем порівняно з централізованими структурними рішеннями. Доведено, що залежно від розподілу функцій в АСКРРМ виділяють 4 типи функціонування АСКРРМ: інформаційна АСКРРМ, локально-автоматична АСКРРМ, АСКРРМ, яка створює рекомендації, і автоматична АСКРРМ.

Аналіз та дослідження системних підходів щодо реалізації всього життєвого циклу АСКРРМ дозволило виділити та систематизувати всі стадії та етапи створення АСКРРМ. Також у цьому розділі було проведено та досліджено ТОК і на основі цього сформовані вимоги до проектування АСКРРМ та поставлена технічне завдання на АСКРРМ у вигляді словесного алгоритму функціонування ТОК.

2. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗЛИВОМ РОСЛИННОГО МАСЛА

2.1. Розробка структурної схеми автоматизованої системи керування розливом рослинного масла

На рисунку 2.1 представлена розроблена структурна схема АСКРРМ [10] у даній роботі відповідно до технологічної схеми (ТОК) з підрозділу 1.4., що є технічним завданням зі своїм словесним АК.

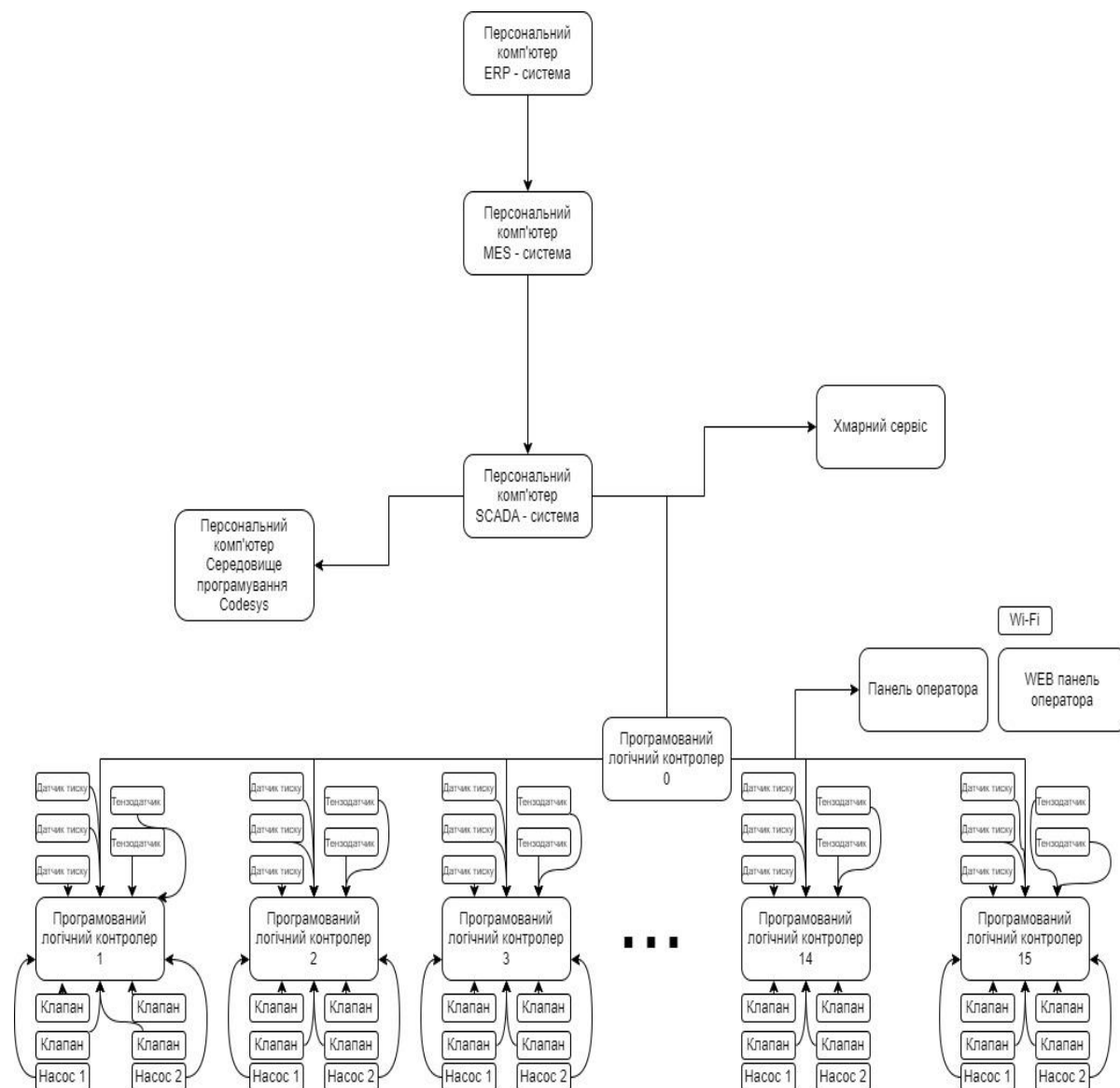


Рисунок 2.1 – Структурна схема АСКРРМ

Розроблена структурна схема АСКРРМ, яка керує п'ятнадцятими ділянками, з накопичувальними резервуарами різних видів РМ, функціонує за допомогою АРМ, де відбувається введення необхідних даних про РМ, а саме вид РМ, де для кожного виду є своя ділянка з накопичувальними резервуарами, вводяться розміри та об'єм автоцистерни спеціалізованої вантажівки, визначається режим роботи АСКРРМПК, вводяться дані, які ідентифікують спеціалізовану вантажівку для перевезення РМ, перша та друга серія спеціалізованої вантажівки, номер вантажівки, ім'я та прізвище відповідальної особи за перевезення РМ, а також необхідно задати такі параметри, як загальна доза заповнення автоцистерни, і при виборі другого порційного режиму розливу РМ уводимо мінімальну точну порцію дозування. Така реалізація АСКРРМ, яка представлена на рисунку 2.1 дозволяє вводити дані та параметри через Веб-панелі та хмарний сервіс, що робить розроблену систему, Веб-орієнтованою системою керування РРМ з віддаленим моніторингом, контролем та керуванням і регулюванням необхідних параметрів для відповідного режиму роботи АСКРРМ. АРМ АСКРРМ, яка реалізована, як персональний або індустріальний комп'ютер, чи через Веб-інтерфейс АСКРРМ проводиться налаштування параметрів нашої системи АСКРРМ та ТОК. Так спроектована АСКРРМ є універсальною для різних класів, видів, типів та категорій РМ. Спочатку користувач вводить в АСКРРМ всі необхідні дані та обирає потрібний режим, тоді відбувається перевірка комунікаційної мережі, а потім через комунікаційну мережу визначається стан працездатності зазначеної ділянки з відповідним накопичувальним резервуаром, на якому проходить тестування на ефективність її функціонування, також тестування можливе і в ручному режимі, при його спрацюванні проводиться перевірка на різні можливі аварійні ситуації. [27]

Для такої АСКРРМ необхідно мати центральний контролер (master), який буде керувати іншими (slave), а ті контролери будуть керувати технологічною схемою ТОК з відповідною культурою, тобто РМ.

Ключовим компонентом в ТОК є дозований бак, тому у структурній схемі ключову роль відіграють тензодатчики дозованого баку, які налаштовані в

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		27

АСКРРМ таким чином, щоб АСКРРМ відразу показував масу в дозованому баку, а вже далі, коли дозований бак буде заповнений на потрібну величину, клапани, через, які був здійснений процес наповнення дозованого баку закриваються, а відкривається зворотний клапан, для того, щоб під тиском повітря залишки РМ в комунікаційному обладнанні (для передачі потоку РМ) плавно за короткий проміжок часу мають залишити дане комунікаційне обладнання, і потрапити в дозований бак, далі зворотний клапан закривається і починається процес наповнення автоцистерни за алгоритмом керування, який наведено у третьому розділі даної роботи. [25]

2.2. Вибір технічних засобів автоматизації автоматизованої системи розливу рослинного масла

Огляд різних провідних виробничих компаній (фірм) у всьому світі, які виробляють та створюють ТЗА для АСКРРМ, представляє різні варіанти розвитку галузевих контролерів (PLK, PAC, IC) на ринку, однак, завдяки проведеному аналізу їх ТЕП з врахуванням особливостей, розглядаючи проектування АСКРРМ, у роботі з точки зору співвідношення ціна/якість, в якості контролера АСКРРМ було обрано п'ятнадцять промислових контролерів для АСКРРМ фірми (підприємства) ОВЕН – модель 160-02-М для програмного керування ТОК, який представлено на рисунку 2.2. Цей тип контролера забезпечує для АСКРРМ[25]:

1. Широкий спектр покращених комунікаційних характеристик АСКРРМ у порівнянні з попередніми поколіннями за рахунок використання в ПЛК АСКРРМ новітніх технологій, реалізованих у сфері розробки сучасних протоколів передачі даних в АСКРРМ, використання сучасних (останніх і оновлених) версій ПЗ для написання прикладних програм для АСКРРМ.
2. Адаптація ПЛК АСКРРМ для програмування.

3. Можливість використання ПЛК АСКРРМ через веб-інтерфейс керування.
4. Підключення (з'єднання) ПЛК АСКРРМ до хмарних сервісів для віддаленого керування.
5. ПЛК160 АСКРРМ випускається у конструктивному виконанні для кріплення на DIN-рейку 35 мм або на стіну.
6. Опис інтерфейсів контролера АСКРРМ представлена у таблиці 2.1.

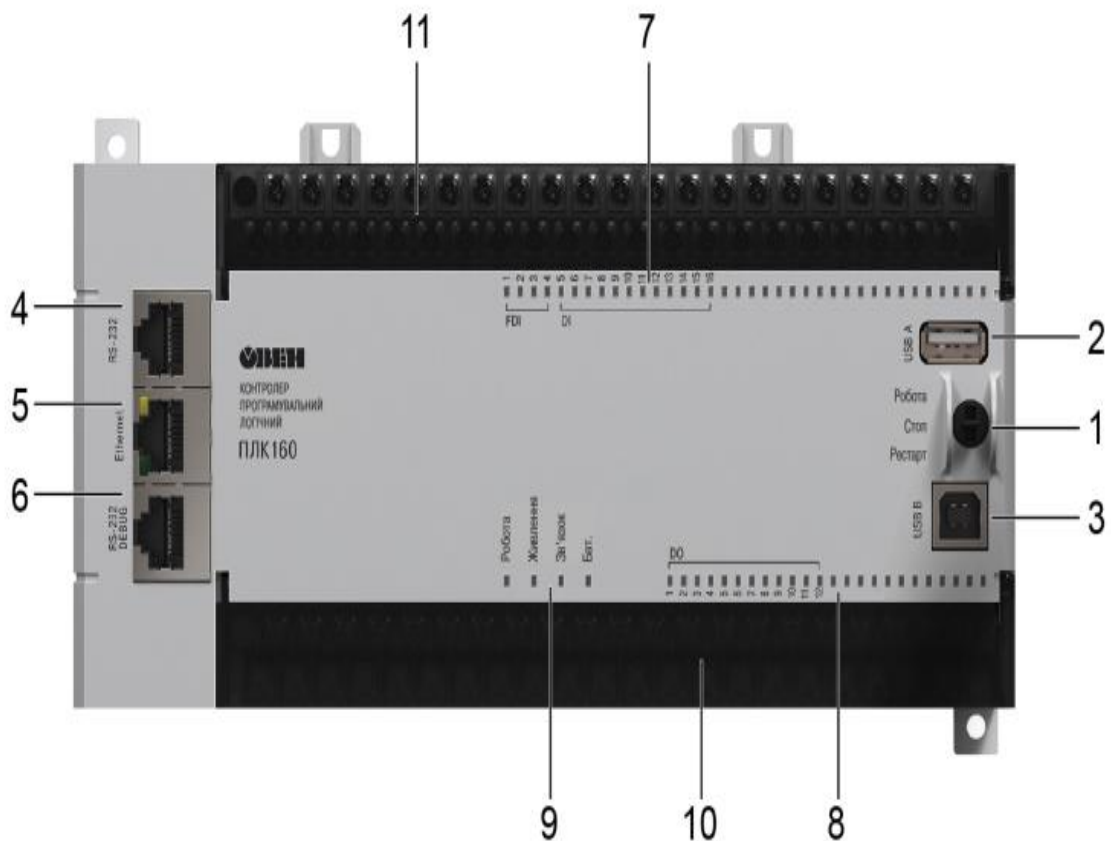


Рисунок 2.2 – Контролер АСКРРМ

Згідно підрозділу 2.1 в АСКРРМ входить п'ятнадцять таких контролерів, які відповідають за розлив (відпуск) п'ятнадцяти видів РМ, шістнадцятий контролер АСКРРМ має керувати іншими п'ятнадцятьма, а зв'язок між ними здійснюється через широкий спектр комунікаційних можливостей, тобто використання в АСКРРМ мережевого обладнання з відповідними фізичними інтерфейсами промислови комп'ютерних мереж АСКРРМ[12].

Таблиця 2.1 Фізичні інтерфейси контролера АСКРРМ

№	Найменування	Опис
1	Перемикачі ПЛК АСКРРМ «Робота/Стоп/Рестарт»	Трипозиційний перемикач ПЛК АСКРРМ
2	USB-Host ПЛК АСКРРМ (USB Type-A) ПЛК АСКРРМ	Порт в ПЛК АСКРРМ для підключення USB-flash накопичувачів
3	USB-Device ПЛК АСКРРМ (Рознімач USB Type-B)	Порт ПЛК АСКРРМ для програмування
4	RS-232 ПЛК АСКРРМ (Рознімач RJ-45)	Послідовний інтерфейс ПЛК АСКРРМ для підключення пристроїв
5	Ethernet ПЛК АСКРРМ(Рознімач RJ-45)	Порт Ethernet 100 Base-T ПЛК АСКРРМ призначений для підключення всіх ПЛК у локальні мережі, передавання даних та програмування всіх ПЛК АСКРРМ
6	RS-232 Debug ПЛК АСКРРМ (Рознімач RJ-45)	Послідовний інтерфейс ПЛК АСКРРМ призначений для підключення пристроїв і програмування всіх ПЛК АСКРРМ
7	Світлодіодні індикатори ПЛК АСКРРМ стану входів	FDI – позначення для швидких входів контролерів АСКРРМ; DI – звичайні дискретні входи всіх ПЛК АСКРРМ
	Світлодіодні індикатори ПЛК АСКРРМ стану виходів	DO – звичайні дискретні виходи всіх ПЛК АСКРРМ
9	Світлодіодні індикатори ПЛК АСКРРМ стану	Індикація станів контролерів АСКРРМ: «Робота» ПЛК, «Живлення» ПЛК, «Зв'язок» ПЛК
10	Знімні клемні колодки ПЛК АСКРРМ	Для підмикання живлення ПЛК АСКРРМ, дискретних датчиків АСКРРМ, виконавчих механізмів АСКРРМ, аналогових входів і виходів АСКРРМ, інтерфейсів RS-485 і клеми вбудованого джерела постійної напруги 24 В

Функціональна схема таких п'ятнадцяти контролерів АСКРРМ зображена на рисунку 2.3.

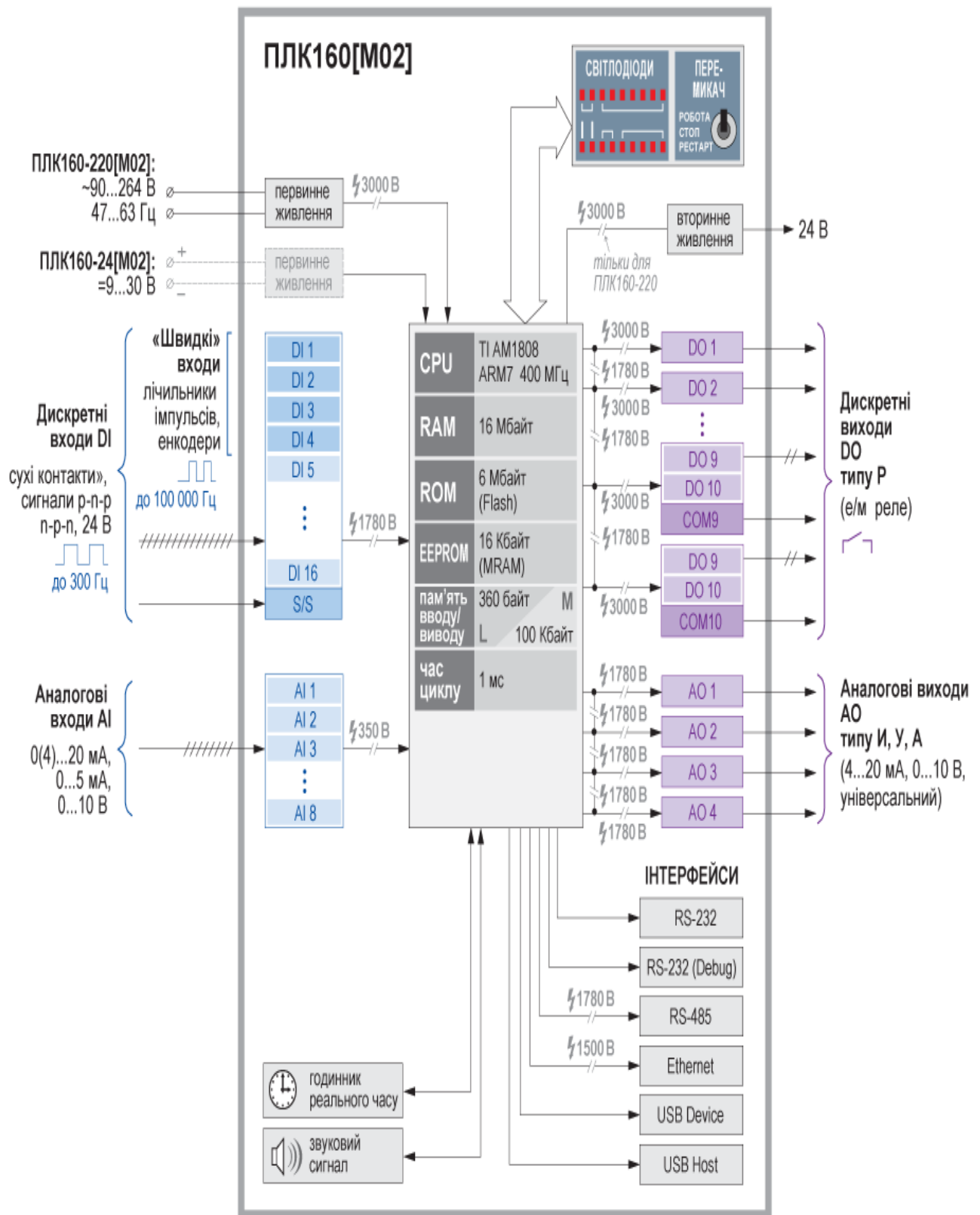


Рисунок 2.3 – Функціональна схема контролерів АСКРРМ

У розробленій структурній схемі АСКРРМ використовується два виконавчих механізми – два насоси для заповнення дозованого баку РМ і для наповнення автоцистерни РМ відповідно, при цьому проводячи оцінку існуючих ТЗА даного типу для даної задачі у роботі було зроблено вибір для АСКРРМ водокільцевого насоса АСКРРМ зображеного на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Водокільцевий вакуумний насос АСКРРМ серії РW7-14

Водокільцеві вакуумні насоси АСКРРМ серії РW1-12-РW7-14 є одноступінчастими вакуумними насосам АСКРРМ, які призначені для всмоктування і перекачування РМ при температурі до 150°С і насичених газових парів при температурі до 100°С, це означає, що насоси АСКРРМ можуть перекачувати робочі рідини в'язкістю до 60 мм²/с для даного ТОК, і щільністю 800-1200 кг/м³ для даного ТОК, а температура води на виході з водяних насосів АСКРРМ не повинна перевищувати 80°С. Для даного типу ТЗА АСКРРМ компанія Hydro-Vacuum виробляє одноступінчасті та двоступеневі вакуумні

водокільцеві насоси АСКРРМ серії РW, тому у насосах АСКРРМ серії РW насос АСКРРМ і двигун АСКРРМ встановлені на загальній рамі, тобто обертальний момент від двигуна АСКРРМ передається на робоче колесо через вал, який в свою чергу встановлений в опорних підшипниках і пружних муфтах, що дозволяє при такій конструкції реалізувати вакуумний насос АСКРРМ значно довшим і важчим, однак, його легше обслуговувати при експлуатації АСКРРМ, особливо це стосується ситуації, коли насос АСКРРМ потрібно розібрати або замінити двигун АСКРРМ [24]. Крім того, насос АСКРРМ кріпиться на двох кронштейнах, тобто крильчатка зосереджена між підшипниками (технічний пристрій призначений для опори), що призводить до забезпечення довшого терміну експлуатації (служби), на відмінну від інтегрального насосу, який встановлений на вал двигуна або платформу крильчатки (обертовий компонент, який виготовлений із сталі, бронзи або латуні). Стандартне матеріальне виконання насосів для АСКРРМ:

1. Корпус насосу АСКРРМ: чавун 250.
2. Ротор насосу АСКРРМ: олов'яна бронза В101.
3. Вал насосу АСКРРМ: Сталь 2Н13.

Властивості матеріалів насосу АСКРРМ можуть відрізнятися в залежності від потреб і побажань замовника, наприклад корпус насосу АСКРРМ може бути виготовлений із хромистого чавуну, чи олов'яної бронзи, чи вуглецевої литої сталі, чи аустенітної литої сталі, а ротор насосу АСКРРМ може бути зроблений із ковкового чавуну, чи аустенітна лита сталь, чи вуглецева лита сталь, чи спеціальна аустенітна лита сталь, а вал насосу АСКРРМ робиться з такого матеріалу, як кислотостійка сталь. [30]

Кожен насос АСКРРМ може бути оснащений двигунами різної потужності (кВт), які підбираються індивідуально відповідно до потреб АСКРРМ.

Переваги використання вакуумного насоса АСКРРМ РW для розливу рослинного масла:

1. Висока продуктивність розливу РМ: насос АСКРРМ моделі РW7.14 має продуктивність до 1500 м³/год, що дозволяє швидко й ефективно переробляти велику кількість РМ, це надає можливість для АСКРРМ

використовувати, коли це є необхідним високі й ефективні швидкості накачування РМ в ТОК.

2. Надійність і довговічність АСКРРМ: вакуумні насоси АСКРРМ РW виготовлені з високоякісних матеріалів (з покращеними характеристиками): чавунний корпус насоса АСКРРМ, бронзове робоче колесо, вал з нержавіючої сталі, а це дозволяє забезпечити стійкість до корозії та механічних пошкоджень (вібрацій), що дуже важливо при роботі з РМ при керуванні АСКРРМ.
3. Енергоефективність АСКРРМ: насос АСКРРМ РW7.14 оснащений електродвигуном потужністю 45 кВт, а така потужність забезпечує і задовольняє вимогам ефективного використання енергії, що у подальшому призводить до зниження в АСКРРМ експлуатаційних витрат та робить процес розливу РМ більш економічним.
4. Контроль якості продукту в АСКРРМ: вакуумні насоси АСКРРМ мінімізують контакт масло-повітря, запобігаючи в ТОК окисленню та зберігаючи високу якість продукту – РМ, особливо це впливає для виду РМ - рослинних олій в ТОК, які швидко псуються під впливом кисню.
5. Безпека та гігієна в ТОК АСКРРМ: використання вакуумних насосів АСКРРМ забезпечує закритий процес екстракції, таким чином мінімізуючи ризик забруднення продукту в ТОК, а це відповідає в АСКРРМ високим стандартам харчової промисловості та забезпечує безпеку для кінцевого споживача (автоцистерна). [31]
6. Висока точність дозування в АСКРРМ: вакуумний насос АСКРРМ дозволяє точно контролювати кількість масла (за допомогою датчиків ТД), що відкачується (відпуск), що дуже важливо для режиму точного дозування під час заливки в ТОК, при цьому зменшуються втрати продукту в ТОК, а це гарантує, що відповідає необхідним кількостям.
7. Універсальність АСКРРМ: вакуумні насоси АСКРРМ можна використовувати для перекачування різноманітних рідин (різної в'язкості), у

тому числі РМ, що робить їх універсальним (специфічним) рішенням для різноманітних виробничих процесів, особливо для нашого ТОК. [30]

8. Зменшити піноутворення в ТОК: використання вакууму під час закачування зменшує ризик піноутворення в ТОК, яке може бути проблемою для деяких типів РМ, що призводить до забезпечення більш плавного процесу розливу РМ та покращує якість кінцевого продукту, а саме певний вид РМ.

Рослинні масла в нашому ТОК, розлиті в автоцистерни з використанням вакуумних насосів АСКРРМ РW7.14, пропонують значні переваги АСКРРМ, включаючи високу продуктивність АСКРРМ, енергоефективність АСКРРМ, надійність АСКРРМ, точність дозування АСКРРМ та підтримку якості продукції при керуванні АСКРРМ ТОК, тобто це робить його ідеальним для промислового застосування в АСКРРМ.



Рисунок 2.5 – Електромагнітний клапан GEVAX 1901 2”

В якості клапанів в АСКРРМ було обрано електромагнітний клапан GEVAX 1901 2 непрямої дії (опосередкована дія), як правило, цей клапан АСКРРМ загальнодоступний, тому є вигідним вибором для використання в АСКРРМ завдяки своїм унікальним характеристикам, а саме виготовлений (зроблений) із високоякісної латуні, клапан забезпечує надійність і довговічність АСКРРМ, що є дуже важливим для харчової промисловості[32].

A	B	C	D	E	F	G	H	J
66	37	23	142	35	131	103	140	161

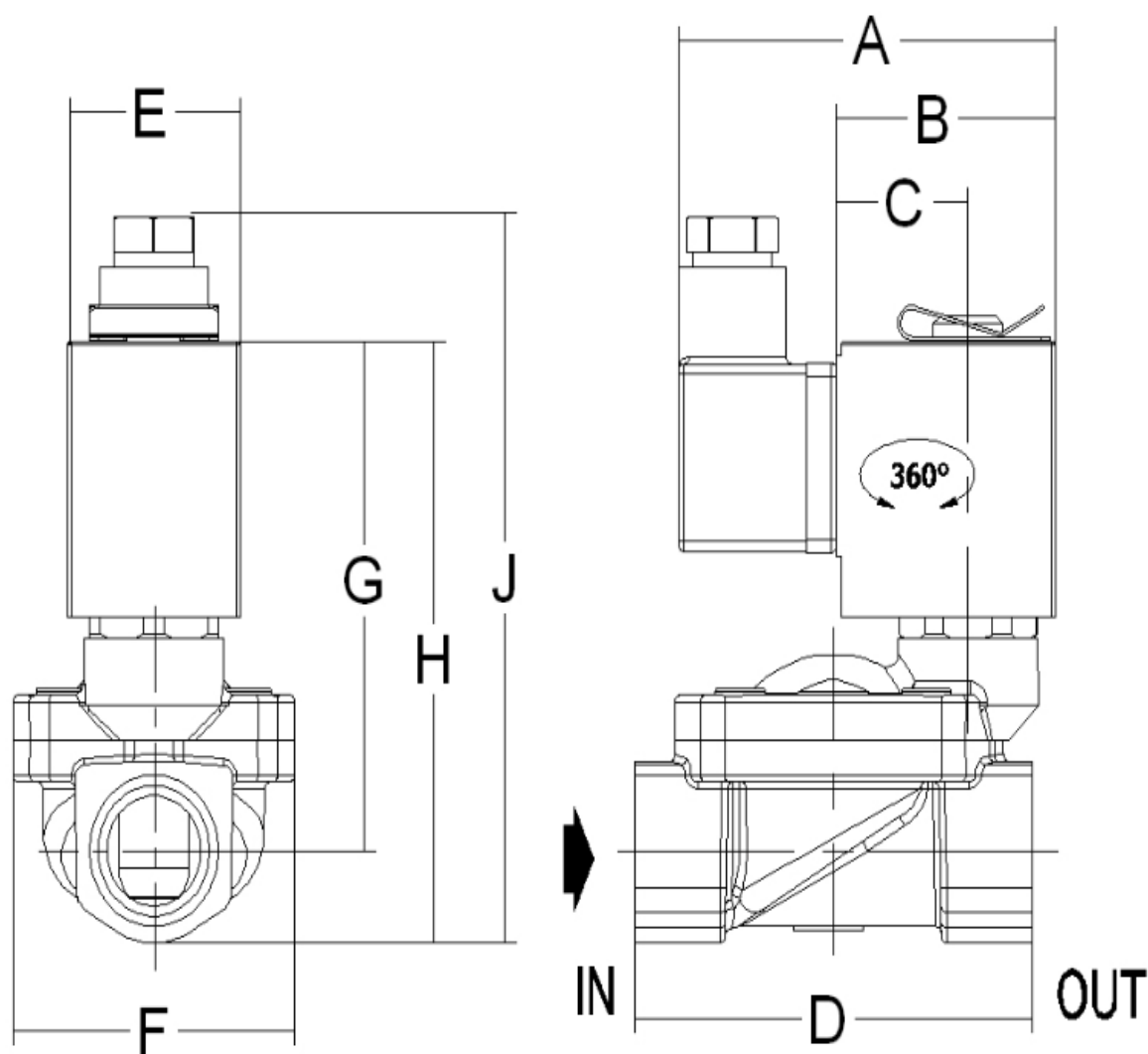


Рисунок 2.6 – Габарити електромагнітного клапану АСКРРМ GEVAX 1901 2”

Основні характеристики електромагнітного клапану АСКРРМ. Матеріал корпусу електромагнітного клапану АСКРРМ - латунь, що сприяє стійкості до корозії, сприяє хімічній інертності, і відповідно забезпечує безпечне (екологічне) використання з рослинними маслами ТОК, і тому його (клапана) робоче середовище підходить для води, РМ, підходить для масел різної консистенції, підходить для неагресивних рідин, підходить для повітря, підходить для інертних газів, ці всі речовини можуть бути використані в різних сферах харчового виробництва, а особливо в АСКРРМ для керування, контролю розливу РМ.



Рисунок 2.7 – Котушка електромагнітного клапана GEVAX 1901 2”

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ

Арк.

37

Всі клапани АСКРРМ Gevax укомплектовані електромагнітними котушками AMISCO, і напруга яких підтримує роботу з 12V DC/AC, підтримує роботу з 24V DC/AC, підтримує роботу з 220V AC, підтримує роботу з 380V AC, що забезпечує гнучкість у виборі джерела живлення, що є великою перевагою для АСКРРМ. [32]

Клапани АСКРРМ комплектується такими мембранами:

- NBR мембрана клапана АСКРРМ для якої температура середовища - 10 ° С + 80 ° С використовується для води, використовується для РМ, використовується для масла з низькою в'язкістю, використовується для неагресивних рідин, використовується для повітря і інертних газів.
- EPDM мембрана клапана АСКРРМ для якої температура середовища - 10 ° С + 140 ° С використовується для гарячої води (прочистка), використовується для пару (прочистка), використовується для кислоти, використовується для луги, і важливим показником є те, що він не стійкий до нафтопродуктів.
- FKM мембрана клапана АСКРРМ температура середовища - 10 ° С + 150 ° С використовується для бензин, використовується для дизпаливо, використовується для нафтопродукти, використовується для повітря з РМ, використовується для води до 90 ° С, і також є не стійким до пару в ТОК.

Клапани АСКРРМ мають температуру середовища від -10°C до +80°C, що важливо (має велику цінність) для підтримки стабільності якості РМ під час розливу в ТОК, а робочий тиск електромагнітного клапану АСКРРМ GEVAX 1901 2 від 0.5 до 10 бар в ТОК, що дозволяє точно контролювати потік РМ та запобігає його розливу в ТОК, а також геометричний розмір приєднання його в ТОК дорівнює 2, що підходить для стандартних трубопроводів (та інших комунікацій) у виробничих лініях, і при цьому досягається пропускну здатність клапанів в АСКРРМ GEVAX 1901 2 - 575 л/хв, що забезпечує високопродуктивний розлив РМ, мінімізуючи час простоїв в ТОК. [34]

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		38

Ступінь захисту клапана з котушкою в АСКРРМ IP65, що гарантує захист від пилу і вологи, забезпечуючи безперебійну (неперервну) роботу в умовах підвищеної вологості на виробництві клапанів в АСКРРМ. [34]

Чому цей клапан в АСКРРМ підходить для розливу РМ:

- Надійність і довговічність клапана в АСКРРМ: він має латунний корпус, він має високий ступінь захисту - IP65, він забезпечує довговічність себе, він має стабільну роботу навіть в агресивних виробничих умовах ТОК.
- Гнучкість у налаштуваннях клапана в АСКРРМ: він має підтримку різних напруг, він має широкий діапазон робочих температур, він має універсальність (специфічність) для різних виробничих ліній та ТОК.
- Ефективність клапана в АСКРРМ: він має високу пропускну здатність, він забезпечує швидкий розлив РМ, він підвищує ефективність виробничого процесу в ТОК. [1]
- Безпека РМ в ТОК: оскільки латунний корпус клапана в АСКРРМ не взаємодіє з РМ, забезпечуючи їх безпеку і якість ТОК.

Цей клапан в АСКРРМ є надійним і ефективним рішенням для автоматизації процесу розливу РМ, забезпечуючи стабільність АСКРРМ, високу продуктивність АСКРРМ і відповідність всім необхідним стандартам якості ТОК. [16]

Зворотні вентиляційні клапани в АСКРРМ 1 1/4" BSP, які виготовлені з нержавіючої сталі, і призначені в ТОК для встановлення на трубопроводі, щоб запобігти поверненню РМ у разі несправності насоса АСКРРМ, розриву або опромінення трубопроводу в ТОК, саме такі зворотні клапани в АСКРРМ можуть бути встановлені в будь-якому положенні в АСКРРМ, і зазвичай використовуються при температурі - 20°C, а від 80 до 240 градусів Цельсія, відбувається склеювання (інтеграція) металу до металу, а також зворотний клапан, який використовується в АСКРРМ, можна встановлювати на цистерни (автоцистерни) та дозовані баки, які перевозять не тільки РМ, однак, і паливо,

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		39

наприклад, і бензин, і дизпаливо або інші нафтопродукти в ТОК, ці продукти важливі для безпеки ТОК і працездатності транспортних засобів[21].



Рисунок 2.9 – Дихальний зворотній клапан АСКРРМ BSP 1 1/4"

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ

Арк.

40



Рисунок 2.10 – Дихальний зворотній клапан АСКРРМ BSP 1 1/4" приєднаний до дозованого баку в ТОК

Цистерни, резервуари або дозовані баки в ТОК для РМ можуть піддаватися змінам тиску всередині, завдяки змінам температури у обраній масляній культурі (вид РМ) та в залежності від рівня самої культури, тобто виду РМ, а це буде означати, тільки одне, що зворотний клапан АСКРРМ автоматично компенсує дані зміни завдяки запобіганням надмірного вакууму і тиску всередині ДБ, а це в АСКРРМ є дуже важливим фактором для запобігання пошкодженню тари в ТОК та забезпечення безпечного транспортування РМ, а також для запобігання пожежі та вибуху, і звичайно, клапан АСКРРМ запобігає потраплянню окислювачів, таких як кисень, в середину виміряного ДБ, що може сприяти запаленню у разі витoku легкозаймистих рідин[28].

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

КвРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ

Арк.

41

Вентиляційний клапан АСКРРМ має унікальну конструкцію, що дозволяє повітрю вільно надходити в ДБ і виходити з них, а також він в ТОК запобігає проникненню вологи, пилу та інших забруднюючих речовин. Як правило, клапан в АСКРРМ має спеціальну мембрану або фільтр всередині, який пропускає повітря, але не затримує частинки або рідини, і коли тиск в ДБ або резервуарі збільшується, наприклад, через збільшення об'єму РМ з підвищенням температури, тоді випускний клапан АСКРРМ може відкритися, дозволяючи додатковому тиску вийти назовні, а коли тиск в ДБ знижується, наприклад, через конденсацію рідини (РМ) при низьких температурах, в ДБ відкривається клапан, що дозволяє випустити повітря і вирівнює тиск в ДБ[24].

Таким чином, дихальний (зворотний) клапан АСКРРМ є важливим пристроєм, який гарантує безпечність, надійність транспортування легкозаймистих рідин (РМ) в ТОК, а це у свою чергу допомагає запобігти пошкодженню ДБ, мінімізує ризик заpalення або вибуху в ТОК, і забезпечує безперебійну роботу ТОК в різних умовах транспортування. До клапана АСКРРМ прикріплена вогнестійка касета з алюмінієвої стрічки, щоб запобігти потраплянню полум'я та іскор у ДБ в ТОК[17].

Тензодатчик АСКРРМ Keli ZSFY-A 30t представляє собою ТД колонного типу, призначений для надточного вимірювання РМ та рідин різної густини (щільності), і підходить під будь який тип вантажних ваг в ДБ, його легко встановити завдяки простому та надзвичайно зручному дизайну, а оскільки він виготовлений та створений з високолегованої сталі (з підвищеною якістю), тому забезпечує довговічність і надійність ТОК в агресивних середовищах, а також він має захист за стандартом IP68 для запобігання проникнення вологи і пилу. ТД коливається від -30°C до $+70^{\circ}\text{C}$, а якщо ТД для АСКРРМ, що працює в екстремальному температурному режимі, повністю сертифікований в Україні.

ТД-и в АСКРРМ задовольняють вимогам поставленого технічного завдання на АСКРРМ, і їх калібрування відбувається таким чином, що вони показують загальну вагу РМ, тобто масу РМ в ДБ, а його фото представлено на рисунку 2.11.

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		42



Рисунок 2.11 – Тензодатчик АСКРРМ Keli ZSFY-A 30t

Датчик для АСКРРМ поставляється у картонній коробці в комплектації із закладними чашками, а загальна (повна) комплектація (рисунок 2.12) включає датчик (тензодатчик) і екранований морозо-жаростійкий кабель з покращеною електромагнітною сумісністю, а довжина морозо-жаростійкого кабелю ТД становить 16 метрів. [21]

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ

Арк.

43



Рисунок 2.12 – Комплектація тензодатчика АСКРРМ Keli ZSFY-A 30t

2.3. Висновки до другого розділу

На основі визначених у першому розділі стадій та етапів життєвого циклу АСКРРМ було розроблено структурну схему АСКРРМ, а також описаний її алгоритм функціонування, де відокремленні ті моменти, що стосуються особливостей використання клапанів в АСКРРМ, калібрування та налаштування ТД, вибір режимів роботи АСКРРМ та вибору виду РМ для заправки автоцистерни в загальному представлені її в ТОК.

На базі розробленої структурної схеми АСКРРМ, з уточненням деяких специфічних особливостей технічного завдання на АСКРРМ було обґрунтовано вибір ТЗА АСКРРМ та вимоги до них, і встановлено їхні переваги з точки зору їх конструкційних характеристик, а також параметрів матеріалу із якого вони зроблені, щоб задовільнити екологічні потреби ТОК та можливість стікання РМ, яке залишається в комунікаційному обладнанні ТОК в дозований бак.

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ

Арк.

44

3. ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗЛИВУ РОСЛИННОГО МАСЛА

3.1. Автоматизована система керування розливу рослинного масла як дискретний автомат

Природна мова для опису алгоритму, тобто програми керування АСКРРМ, незважаючи на свою строгість (точність), не спроможна з великою точністю і чіткістю описувати явища в АСКРРМ, процеси і програми керування АСКРРМ, тому необхідно використовувати формальний опис функцій АСКРРМ, що забезпечує узгодженість, а також повноту завдань законів роботи (алгоритму керування) АСКРРМ, і оскільки, дуже часто на практиці багато розробників і програмістів АСКРРМ, зазвичай не застосовують спеціальні формальні мови для алгоритму керування АСКРРМ, однак, це призводить до програмно-технічних проблем, які безпосередньо пов'язані з природною мовою до етапу програмування АСКРРМ, таким чином, з урахуванням цього, в принципі є можливість привести до створення високоякісних АСКРРМ, хоча розробникам часто доводиться збільшувати громісткість роботи, а саме вносити численні зміни і доповнення в розроблену АСКРРМ, які виявляються під час проектування –це нераціональний підхід. [1]

Для подолання недоліків та проблем під час проектування прикладного ПЗ в АСКРРМ, раціональним буде використання автоматного підходу (опису) ПЗ АСКРРМ, що значно спрощує програмування таких систем, як АСКРРМ, стани яких можна описати, як набір режимів АСКРРМ, причому кожен режим визначається комбінацією входів і виходів цифрового автомату ПЗ, де цифровий (дискретний) автомат - це перетворювач (дискретний пристрій) інформації з кінцевим набором дискретних внутрішніх станів і розривів при переході програмного цифрового автомата ПЗ АСКРРМ, з одного стану в інший, і перехід зі

стану в інший стан можливий, тільки через певний час вибірки для цього програмного автомата ПЗ АСКРРМ, і якщо при цьому є можливість однозначно встановити (визначити) стан виходу кожного режиму програмного автомата ПЗ АСКРРМ, тоді являє програмний автомат ПЗ АСКРРМ, представляє собою комбінаторну схему, тобто програмний автомат без пам'яті, в якій реалізована теорія автоматів (цифрових автоматів). Зміну стану програмного автомата спричиняють вхідні сигнали (вхідний алфавіт), які виникають поза програмним автоматом ПЗ АСКРРМ, і передаються кінцевим числом вхідних каналів, а результатом роботи програмного автомата ПЗ АСКРРМ є видача вихідних сигналів (вихідний алфавіт), які передаються на зовні по кінцевому числу вихідних сигналів. На основі цього можна, зробити висновок, що теорія автоматів може бути використана для опису алгоритмічних процесів в АСКРРМ, тобто під час його проектування. [12]

У рамках теорії автоматів (цифрових автоматів) для опису програмних автоматів ПЗ АСКРРМ, застосовують автоматні таблиці та спрямовані орієнтовні графи переходів, при чому з урахуванням у першому розділі структурних рішень АСКРРМ, впливає, що для простих централізованих АСКРРМ, після складання автоматної таблиці можна переходити до етапу програмування, минаючи етап розроблення алгоритму керування АСКРРМ, в іншому випадку, тобто у низці випадків написання керівного прикладного ПЗ АСКРРМ, може бути полегшене за рахунок формалізації програмування, тобто формалізації алгоритму керування ПЗ АСКРРМ, тобто автоматна структура типу, якщо вхід 1 програмного -TRUE та вхід 2 програмного автомата - TRUE, тоді вихід 3 програмного автомату -TRUE легко записується за допомогою операторів вибору (case), це стосується, насамперед, програмування технологічних контролерів (ПЛА, ПАК, ІК) і підсистем локального керування (інтелектуальні програмовані модулі –жорстка логіка). [22]

Для складання автоматної таблиці програмного автомату ПЗ АСКРРМ необхідно:

- розробити модель взаємозв'язку: ТОК - АСКРРМ – оператор;

- встановити сукупність точок, з яких у АСКРРМ надходить необхідна інформація, тобто з датчиків АСКРРМ, з КВП та сигнали від оператора, і куди подають керівні впливи, тобто на виконавчі механізми АСКРРМ;

- відмежувати комбінації входів АСКРРМ, які можуть зустрітися під час функціонування ТОК;

- позначити режими ТОК;

- для кожного режиму ТОК записати стан виходів АСКРРМ;

- якщо було однозначно визначити стан виходів ТОК для кожного з режимів ТОК, то складається автоматна таблицю ПЗ АСКРРМ;

- у випадку, не можливості однозначно заповнити автоматну таблицю ПЗ АСКРРМ, тобто у такій таблиці, у якій кожному вхідному набору ПЗ АСКРРМ однозначно відповідає єдиний вихідний набір ПЗ АСКРРМ, тоді це означає, що в ПЗ АСКРРМ є недостатньо кількість входів, і тоді необхідно, у цьому разі підвищити кількість входів у АСКРРМ додаванням нових датчиків АСКРРМ, контрольно-вимірювальних приладів АСКРРМ, або введенням пам'яті в програмний автомат ПЗ АСКРРМ; [11]

- в разі введення додаткових ТЗА, тобто датчиків чи контрольно-вимірювальних пристроїв в АСКРРМ, повторюються етапи (пункти)1-6, у подальшому, якщо в результаті вийшла для програмного автомату ПЗ АСКРРМ остаточний варіант комбінаційної схеми, тоді переходять до етапу програмування АСКРРМ.

У результаті введення пам'яті в програмний автомат ПЗ АСКРРМ, надається можливість фіксувати дії (операції), які програмний автомат ПЗ АСКРРМ формував в минулому (в попередні моменти часу), така пам'ять у моделі ПЗ АСКРРМ може бути введена завдяки додаванню одного входу, тобто стан пам'яті на початку циклу програмного автомату ПЗ АСКРРМ, і виходу, тобто стан пам'яті програмного автомату ПЗ АСКРРМ наприкінці циклу, формування даних входу і виходу розробник (програміст АСКРРМ) використовує на свій розсуд для отримання комбінаційної схеми програмного автомату ПЗ АСКРРМ. [22]

Розглянемо приклад проектування програмного автомату (прикладного ПЗ) довільної СК без пам'яті: нехай необхідно розробити (проектувати) ПЗ СК підлогою з електрообігрівачем, що у свою чергу, складається з двох нагрівальних елементів (ТЕН-и), де температура підлоги понад 16°C ТОК означає, що ПЗ СК вмикає обидва нагрівальні елементи (ТЕН-и) ТОК, при температурі підлоги від 12 до 16°C ТОК, ПЗ СК увімкнено один нагрівальний елемент (ТЕН1), а якщо температура від 8 до 12°C ТОК, тоді увімкнено два ТЕН-и, ТЕН1 та ТЕН2 відповідно, а при умові, якщо температура підлоги нижча за 8°C, ПЗ СК вмикає два ТЕН-и і видає сигнал аварії (аварійна ситуація), при цьому основним збуджуючим впливом (зовнішню дією на ТОК) є температура навколишнього середовища. На першому етапі розробляємо модель взаємозв'язку ТОК – СК, яку представлено на рисунку 3.1.

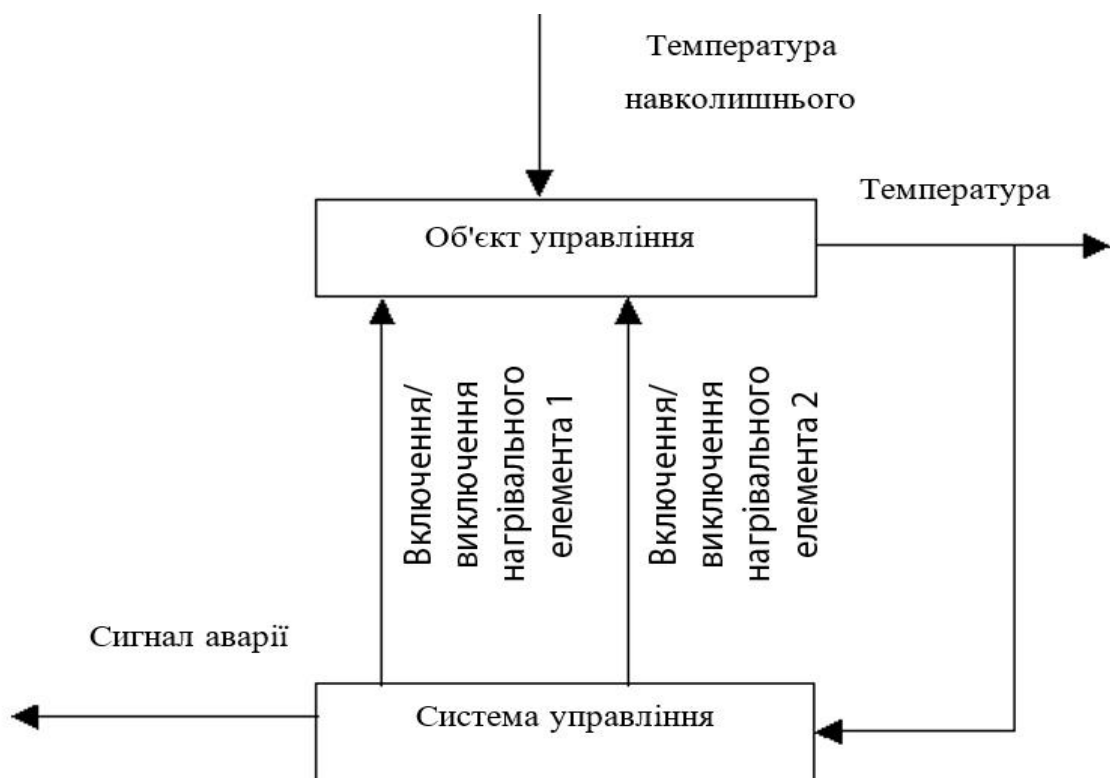


Рисунок 3.1 - Модель взаємозв'язку ТОК-СК підлогою для керування температурою

У СК один аналоговий вхід, відповідно і програмному автомату ПЗ СК, тобто саме та точка, куди надходить інформація від датчика температури підлоги до СК (ПЗ СК), і три дискретні виходи СК для надання керуючого

впливу першому і другому ТЕН-у, а також третій вихід для сигналу аварії в СК (ПЗ СК). Позначимо вхід – AnalogSignalTemperature, а виходи – ONTEN₁, ONTEN₂, SignalAlarm, відповідно увімкнення/вимкнення першого ТЕН-у, увімкнення/вимкнення другого ТЕН-у та увімкнення/вимкнення сигналу аварії в СК, при цьому комбінації вхідних сигналів (вхідний алфавіт) програмного автомату ПЗ СК, які можуть зустрітися під час функціонування СК-ТОК, наведено в таблиці 3.1, а вихідних (вихідний алфавіт) - у таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Можливі комбінації вхідних сигналів (вхідний алфавіт) програмного автомату ПЗ СК

AnalogSignalTemperature	Назва режиму, тобто стани для ТОК
AnalogSignalTemperature >16°C	Два ТЕН-и - OFF
AnalogSignalTemperature ≥12°C і AnalogSignalTemperature ≤16°C	Один ТЕН1 -ON
AnalogSignalTemperature ≥8°C і AnalogSignalTemperature ≤12°C	ТЕН1-ON і ТЕН2-ON
AnalogSignalTemperature <8°C	STATE-ALARM

Таблиця 3.2- Можливі комбінації вихідних сигналів (вихідний алфавіт) програмного автомату ПЗ СК

Виходи програмного автомату ПЗ СК			Назва режиму, тобто стани для ТОК
ONTEN ₁	ONTEN ₂	SignalAlarm	
FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	Два ТЕН-и - OFF
TRUE (HIGH)	FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	Один ТЕН1 -ON
FALSE (LOW)	TRUE (HIGH)	FALSE (LOW)	-
TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	FALSE (LOW)	ТЕН1-ON і ТЕН2-ON
FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	TRUE (HIGH)	-
TRUE (HIGH)	FALSE (LOW)	TRUE (HIGH)	-
FALSE (LOW)	TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	-
TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	STATE-ALARM

На наступному етапі, враховуючи дані таблиць 3.1 і 3.2 будуємо для програмного автомату ПЗ СК автоматну таблицю, результатом, якої буде таблиця 3.3.

Таблиця 3.3 - Автоматна таблиця програмного автомату ПЗ СК

Входи	Виходи програмного автомату ПЗ СК			Назва режиму, тобто стани для ТОК
	ONTEN1	ONTEN2	SignalAlarm	
AnalogSignalTemperature >16°C	FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	Два ТЕН-и - OFF
AnalogSignalTemperature ≥12°C і AnalogSignalTemperature ≤16°C	TRUE (HIGH)	FALSE (LOW)	FALSE (LOW)	Один ТЕН1 -ON
AnalogSignalTemperature ≥8°C і AnalogSignalTemperature ≤12°C	TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	FALSE (LOW)	ТЕН1-ON і ТЕН2-ON
AnalogSignalTemperature <8°C	TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	TRUE (HIGH)	STATE-ALARM

Примітка: у деяких випадках для ПЗ СК за автоматною таблицею можна одразу написати керуючу програму, тобто реалізація програмного автомату ПЗ СК, наприклад, якщо змінні AnalogSignalTemperature, ONTEN1, ONTEN2, SignalAlarm пов'язані з відповідними технологічними змінними ПЗ СК, тобто сигналами, то програма керування ТОК мовою Structured text (ST) для автоматної таблиці 3.3 матиме такий вигляд:

IF AnalogSignalTemperature > 16 *THEN*

 ONTEN1: = *FALSE*;

 ONTEN2: = *FALSE*;

 SignalAlarm: = *FALSE*;

END_IF;

IF AnalogSignalTemperature >= 12 *AND* AnalogSignalTemperature ≥ 16 *THEN*

 ONTEN1: = *TRUE*;

 ONTEN2: = *FALSE*;

 SignalAlarm: = *FALSE*;

```

        END_IF;
IF AnalogSignalTemperature >= 8 AND AnalogSignalTemperature <= 12 THEN
    ONTEN1: = TRUE;
    ONTEN2: = TRUE;
    SignalAlarm: = FALSE;
        END_IF;
IF AnalogSignalTemperature < 8 THEN
    ONTEN1: = TRUE;
    ONTEN2: = TRUE;
    SignalAlarm: = TRUE;
        END_IF;

```

Для проектування програмних автоматів ПЗ СК, крім автоматних таблиць у теорії автоматів (цифрових автоматів) застосовують орієнтовані (спрямовані) графи переходів, такий орієнтований граф програмного автомату ПЗ СК представляє собою комбінацію вершин (комбінацію станів-ТОК), які зображаються колами, і з'єднувальних стрілок - ребер орієнтованого графу програмного автомату ПЗ СК, де вершини (кола графа) відповідають станам ТОК, а стрілки - вхідним сигналам (вхідний алфавіт), тобто умови переходу між станами ТОК, і відповідно між станами програмного автомату. На рисунку 3.2 показано орієнтований граф переходів програмного автомату ПЗ СК, що відповідає автоматній таблиці 3.3, такий граф часто називають автоматний граф. У середині кружечків (кола станів) показано комбінації виходів ПЗ СК, що відповідають станам ТОК, а стрілками показано можливі величини вхідного сигналу ПЗ СК *AnalogSignalTemperature*, що призводять до зміни режиму ТОК, при цьому якщо величина вхідного сигналу ПЗ СК *AnalogSignalTemperature* не змінюється, то СК, а відповідно і програмний автомат ПЗ СК переходить у режим, у якому він перебував в попередньому моменті часу. Однак, іноді розробнику програми керування СК, не вдається скласти автоматну таблицю програмного автомату,

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		51

таким чином, щоб для ПЗ СК, тобто програмного автомату ПЗ СК кожному вхідному набору, відповідав, тільки єдиний вихідний набір (вихідний алфавіт), і у цьому разі використовується пам'ять програмного автомату ПЗ СК, тобто програмний автомат ПЗ СК з пам'яттю, приклад такого програмного автомату, зі складанням автоматної таблиці ПЗ СК для СК з пам'яттю представлено нижче. Нехай необхідно спроектувати ПЗ СК електрообігрівальною підлогою, що складається з одного ТЕН-а ТОК, при температурі підлоги понад 16°C ТЕН1 – вимкнено (OFF), а при температурі підлоги (ТОК) від 8 до 16°C ТЕН1 – увімкнено (ON), при умові, що температура ТОК -підлоги нижча за 8°C , тоді ПЗ СК має видаватися сигнал аварії – Alarm, і, якщо ТЕН1 було увімкнено (ON), то слід залишити його увімкненим (ON), а якщо ТЕН1 був вимкненим (OFF), тобто температура ТОК зменшилася стрибком за час, який менший за такт опитування датчика температури СК, то вмикати ТЕН1 не слід, як і бачимо основним збуджуючим впливом є температура навколишнього середовища ТОК.

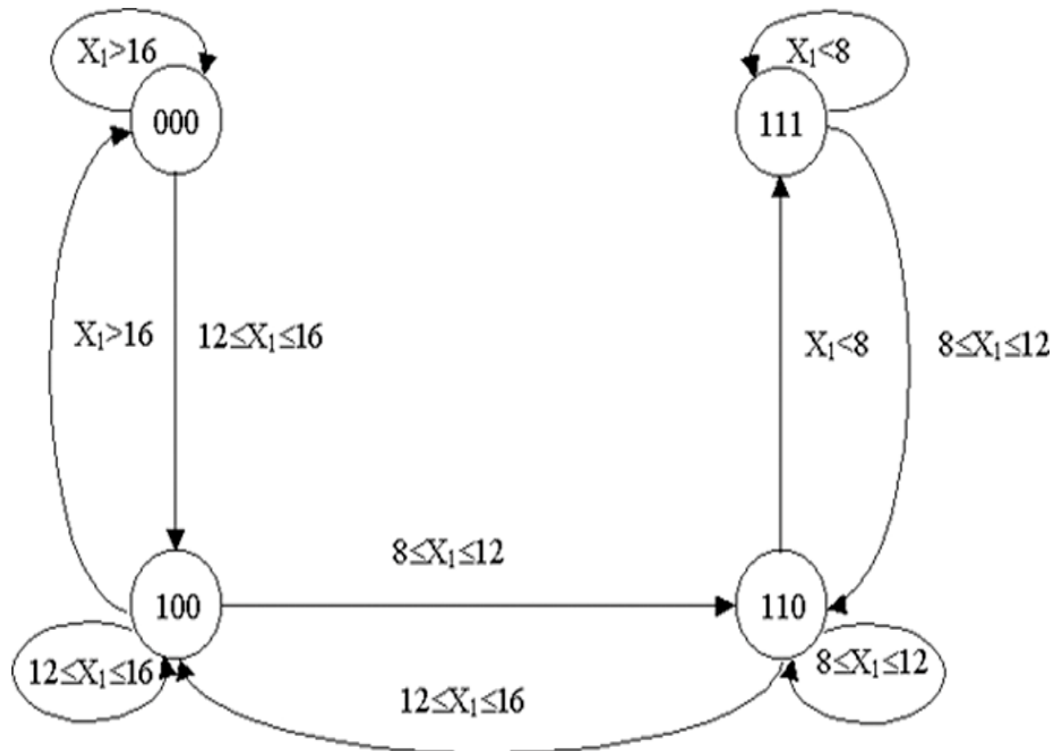


Рисунок. 3.2 - Автоматний граф програмного автомату ПЗ СК

Проводячи аналіз даного технічного завдання на ПЗ СК, стає зрозуміло, що саме за такої постановки технічного завдання на ПЗ СК, програміст, тобто розробник ПЗ СК, вже не зуміє усунути неоднозначність в отриманій автоматній таблиці програмного автомату ПЗ СК, тому що вихідний набір СК, в такій постановці технічного завдання на ПЗ СК, залежить тепер не тільки від величини сигналу з датчика температури СК, а й від того, в якому положенні буде перебувати ТЕН1: увімкненому (ON) або вимкненому (OFF). Створюємо (проектуюмо) модель взаємозв'язку ТОК – СК, яка представлена рисунком 3.3.

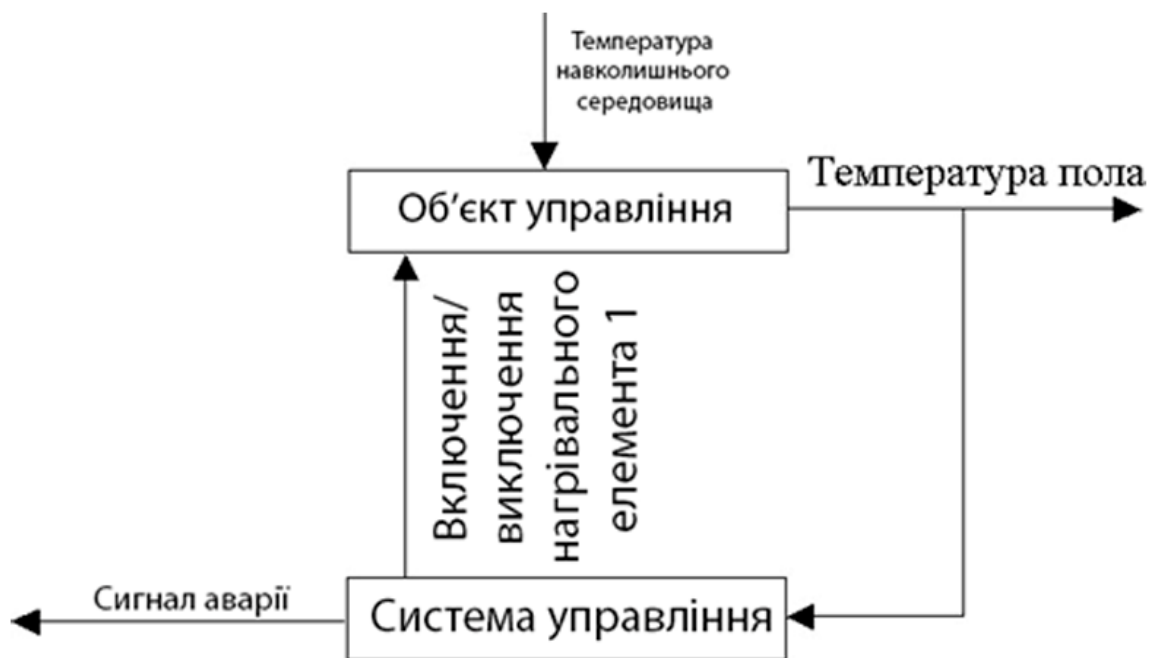


Рисунок 3.3 - Модель взаємозв'язку ТОК – СК підлогою, що обігривається, одним ТЕН-ом

У СК є тільки один аналоговий вхід – це точка, куди надходить інформація (дані ТОК) від датчика СК температури підлоги, а також в СК є два дискретні виходи для ТОК, тобто подання керівного впливу на ТЕН1, а також вихід для сигналу аварії СК. Позначимо вхід програмного автомату ПЗ СК - AnalogSignalTemperature, а виходи програмного автомату ПЗ СК – ONTEN1, ALARM, відповідно ввімкнення/вимкнення ТЕН1 і ввімкнення/вимкнення сигналу

аварії СК, а можливі комбінації вхідного і вихідного алфавітів (сигналів) програмного автомату ПЗ СК наведено в таблицях 3.4 і 3.5.

Таблиця 3.4 - Можливі комбінації вхідних сигналів (вхідного алфавіту) програмного автомату ПЗ СК

AnalogSignalTemperature	Назва режиму, тобто стани для ТОК
AnalogSignalTemperature >16°C	ТЕН1- OFF (вимкнений)
AnalogSignalTemperature ≥8°C і AnalogSignalTemperature ≤16°C	ТЕН1- ON (увімкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C	ALARM-ТЕН1- OFF (вимкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C	ALARM-ТЕН1- ON (увімкнений)

Таблиця 3.5 - Можливі комбінації вихідних сигналів (вихідного алфавіту) програмного автомату ПЗ СК

ONTEN1	ALARM	Назва режиму, тобто стани для ТОК
FALSE (LOW-0)	FALSE (LOW-0)	ТЕН1- OFF (вимкнений)
TRUE (HIGH-1)	FALSE (LOW-0)	ТЕН1- ON (увімкнений)
TRUE (HIGH-1)	TRUE (HIGH-1)	ALARM-ТЕН1- ON (увімкнений)
FALSE (LOW-0)	TRUE (HIGH-1)	ALARM-ТЕН1- OFF (вимкнений)

Складаємо автоматну таблицю програмного автомату ПЗ СК таблиця 3.6.

Таблиця 3.6 - Автоматна таблиця програмного автомату ПЗ СК

Входи програмного автомату ПЗ СК	Виходи програмного автомату ПЗ СК		Назва режиму, тобто стани для ТОК
	ONTEN1	ALARM	
AnalogSignalTemperature >16°C	FALSE (LOW-0)	FALSE (LOW-0)	ТЕН1- OFF (вимкнений)
AnalogSignalTemperature ≥8°C і AnalogSignalTemperature ≤16°C	TRUE (HIGH-1)	FALSE (LOW-0)	ТЕН1- ON (увімкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C	TRUE (HIGH-1)	TRUE (HIGH-1)	ALARM-ТЕН1- ON (увімкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C	FALSE (LOW-0)	TRUE (HIGH-1)	ALARM-ТЕН1- OFF (вимкнений)

Аналіз та дослідження отриманих таблиць для програмного автомату ПЗ СК, показує, що неможливо однозначно визначити стан виходів програмного автомату СК за температури $<8^{\circ}\text{C}$, тому є необхідним для даного програмного автомату ПЗ СК вести пам'ять, тоді модель програмного автомату ПЗ СК матиме вигляд, представлений на рисунку 3.4. Згідно даного рисунку 3.4, під час створення автоматної таблиці програмного автомату ПЗ СК, необхідно враховувати, що для однозначного визначення режиму (стану ТОК) роботи необов'язково знати стан усіх входів програмного автомату ПЗ СК, дуже часто режим (стан ТОК) роботи можна однозначно визначити, знаючи стан, тільки, кількох входів програмного автомату ПЗ СК, і у такому випадку, в програмному автоматі ПЗ СК, кілька входів, тоді доцільно розташувати їх в автоматній таблиці програмного автомату ПЗ СК в порядку убавання (зменшення) важливості з погляду їхньої інформативності. Наприклад, якщо в програмному автоматі ПЗ СК є кнопка пуск (Start), вхід пам'яті (state) та датчик температури (analog signal), то з погляду інформативності програмного автомату ПЗ СК, вони мають бути розташовані в такому порядку: кнопка пуск (Start)- датчик температури (analog signal) - вхід пам'яті (state).

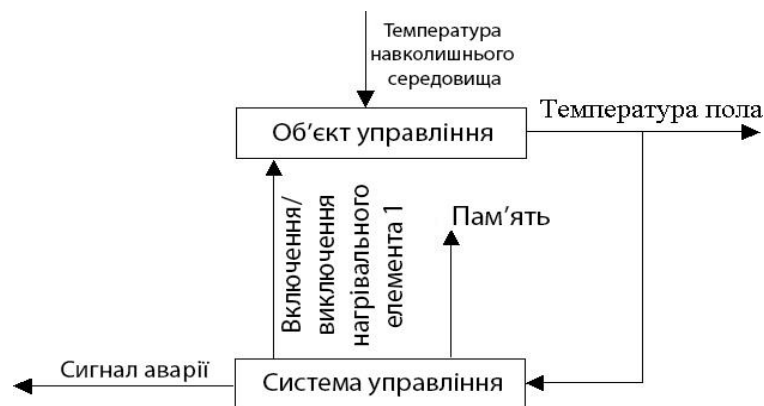


Рисунок 3.4- Модель програмного автомату ПЗ СК підлогою з пам'яттю

У подальшому в розроблену автоматну таблицю програмного автомату ПЗ СК, а саме в таблицю 3.6, додаємо входи і виходи пам'яті (state memory), відповідно `inputsignal` і `outputsignal` і отримуємо автоматну таблицю з урахуванням пам'яті (таблиця 3.7)

У програмному автоматі ПЗ СК, початковий момент часу значення пам'яті (state memory) на початку циклу автоматної програми СК дорівнює значенню, яке присвоєне під час програмування СК, тобто безпосередньої реалізації програмного автомату ПЗ СК, тому запускати програмний автомат ПЗ СК з пам'яттю можна тільки в тих в режимах (станах ТОК), у яких, коли для однозначного визначення керуючих дій СК, значення пам'яті програмного автомату ПЗ СК на початку циклу не має значення.

Таблиця 3.7 - Автоматна таблиця програмного автомату ПЗ СК з урахуванням пам'яті

Входи програмного автомату ПЗ СК		Виходи програмного автомату ПЗ СК			Назва режиму, тобто стани для ТОК
AnalogSignalTemperature	input signal	ONTEN1	ALARM	outputsignal	
AnalogSignalTemperature >16°C		FALSE (LOW-0)	FALSE (LOW-0)		ТЕН1- OFF (вимкнений)
AnalogSignalTemperature ≥8°C і AnalogSignalTemperature ≤16°C		TRUE (HIGH-1)	FALSE (LOW-0)		ТЕН1- ON (увімкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C		TRUE (HIGH-1)	TRUE (HIGH-1)		ALARM-ТЕН1- ON (увімкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C		FALSE (LOW-0)	TRUE (HIGH-1)		ALARM-ТЕН1- OFF (вимкнений)

Таблиця 3.8 - Підсумкова (кінцева) автоматна таблиця програмного автомату ПЗ СК з урахуванням пам'яті

Входи програмного автомату ПЗ СК		Виходи програмного автомату ПЗ СК			Назва режиму, тобто стани для ТОК
AnalogSignalTemperature	input signal	ONTEN1	ALARM	outputsignal	
AnalogSignalTemperature >16°C	*	FALSE (LOW-0)	FALSE (LOW-0)	1	ТЕН1- OFF (вимкнений)
AnalogSignalTemperature ≥8°C і AnalogSignalTemperature ≤16°C	*	TRUE (HIGH-1)	FALSE (LOW-0)	2	ТЕН1- ON (увімкнений)

AnalogSignalTemperature <8°C	2	TRUE (HIGH-1)	TRUE (HIGH-1)	2	ALARM-TEH1- ON (увімкнений)
AnalogSignalTemperature <8°C	1	FALSE (LOW-0)	TRUE (HIGH-1)	1	ALARM-TEH1- OFF (вимкнений)

3.2. Зовнішній алгоритм керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла

Найпоширенішим, з практичної точки зору, способом опису функціонування ПЗ АСКРРМ є алгоритм, відомий із курсу програмування (інформатики) у вигляді блок-схеми алгоритму, тобто потокові блок-схеми, такий алгоритм керування ТОК – це однозначна кінцева послідовність виконання операцій (дій) спрямованих на ТОК, що визначають перетворення вихідних даних (вхідний алфавіт) у необхідний вихідний результат впливу на ТОК. Зовнішній алгоритм керування ТОК дає змогу програмістам розібратися з особливостями ТП і перейти до написання керуючої програми (програмного автомату ПЗ СК), він може бути описаний різними способами, основним з яких є блок-схема АК, що виконується відповідно до ДСТУ, при цьому найчастіше ТП полягає у виконанні кількох операцій (законів керування даним ТОК), крім того, КОМ може працювати в декількох режимах, які відрізняються один від одного, під час розроблення зовнішніх алгоритмів для таких АСКРРМ виявляється, що їхні схеми (блок-схеми АК) через велику кількість блоків стають громіздкими. Для того, щоб подолати цей недолік в представленні АК АСКРРМ доцільно його схему розділити на кілька частин, тобто поділ усього АК АСКРРМ на низку АК АСКРРМ виконання технологічних операцій ТОК або АК різних режимів роботи КСК. За такого підходу зовнішній АК АСКРРМ складається з одного основного АК АСКРРМ та кількох АК у вигляді підпрограм АСКРРМ, що викликаються з основною підпрограмою (функція, функціональний блок), при цьому спрощується розробка всього АК АСКРРМ, і зменшується кількість помилок при розробці ПЗ АСКРРМ. Отриманий складений АК для АСКРРМ відповідає сучасним концепціям структурованого

програмування (алгоритмічного програмування – імперативне програмування), за якого програма керування АСКРРМ складається з основного завдання (основна програма) та викликаних із нього за певними умовами кількох приватних завдань (підпрограми АСКРРМ).

Будь-який процес керування в АСКРРМ складається з трьох складових: отримання інформації для АСКРРМ; аналіз отриманої інформації в АСКРРМ та ухвалення (прийняття) рішення в АСКРРМ; реалізація прийнятого рішення в АСКРРМ. В АСКРРМ ТОК містить у собі кілька ОК, де керування кожним ОК в ТОК складається з трьох зазначених складових, а у реальних ТП часто виникають ситуації, коли необхідно одночасно керувати кількома ОК. Така організація паралельного (одночасного) виконання кількох програм керування АСКРРМ, тобто в мультипрограмному режимі його роботи, можлива за допомогою СРЧ. Цю особливість під час розроблення АК АСКРРМ ураховують у такий спосіб: відбувається розробка та проектування основного АК АСКРРМ, у якому описуються дії з підготовки КСК до запуску ТОК, умови виконання підпрограм в АСКРРМ, запуск підпрограм в АСКРРМ, порядок зупинки ТОК тощо; створення алгоритмів підпрограм АСКРРМ (функція та функціональний блок), що відповідають різним режимам роботи ТОК і технологічним операціям (їх стани); для громіздких АК підпрограм АСКРРМ доцільно подальше їх розбиття, тобто метод декомпозиції; для кожної підпрограми АСКРРМ визначається періодичність її виконання. Іншою особливістю АК ТП є відсутність блоків закінчення основного АК під час керування безперервними ТП, при цьому аварійне зупинення АСКРРМ обладнання, розглядають як припинення виконання підпрограм АСКРРМ, виклик підпрограми в АСКРРМ - аварійного зупинення, і у подальшому перехід у режим очікування команди на запуск, а повне закінчення виконання АК ТОК часто відбувається з операційної системи (ОСРЧ) і під час розроблення АК може не вказуватися. На основі проведеного аналізу у роботі було розроблено (спроєктовано) зовнішній АК АСКРРМ, проектування відбулося відповідно до поставленого у першому розділі завдання на проектування АСКРРМ де основний

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		58

АК АСКРРМ матиме 4 підпрограми представлених на рисунок 3.5, рисунок 3.6, рисунок 3.7 та рисунок 3.8 відповідно.

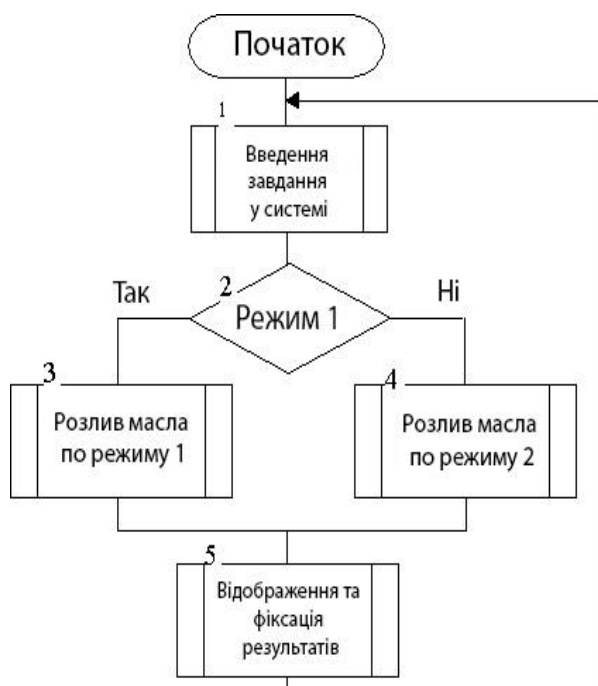


Рисунок 3.5 – Блок-схема основного зовнішнього алгоритму АСКРРМ

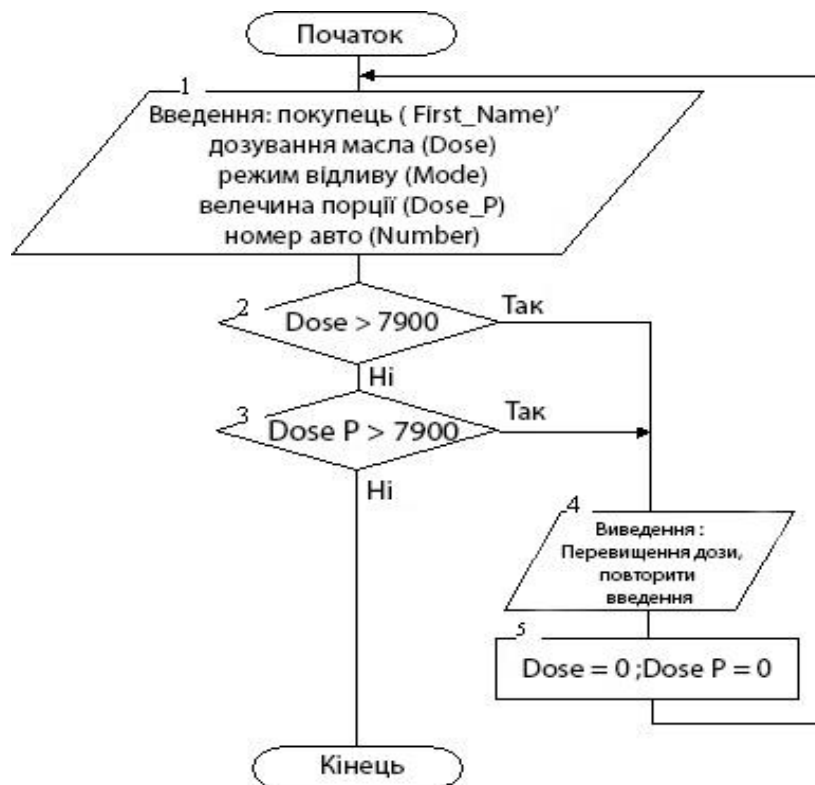


Рисунок. 3.6 - Блок-схема алгоритму АСКРРМ задачі введення завдання

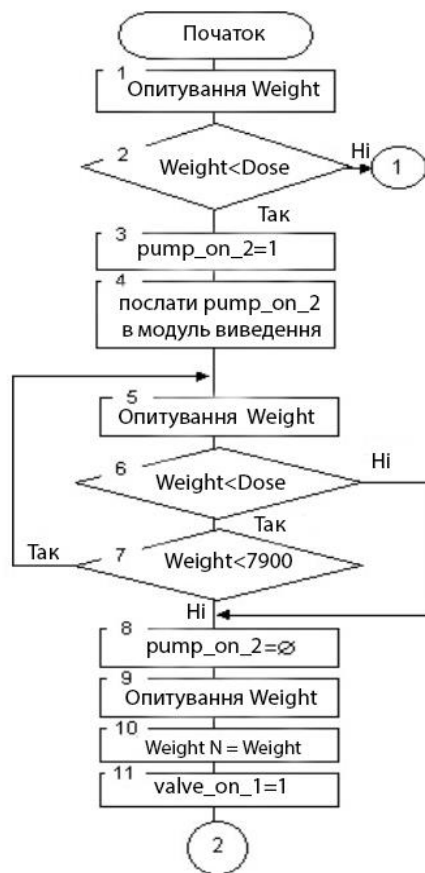


Рисунок. 3.7 - Блок-схема алгоритму АСКРРМ задачі наповнення РМ дозованого баку



Рисунок. 3.8 - Блок-схема алгоритму АСКРРМ задачі наповнення РМ автоцистерни

3.3 Внутрішній алгоритм керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла

Основною відмінністю та особливістю внутрішніх АК АСКРРМ від зовнішніх АК, є більш детальна розшифровка (глибоке врахування особливостей ТЗА В АСКРРМ) кожного блоку операції і прийняття рішень АК АСКРРМ, і оскільки, під час написання зовнішнього АК АСКРРМ необхідна взаємодія технолога ТОК і програміста АСКРРМ, то під час розробки внутрішнього АК АСКРРМ ситуація змінюється, на цьому етапі працюють електроніки ТЗА та програмісти АСКРРМ, тобто ознайомившись із зовнішнім АК АСКРРМ, інженери-електроніки, а саме таких фахівців називають системними інтеграторами АСКРРМ, визначають набір ТЗА для АСКРРМ, необхідних для реалізації цього АК АСКРРМ, після цього тегам ПЗ АСКРРМ (технологічним змінним) присвоюють імена, і програмісти (системні інтегратори) під час розроблення внутрішнього АК АСКРРМ враховують особливості, параметри та характеристики, методи, способи і парадигми програмування (проектування ПЗ) обраних пристроїв (систем) сполучення з ТОК, і при цьому кожен блок внутрішнього АК АСКРРМ відображає один крок роботи програми АСКРРМ.

Проводячи порівняння внутрішнього і зовнішнього АК АСКРРМ видно, що у внутрішньому АК АСКРРМ більше блоків за рахунок деталізації, в деяких випадках внутрішній АК АСКРРМ перевищує зовнішній АК АСКРРМ у десятки разів, також необхідно враховувати, що складання внутрішнього АК АСКРРМ функціонування не є остаточним (кінцевим) етапом в описі АК ТП, у подальшому, наступним за рівнем, ще більш детальним, є АК АСКРРМ, що враховує особливості мови програмування та верифікації і специфікації ПЗ АСКРРМ, яка використовується для створення ПЗ АСКРРМ.

Найбільша кількість блоків в АК АСКРРМ буде при використанні мови асемблера, де необхідно буде враховувати, ініціалізація портів в мікропроцесорних системах АСКРРМ, пересилання даних в мікропроцесорних системах АСКРРМ, маскуванню тощо, однак, найбільш близький внутрішній АК АСКРРМ до мов

високого рівня, і особливо SCADA-систем АСКРРМ, у яких такі операції, які відбуваються під час використання мови асемблера, здійснюють програмні компоненти пакетів програмування АСКРРМ, з урахуванням вище сказаного, у роботі було розроблено внутрішній АК АСКРРМ за розробленим у підрозділі 3.2 зовнішнім АК АСКРРМ, де у таблиці 3.9, представлений даний АК АСКРРМ через опис тегів.

Таблиця 3.9 Теги, зовнішній АК АСКРРМ

Ім'я тега ПЗ АСКРРМ	Призначення тега ПЗ АСКРРМ	Тип тега ПЗ АСКРРМ
Weight - тег ПЗ АСКРРМ	Величина ваги РМ в дозуючому баку ТОК, отримана від модуля введення АСКРРМ (канал 1)	Аналоговий вхідний сигнал АСКРРМ
pumpon1- тег ПЗ АСКРРМ	Сигнал увімкнення в АСКРРМ і вимкнення в АСКРРМ насоса 1, модуль виведення в АСКРРМ, канал 1	Дискретний вихідний сигнал АСКРРМ
pumpon2- тег ПЗ АСКРРМ	Сигнал увімкнення в АСКРРМ і вимкнення в АСКРРМ насоса 2, модуль виведення в АСКРРМ, канал 2	Дискретний вихідний сигнал АСКРРМ
Valveon1- тег ПЗ АСКРРМ	Сигнал увімкнення в АСКРРМ і вимкнення в АСКРРМ клапана 1- клапана 4 АСКРРМ та зворотного клапана АСКРРМ, модуль виведення АСКРРМ, канал 3	Дискретний вихідний сигнал АСКРРМ
Valveon2- тег ПЗ АСКРРМ	Сигнал увімкнення в АСКРРМ і вимкнення в АСКРРМ клапана 5 та клапана 6 АСКРРМ та зворотного клапана АСКРРМ, модуль виведення АСКРРМ, канал 4	Дискретний вихідний сигнал АСКРРМ

3.4 Розробка автоматного орієнтованого графа переходів алгоритму керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла

Для створення оптимального ПЗ АСКРРМ, і щоб сама мова програмування АСКРРМ виступала в ролі версифікатора ПЗ АСКРРМ, а також на основі, якої можна розробити відповідні специфікації ПЗ АСКРРМ, і звичайно з урахуванням всіх недоліків, у методах створення автоматних таблиць для АК АСКРРМ найбільш ефективним метод розробки прикладного ПЗ АСКРРМ є використання автоматного підходу на основі графів переходів, які можуть виступати в якості

формальної мови АК АСКРРМ, яка буде зрозуміла замовнику АСКРРМ, інженеру-технологу ТОК, програмісту АСКРРМ та системному інтегратору АСКРРМ. Тому у роботі було розбито АК АСКРРМ на три програмних автомата ПЗ АСКРРМ і розроблені їх графи переходів (орієнтовані граfi), які представленні на рисунках 3.9-3.11 відповідно, а позначення програмних автоматів ПЗ АСКРРМ буде А0, А1 та А2.

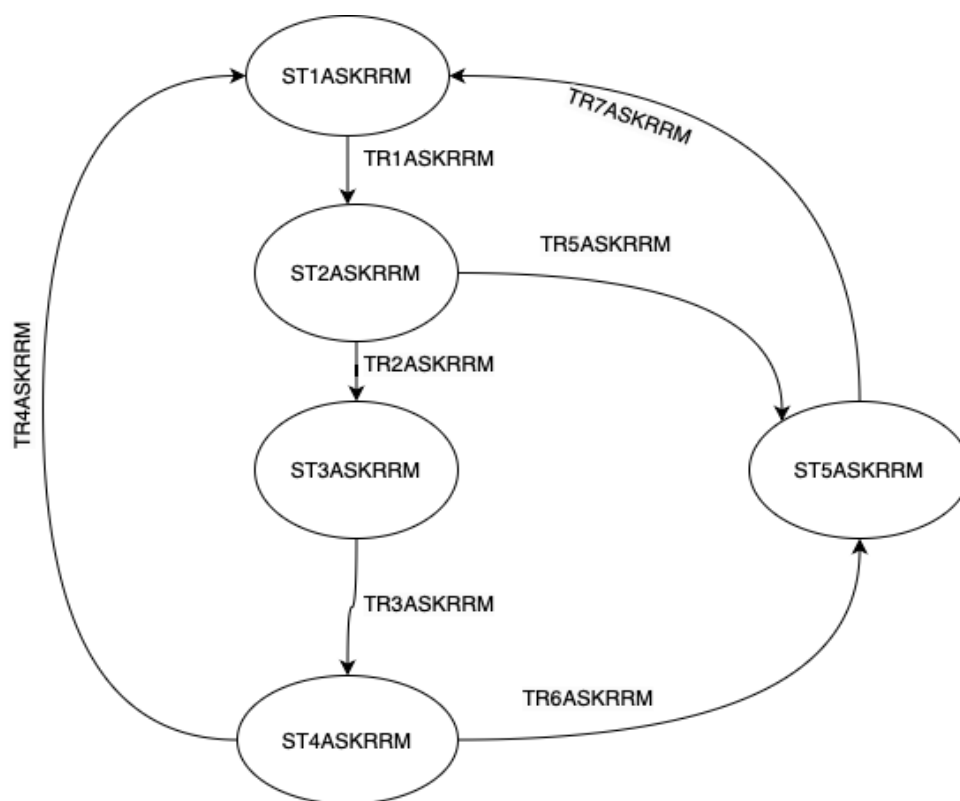


Рисунок. 3.9 – Орієнтований граф-переходів програмного автомату А0 АК АСКРРМ

Для опису графа переходів програмного автомату А0 АК АСКРРМ і створення специфікації на ПЗ АСКРРМ у роботі було розроблена система логічних рівнянь переходів між станами програмного автомату А0 АК АСКРРМ, які мають наступний вигляд:

$$TR1ASKRRMA0 = ST1ASKRRMA0 \wedge \text{Enter}, \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned}
 TRANSITION2A0 = ST2ASKRRMA0 \wedge \text{Amountsymbols} \wedge \text{AmountDose} \wedge \\
 \text{ModeNumber} \wedge \text{AmountSeries1} \wedge \text{AmountSeries2} \wedge \text{AmountNumberCar} \wedge \\
 \text{Portionsize} \wedge \text{AmountCulture}, \quad (3.2)
 \end{aligned}$$

$$TR3ASKRRA = ST3ASKRRMA0 \wedge ((ModelowtideA0 = 1 \wedge Dosep = 0) \vee (ModelowtideA0 = 2 \wedge Dosep \geq 100)) \wedge OKA0, \quad (3.3)$$

$$TR4ASKRRMA0 = ST3ASKRRMA0 \wedge failure, \quad (3.4)$$

$$TR5ASKRRMA0 = ST5ASKRRMA0 \wedge indicatorfailure, \quad (3.5)$$

$$TR6ASKRRMA0 = ST6ASKRRMA0 \wedge ResetA0, \quad (3.6)$$

$$TR7ASKRRMA0 = ST2ASKRRMA0 \wedge ResetA0, \quad (3.7)$$

$$TR8ASKRRMA0 = ST3ASKRRMA0 \wedge ResetA0, \quad (3.8)$$

$$TR9ASKRRMA0 = ST4ASKRRMA0 \wedge ResetA0, \quad (3.8)$$

Для опису графа переходів програмного автомату A0 АК АСКРРМ у роботі було розроблена система логічних рівнянь станів ТОК , а відповідно і станів програмного автомату A0 АК АСКРРМ, які мають наступний вигляд:

$$ST1ASKRRMA0 = (ST1ASKRRMA0 \vee TR6ASKRRMA0 \vee TR7ASKRRMA0 \vee TR8ASKRRMA0 \vee TR9ASKRRMA0) \wedge \overline{TR1ASKRRMA0} \vee InitBit, \quad (3.9)$$

$$ST2ASKRRMA0 = (ST2ASKRRMA0 \vee TR1ASKRRMA0) \wedge \overline{TR2ASKRRMA0} \wedge \overline{TR7ASKRRMA0}, \quad (3.10)$$

$$ST3ASKRRMA0 = (ST3ASKRRMA0 \vee TR2ASKRRMA0) \wedge \overline{TR4ASKRRMA0} \wedge \overline{TR8ASKRRMA0} \wedge \overline{TR3ASKRRMA0}, \quad (3.11)$$

$$ST4ASKRRMA0 = (ST4ASKRRMA0 \vee TR3ASKRRMA0) \wedge \overline{TR9ASKRRMA0}, \quad (3.12)$$

$$ST5ASKRRMA0 = (ST5ASKRRMA0 \vee TR4ASKRRMA0) \wedge \overline{TR5ASKRRMA0}, \quad (3.13)$$

$$ST6ASKRRMA0 = (ST6ASKRRMA0 \vee TR5ASKRRMA0 \vee TR14ASKRRMA0) \wedge \overline{TR6ASKRRMA0}, \quad (3.14)$$

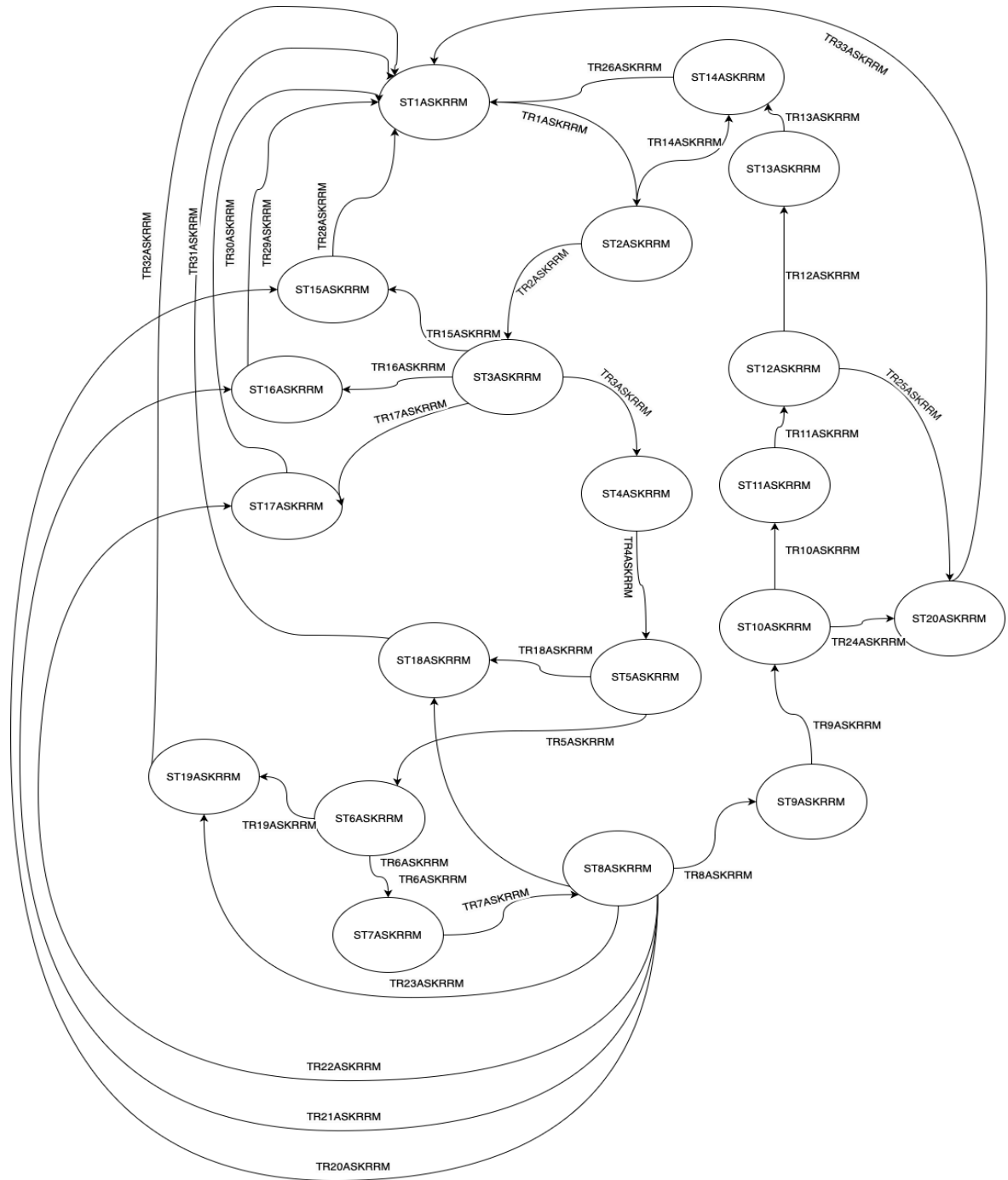


Рисунок. 3.10 – Орієнтований граф-переходів програмного автомату А1 АК АСКРРМ

Для опису графа переходів програмного автомату А1 АК АСКРРМ і створення його специфікації на ПЗ АСКРРМ у роботі було розроблена система логічних рівнянь переходів (АК автомата А1) між станами програмного автомату А1 АК АСКРРМ, які мають наступний вигляд:

$$\text{TR1ASKRRMA1} = \text{ST1ASKRRMA1} \wedge \text{STARTFILLINGTANK} \wedge (\text{NUMBERAUTOMAT} = N), \quad (3.15)$$

$$\text{TR2ASKRRMA1} = \text{ST2ASKRRMA1} \wedge (\text{Weight} < \text{Dose}), \quad (3.16)$$

$$\text{TR3ASKRRMA1} = \text{ST3ASKRRMA1} \wedge \text{Openposition1} \wedge \text{Openposition2} \wedge \text{Openposition3}, \quad (3.17)$$

$$\text{TR4ASKRRMA1} = \text{ST4ASKRRMA1} \wedge \text{sensorpressure1}, \quad (3.18)$$

$$\text{TR5ASKRRMA1} = \text{ST5ASKRRMA1} \wedge \text{sensorpressure1}, \quad (3.19)$$

$$\text{TR6ASKRRMA1} = \text{ST6ASKRRMA1} \wedge \text{Openposition1}, \quad (3.20)$$

$$\text{TR7ASKRRMA1} = \text{ST7ASKRRMA1} \wedge (\text{SensorWeight} = \text{Dose}), \quad (3.22)$$

$$\text{TR8ASKRRMA1} = \text{ST8ASKRRMA1} \wedge \text{closeposition1} \wedge \text{closeposition2} \wedge \text{closeposition3} \wedge \text{closeposition4}, \quad (3.23)$$

$$\text{TR9ASKRRMA1} = \text{ST9ASKRRMA1} (\text{Weight} \geq \text{Dose}) \wedge \text{closeposition1} \wedge \text{closeposition2} \wedge \text{closeposition3} \wedge \text{closeposition4}, \quad (3.24)$$

$$\text{TR11ASKRRMA1} = \text{ST10ASKRRMA1} \wedge \text{OpenClapan5}, \quad (3.25)$$

$$\text{TR11ASKRRMA1} = \text{ST11ASKRRMA1} \wedge \text{Timerair}, \quad (3.26)$$

$$\text{TR12ASKRRMA1} = \text{ST12ASKRRMA1} \wedge \text{opensensorposition5}, \quad (3.27)$$

$$\text{TR13ASKRRMA1} = \text{ST13ASKRRMA1} \wedge (\text{maxmassa} = \text{Weight}), \quad (3.28)$$

$$\begin{aligned} \text{TR14ASKRRMA1} = \text{ST2ASKRRMA1} \wedge (\text{Weight} \geq \text{Dose}) \\ \wedge (\text{maxmassa} = \text{Weight}), \end{aligned} \quad (3.29)$$

$$\text{TR15ASKRRMA1} = \text{ST3ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan1}, \quad (3.30)$$

$$\text{TR16ASKRRMA1} = \text{ST3ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan2}, \quad (3.31)$$

$$\text{TR17ASKRRMA1} = \text{ST3ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan3}, \quad (3.32)$$

$$\text{TR18ASKRRMA1} = \text{ST5ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorMotor}, \quad (3.33)$$

$$\text{TR19ASKRRMA1} = \text{ST6ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan4}, \quad (3.34)$$

$$\text{TR20ASKRRMA1} = \text{ST8ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan1}, \quad (3.35)$$

$$\text{TR21ASKRRMA1} = \text{ST8ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan2}, \quad (3.36)$$

$$\text{TR22ASKRRMA1} = \text{ST8ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan3}, \quad (3.37)$$

$$\text{TR23ASKRRMA1} = \text{ST8ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan4}, \quad (3.38)$$

$$\text{TR24ASKRRMA1} = \text{ST10ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan5}, \quad (3.39)$$

$$\text{TR25ASKRRMA1} = \text{ST12ASKRRMA1} \wedge \text{ErrorClapan5}, \quad (3.40)$$

$$TR26ASKRRMA1 = ST14ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.41)$$

$$TR27ASKRRMA1 = ST12ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.42)$$

$$TR28ASKRRMA1 = ST15ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.43)$$

$$TR29ASKRRMA1 = ST10ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.44)$$

$$TR30ASKRRMA1 = ST17ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.45)$$

$$TR31ASKRRMA1 = ST17ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.46)$$

$$TR32ASKRRMA1 = ST18ASKRRMA1 \wedge StopA1, \quad (3.47)$$

$$TR33ASKRRMA1 = ST19ASKRRMA1 \wedge StopA14, \quad (3.48)$$

Розроблена система логічних рівнянь станів ТОК, а відповідно і автомату А1 АК АСКРРМ:

$$ST1ASKRRM = (ST1ASKRRM \vee TR26ASKRRM \vee TR27ASKRRM \vee TR28ASKRRM \vee TR29ASKRRM \vee TR30ASKRRM \vee TR31ASKRRM \vee TR32ASKRRM \vee TR33ASKRRM) \wedge \overline{TR1ASKRRM}, \quad (3.49)$$

$$ST2ASKRRM = (ST2ASKRRM \vee TR1ASKRRM) \wedge \overline{TR2ASKRRM} \wedge \overline{TR14ASKRRM} \wedge \overline{TR27ASKRRM}, \quad (3.50)$$

$$ST3ASKRRM = (ST3ASKRRM \vee TR2ASKRRM) \wedge \overline{TR3ASKRRM} \wedge \overline{TR15ASKRRM} \wedge \overline{TR16ASKRRM} \wedge \overline{TR17ASKRRM}, \quad (3.51)$$

$$ST4ASKRRM = (ST4ASKRRM \vee TR3ASKRRM) \wedge \overline{TR4ASKRRM}, \quad (3.51)$$

$$ST5ASKRRM = (ST5ASKRRM \vee TR4ASKRRM) \wedge \overline{TR5ASKRRM} \wedge \overline{TR18ASKRRM}, \quad (3.52)$$

$$ST6ASKRRM = (ST6ASKRRM \vee TR5ASKRRM) \wedge \overline{TR6ASKRRM} \wedge \overline{TR19ASKRRM}, \quad (3.53)$$

$$ST7ASKRRM = (ST7ASKRRM \vee TR6ASKRRM) \wedge \overline{TR7ASKRRM}, \quad (3.54)$$

$$ST8ASKRRM = (ST8ASKRRM \vee TR7ASKRRM) \wedge \overline{TR8ASKRRM} \wedge \overline{TR20ASKRRM} \wedge \overline{TR21ASKRRM} \wedge \overline{TR22ASKRRM} \wedge \overline{TR23ASKRRM}, \quad (3.55)$$

$$ST9ASKRRM = (ST9ASKRRM \vee TR8ASKRRM) \wedge \overline{TR9ASKRRM}, \quad (3.56)$$

$$ST10ASKRRM = (ST10ASKRRM \vee TR9ASKRRM) \wedge \overline{TR10ASKRRM} \wedge \overline{TR24ASKRRM}, \quad (3.58)$$

$$ST11ASKRRM = (ST11ASKRRM \vee TR10ASKRRM) \wedge \overline{TR11ASKRRM}, \quad (3.59)$$

$$ST12ASKRRM = (ST12ASKRRM \vee TR11ASKRRM) \wedge \overline{TR12ASKRRM} \wedge \overline{TR25ASKRRM}, \quad (3.60)$$

$$ST13ASKRRM = (ST13ASKRRM \vee TR12ASKRRM) \wedge \overline{TR13ASKRRM}, \quad (3.62)$$

$$ST14ASKRRM = (ST14ASKRRM \vee TR14ASKRRM \vee TR13ASKRRM) \wedge \overline{TR26ASKRRM}, \quad (3.63)$$

$$ST15ASKRRM = (ST15ASKRRM \vee TR15ASKRRM) \wedge \overline{TR28ASKRRM}, \quad (3.64)$$

$$ST16ASKRRM = (ST16ASKRRM \vee TR16ASKRRM) \wedge \overline{TR29ASKRRM}, \quad (3.65)$$

$$ST17ASKRRM = (ST17ASKRRM \vee TR17ASKRRM) \wedge \overline{TR30ASKRRM}, \quad (3.66)$$

$$ST18ASKRRM = (ST18ASKRRM \vee TR18ASKRRM) \wedge \overline{TR31ASKRRM}, \quad (3.67)$$

$$ST19ASKRRM = (ST19ASKRRM \vee TR19ASKRRM) \wedge \overline{TR32ASKRRM}, \quad (3.68)$$

$$ST20ASKRRM = (ST20ASKRRM \vee TR24ASKRRM \vee TR25ASKRRM) \wedge \overline{TR33ASKRRM}, \quad (3.69)$$

Розроблена система логічних рівнянь переходів ТОК для АК АСКРРМ, що відповідає автомату АК АСКРРМ, граф рисунок 3.11:

$$TR1ASKRRM = ST1ASKRRM \wedge STARTAUTOMAT2A2 \wedge NUMBERAUTOMATA2 = 2, \quad (3.70)$$

$$TR2ASKRRM = ST2ASKRRM \wedge SENSORPRESSURE2A2 = 100, \quad (3.71)$$

$$TR3ASKRRM = ST3ASKRRM \wedge OPENSENSOR6POSITIONA2, \quad (3.72)$$

$$TR4ASKRRM = ST4ASKRRM \wedge ((MAXMASSAA2 - SENSORWEIGHT2A2) \geq DOSEA2 - 48), \quad (3.73)$$

$$TR5ASKRRM = ST5ASKRRM \wedge OPENSENSOR7POSITIONA2, \quad (3.74)$$

$$TR6ASKRRM = ST6ASKRRM \wedge ((MAXMASSAA2 - SENSORWEIGHT2A2) \geq DOSEA2 - 5), \quad (3.75)$$

$$TR7ASKRRM = ST7ASKRRM \wedge CLOSESENSOR6POSITIONA2 \wedge \\ CLOSESENSOR7POSITIONA2, \quad (3.76)$$

$$TR8ASKRRM = ST8ASKRRM \wedge TIMERDELAYST8.Q, \quad (3.77)$$

$$TR9ASKRRM = ST9ASKRRM \wedge STOPAUTOMAT2A2, \quad (3.78)$$

$$TR10ASKRRM = ST2ASKRRM \wedge ERRORTIMERMOTOR2.Q \wedge ENCODER2A2 = \\ = 0, \quad (3.79)$$

$$TR11ASKRRM = ST10ASKRRM \wedge STOPAUTOMAT2A2, \quad (3.80)$$

$$TR12ASKRRM = ST3ASKRRM \wedge ERRORTIMEROPENCLAPAN6.Q, \quad (3.81)$$

$$TR13ASKRRM = ST11ASKRRM \wedge STOPAUTOMAT2A2, \quad (3.82)$$

$$TR14ASKRRM = ST5ASKRRM \wedge ERRORTIMEROPENCLAPAN7.Q, \quad (3.83)$$

$$TR15ASKRRM = ST12ASKRRM \wedge STOPAUTOMAT2A2, \quad (3.84)$$

$$TR16ASKRRM = ST7ASKRRM \wedge ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q \wedge \\ \overline{CLOSESENSOR6POSITIONA2} \wedge CLOSESENSOR7POSITIONA2, \quad (3.85)$$

$$TR17ASKRRM = ST7ASKRRM \wedge ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q \wedge \\ CLOSESENSOR6POSITIONA2 \wedge \overline{CLOSESENSOR7POSITIONA2}, \quad (3.86)$$

$$TR18ASKRRM = ST7ASKRRM \wedge ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q \wedge \\ \overline{CLOSESENSOR6POSITIONA2} \wedge \overline{CLOSESENSOR7POSITIONA2}, \quad (3.87)$$

$$TR19ASKRRM = ST13ASKRRM \wedge STOPAUTOMAT2A2, \quad (3.88)$$

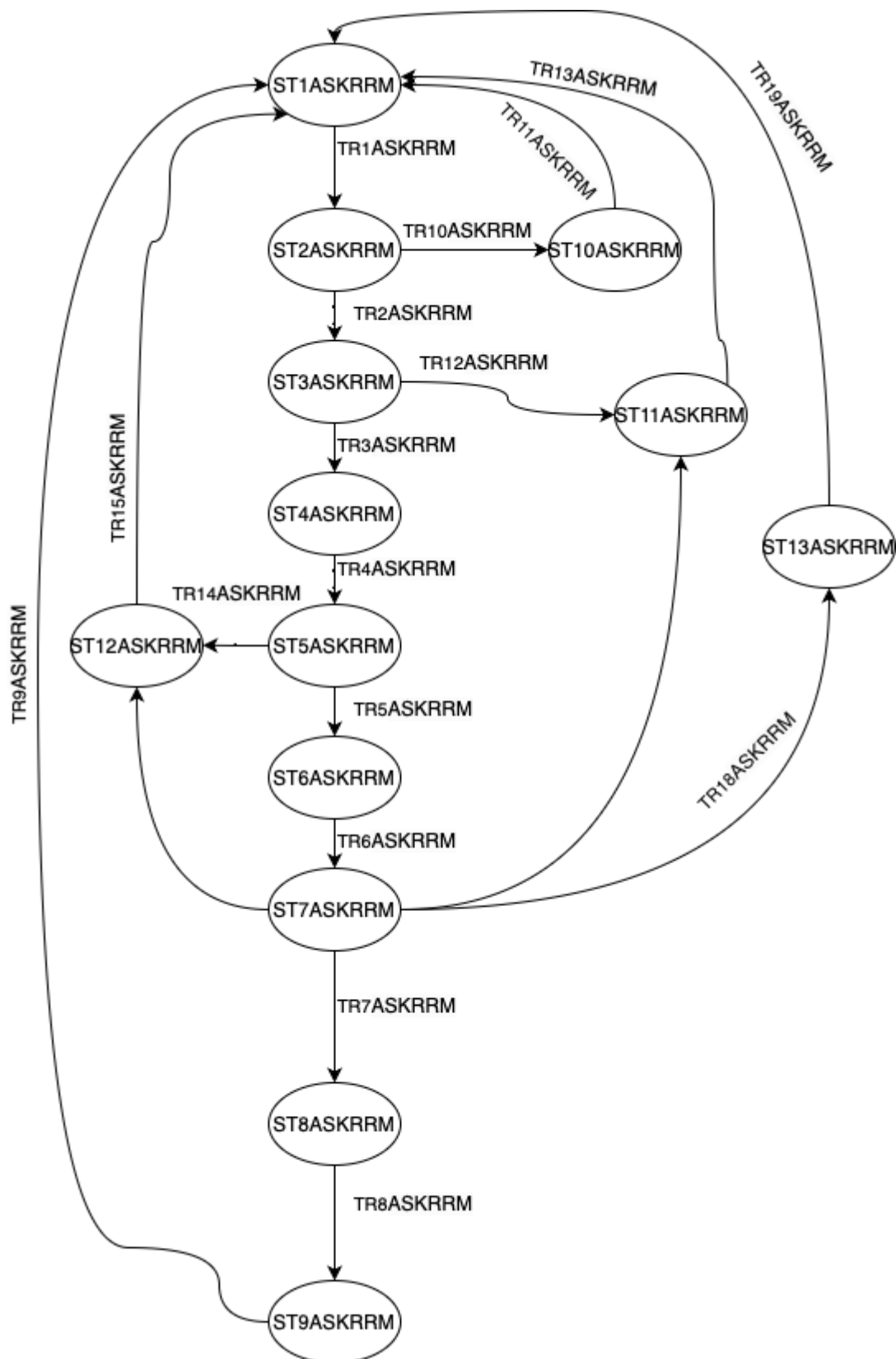


Рисунок. 3.11 – Орієнтований граф-переходів програмного автомату А2 АК АСКРРМ

Розроблена система логічних рівнянь станів ТОК, а відповідно і автомату А2 АК АСКРРМ:

$$ST1ASKRRM = \left(\begin{array}{l} ST1ASKRRM \text{ OR } TR9ASKRRM \text{ OR } TR11ASKRRM \\ \text{OR } TR13ASKRRM \\ \text{OR } TR15ASKRRM \text{ OR } TR19ASKRRM \end{array} \right) \wedge \overline{TR1ASKRRM}, \quad (3.89)$$

$$ST2ASKRRM = (ST2ASKRRM \text{ OR } TR1ASKRRM) \wedge \overline{TR2ASKRRM} \wedge \overline{TR10ASKRRM}, \quad (3.90)$$

$$ST3ASKRRM = (ST3ASKRRM \text{ OR } TR2ASKRRM) \wedge \overline{TR3ASKRRM} \wedge \overline{TR12ASKRRM}, \quad (3.91)$$

$$ST4ASKRRM = (ST4ASKRRM \text{ OR } TR3ASKRRM) \wedge \overline{TR4ASKRRM}, \quad (3.92)$$

$$ST5ASKRRM = (ST5ASKRRM \text{ OR } TR4ASKRRM) \wedge \overline{TR5ASKRRM} \wedge \overline{TR14ASKRRM}, \quad (3.93)$$

$$ST6ASKRRM = (ST6ASKRRM \text{ OR } TR5ASKRRM) \wedge \overline{TR6ASKRRM}, \quad (3.94)$$

$$ST7ASKRRM = (ST7ASKRRM \text{ OR } TR6ASKRRM) \wedge \overline{TR7ASKRRM} \wedge \overline{TR16ASKRRM} \wedge \overline{TR17ASKRRM} \wedge \overline{TR18ASKRRM}, \quad (3.95)$$

$$ST8ASKRRM = (ST8ASKRRM \text{ OR } TR7ASKRRM) \wedge \overline{TR8ASKRRM}, \quad (3.96)$$

$$ST9ASKRRM = (ST9ASKRRM \text{ OR } TR8ASKRRM) \wedge \overline{TR9ASKRRM}, \quad (3.97)$$

$$ST10ASKRRM = (ST10ASKRRM \text{ OR } TR10ASKRRM) \wedge \overline{TR11ASKRRM}, \quad (3.98)$$

$$ST11ASKRRM = (ST11ASKRRM \text{ OR } TR12 \text{ ASKRRM OR } TR17ASKRRM) \wedge \overline{TR13}, \quad (3.99)$$

$$ST12ASKRRM = (ST12ASKRRM \text{ OR } TR14ASKRRM \text{ OR } TR16ASKRRM) \wedge \overline{TR15ASKRRM}, \quad (3.100)$$

$$ST13ASKRRM = (ST13ASKRRM \text{ OR } TR18ASKRRM) \wedge \overline{TR19ASKRRM}, \quad (3.101)$$

$$MOTORPUMP2 = ST2ASKRRM \text{ OR } ST3ASKRRM \text{ OR } ST4ASKRRM \text{ OR } ST5ASKRRM \text{ OR } ST6ASKRRM, \quad (3.102)$$

$$OPENCLAPAN6A2 = ST3ASKRRM, \quad (3.103)$$

$$OPENCLAPAN7A2 = ST5ASKRRM, \quad (3.104)$$

$$CLOSECLAPAN6A2 = ST7ASKRRM, \quad (3.105)$$

$$CLOSECLAPAN7A2 = ST7ASKRRM, \quad (3.106)$$

3.5 Розробка програми керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла

У даній роботі для проектування та розроблення ПЗ АСКРРМ, було використано інструментальне спеціалізоване середовище для створення прикладного ПЗ всіх ПЛК АСКРРМ – CoDeSys, в якості основної програмної одиниці (POU) було обрано мову програмування CFC, також вона використовується в якості верифікатора ПЗ АСКРРМ і специфікації (документації) на прикладне ПЗ АСКРРМ, оскільки надає можливості представляти POU, а саме

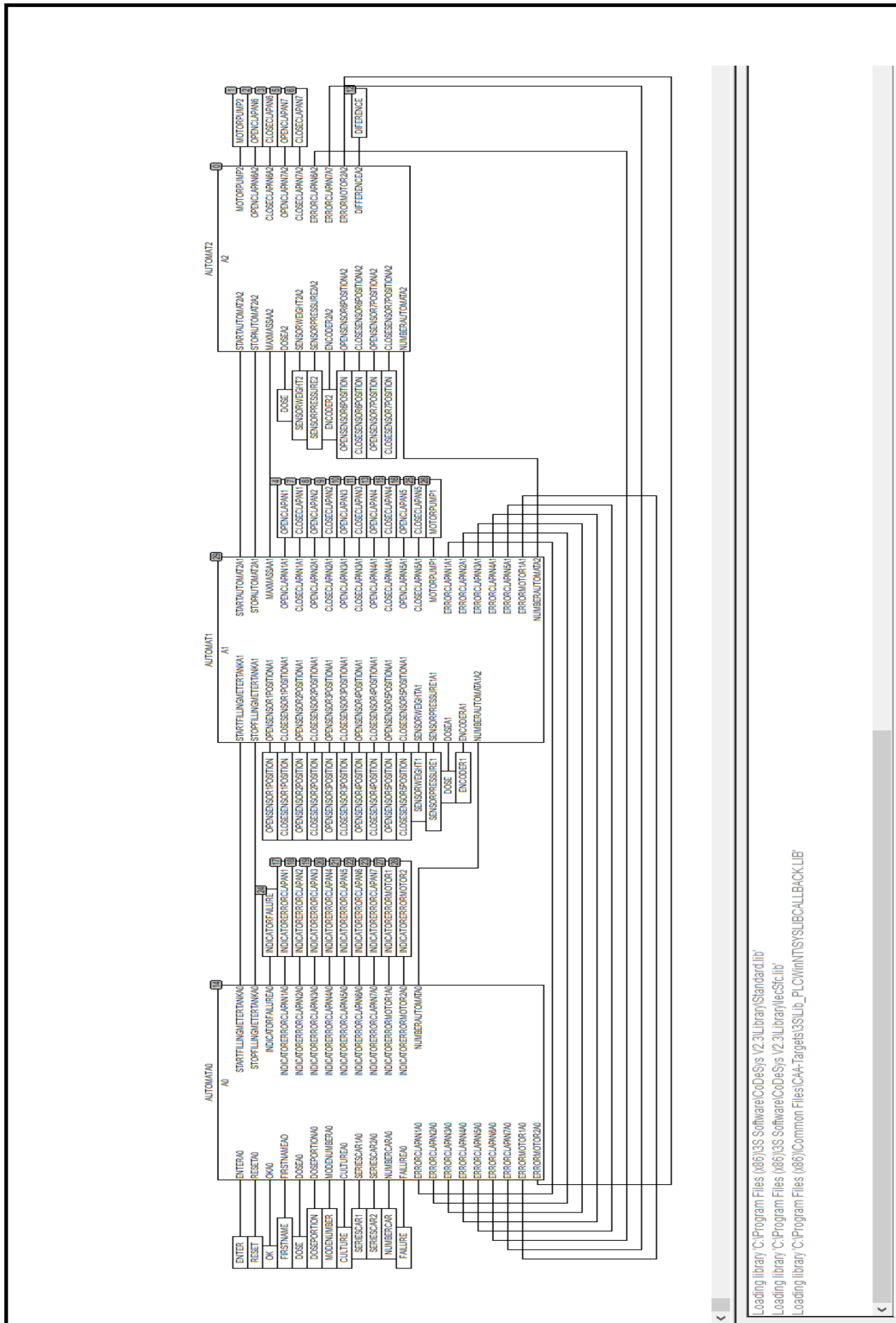


Рисунок. 3.12 – Реалізація основної програми (POU) на мові CFC для АСКРРМ

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата
------	-------	----------	--------	------

функціональні блоки, які є також програмними одиницями (POU), у вигляді програмних цифрових автоматів, при чому у графічному представленні (схеми з'єднання програмних цифрових автоматів ПЗ АСКРРМ), так як мова програмування СFC – це графічно мова програмування, а у подальшому кожен блок, тобто програмні цифрові автомати ПЗ АСКРРМ, реалізовані на текстовій мові програмування всіх ПЛК АСКРРМ ST, призначення, якої, саме для більш складних АК ПЛК АСКРРМ, це дозволило оптимізувати та спростити задачу проектування, і у майбутньому за необхідності модифікації ПЗ АК АСКРРМ, тому що такий підхід дозволяє створити документацію (специфікацію) на ПЗ АСКРРМ.

Загальна програмна компонента, тобто основна програма представлена на наступному рисунку 3.12.

На рисунках 3.13 - 3.15 представлено розроблені програми кожного цифрового автомата ПЗ АСКРРМ, де використовувалася мова ST, з автоматним підходом до ПЗ кожної окремої програмної компоненти ПЗ АСКРРМ.

функціональні блоки, які є також програмними одиницями (POU), у вигляді програмних цифрових автоматів, при чому у графічному представленні (схеми з'єднання програмних цифрових автоматів ПЗ АСКРРМ), так як мова програмування СFC – це графічно мова програмування, а у подальшому кожен блок, тобто програмні цифрові автомати ПЗ АСКРРМ, реалізовані на текстовій мові програмування всіх ПЛК АСКРРМ ST, призначення, якої, саме для більш складних АК ПЛК АСКРРМ, це дозволило оптимізувати та спростити задачу проектування, і у майбутньому за необхідності модифікації ПЗ АК АСКРРМ, тому що такий підхід дозволяє створити документацію (специфікацію) на ПЗ АСКРРМ.

Загальна програмна компонента, тобто основна програма представлена на наступному рисунку 3.12.

На рисунках 3.13 -3.15 представлено розроблені програми кожного цифрового автомата ПЗ АСКРРМ, де використовувалася мова ST, з автоматним підходом до ПЗ кожної окремої програмної компоненти ПЗ АСКРРМ.

pro - [A0 (FB-ST)]

Insert Extras Online Window Help



```
0001 FUNCTION_BLOCK A0
0002 VAR_INPUT
0003   ENTERA0, RESETA0, OKA0: BOOL; FIRSTNAMEA0: STRING(25); DOSEA0, DOSEPORTIONA0: INT; MODENUMBERA0: BYTE; CULTUREA0: BYTE; SERIESCAR1A0, SERIESCAR2A0: STRING(2); NUMBERCARA0:1
0004   ERRORCLAPAN1A0, ERRORCLAPAN2A0, ERRORCLAPAN3A0, ERRORCLAPAN4A0, ERRORCLAPAN5A0, ERRORCLAPAN6A0, ERRORCLAPAN7A0, ERRORMOTOR1A0, ERRORMOTOR2A0: BOOL;
0005 END_VAR
0006 VAR_OUTPUT
0007   STARTFILLINGMETERTANKA0, STOPFILLINGMETERTANKA0, INDICATORFAILUREA0: BOOL;
0008   INDICATORERRORCLAPAN1A0, INDICATORERRORCLAPAN2A0, INDICATORERRORCLAPAN3A0, INDICATORERRORCLAPAN4A0, INDICATORERRORCLAPAN5A0, INDICATORERRORCLAPAN6A0, INDICAT
0009   INDICATORERRORMOTOR1A0, INDICATORERRORMOTOR2A0: BOOL; NUMBERAUTOMATA0: BYTE;
0010 END_VAR
0011 VAR
0012   TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TR8, TR9: BOOL;
0013   ST1: BOOL = TRUE; ST2, ST3, ST4, ST5, ST6: BOOL;
0014   AMOUNTSYMBOLS, AMOUNTDOSE, AMOUNTSERIES1, AMOUNTSERIES2, AMOUNTNUMBERCAR, PORTIONSIZE, AMOUNTCULTURE, AMOUNTMODENUMBER: BOOL;
0015   TIMEST5: TIME
0016 <
0001 AMOUNTSYMBOLS := LEN(FIRSTNAMEA0) <= 25 AND LEN(FIRSTNAMEA0) >= 7;
0002 AMOUNTDOSE := DOSEA0 = 5000 OR DOSEA0 = 8000 OR DOSEA0 = 10000 OR DOSEA0 = 11000 OR DOSEA0 = 15000 OR DOSEA0 = 21000 OR DOSEA0 = 29000;
0003 AMOUNTMODENUMBER := MODENUMBERA0 = 1 OR MODENUMBERA0 = 2;
0004 AMOUNTSERIES1 := LEN(SERIESCAR1A0) = 2;
0005 AMOUNTSERIES2 := LEN(SERIESCAR2A0) = 2;
0006 AMOUNTNUMBERCAR := NUMBERCARA0 > 0 AND NUMBERCARA0 < 10000;
0007 PORTIONSIZE := DOSEPORTIONA0 >= 47.5 AND DOSEPORTIONA0 <= 275.5;
0008 AMOUNTCULTURE := CULTUREA0 >= 0 AND CULTUREA0 <= 15;
0009
0010 TR1 := ST1 AND ENTERA0;
0011 TR2 := ST2 AND AMOUNTSYMBOLS AND AMOUNTDOSE AND AMOUNTMODENUMBER AND AMOUNTSERIES1 AND AMOUNTSERIES2 AND AMOUNTNUMBERCAR AND PORTIONSIZE AND AMOUNTCULTURE;
0012 TR3 := ST3 AND (MODENUMBERA0 = 1 AND DOSEPORTIONA0 = 0) OR (MODENUMBERA0 = 2 AND DOSEPORTIONA0 >= 47.5 AND DOSEPORTIONA0 <= 275.5) AND OKA0;
0013 TR4 := ST3 AND FAILUREA0;
0014 TR5 := ST5 AND INDICATORFAILUREA0 AND TIMERST5.Q;
0015 TR6 := ST6 AND RESETA0;
0016 TR7 := ST2 AND RESETA0;
0017 TR8 := ST3 AND RESETA0;
0018 TR9 := ST4 AND RESETA0;
0019
0020 ST1 := (ST1 OR TR6 OR TR7 OR TR8 OR TR9) AND NOT TR1;
0021 ST2 := (ST2 OR TR1) AND NOT TR2 AND NOT TR7;
0022 ST3 := (ST3 OR TR2) AND NOT TR4 AND NOT TR8 AND NOT TR3;
0023 ST4 := (ST4 OR TR3) AND NOT TR9;
0024 ST5 := (ST5 OR TR4) AND NOT TR5;
0025 ST6 := (ST6 OR TR5) AND NOT TR6;
0026
0027 STARTFILLINGMETERTANKA0 := ST4;
0028 STOPFILLINGMETERTANKA0 := ST1;
0029 INDICATORFAILUREA0 := ST5 OR ST6;
0030
0031 CASE CULTUREA0 OF
0032   1: NUMBERAUTOMATA0 = 1;
0033   2: NUMBERAUTOMATA0 = 2;
```

Рисунок. 3.13 – Реалізація функціонально блоку автомата А0 (POU) на мові CFC для АСКППМ

```

0001 FUNCTION_BLOCK A1
0002 VAR INPUT
    <
0001 TR1:=ST1 AND STARTFILLINGMETERTANKA1 AND NUMBERAUTOMATA1A2>=1 AND NUMBERAUTOMATA1A2<=15;
0002 TR2:=ST2 AND (SENSORWEIGHTA1 <DOSEA1) AND TIMERDELAYST2.Q;
0003 TR3:=ST3 AND OPENSENSOR1POSITIONA1 AND OPENSENSOR2POSITIONA1 AND OPENSENSOR3POSITIONA1;
0004 TR4:=ST4 AND NOT (SENSORPRESSURE1A1>=100);
0005 TR5:=ST5 AND SENSORPRESSURE1A1>=100 AND TIMERDELAYST5.Q;
0006 TR6:=ST6 AND OPENSENSOR4POSITIONA1;
0007 TR7:=ST7 AND SENSORWEIGHTA1=DOSEA1;
0008 TR8:=ST8 AND CLOSESENSOR1POSITIONA1 AND CLOSESENSOR2POSITIONA1 AND CLOSESENSOR3POSITIONA1 AND CLOSESENSOR4POSITIONA1;
0009 TR9:=ST9 AND TIMERDELAYOPENCLAPANST9.Q;
0010 TR10:=ST10 AND OPENSENSOR5POSITIONA1;
0011 TR11:=ST11 AND TIMERAIR.Q;
0012 TR12:=ST12 AND CLOSESENSOR5POSITIONA1;
0013 TR13:=ST13 AND (MAXMASSAA1=SENSORWEIGHTA1) AND TIMERDELAYST13.Q;
0014 TR14:=ST2 AND (SENSORWEIGHTA1=DOSEA1) AND TIMERDELAYST2.Q;
0015 TR15:=ST3 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN123A1.Q AND NOT OPENSENSOR1POSITIONA1;
0016 TR16:=ST3 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN123A1.Q AND NOT OPENSENSOR2POSITIONA1;
0017 TR17:=ST3 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN123A1.Q AND NOT OPENSENSOR3POSITIONA1;
0018 TR18:=ST5 AND ERRORTIMERONMOTOR1A1.Q AND (ENCODERA1=0);
0019 TR19:=ST6 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN4A1.Q AND NOT OPENSENSOR4POSITIONA1 ;
0020 TR20:=ST8 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN1234A1.Q AND NOT CLOSESENSOR1POSITIONA1;
0021 TR21:=ST8 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN1234A1.Q AND NOT CLOSESENSOR2POSITIONA1;
0022 TR22:=ST8 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN1234A1.Q AND NOT CLOSESENSOR3POSITIONA1;
0023 TR23:=ST8 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN1234A1.Q AND NOT CLOSESENSOR4POSITIONA1;
0024 TR24:=ST10 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN5A1.Q AND NOT OPENSENSOR5POSITIONA1;
0025 TR25:=ST12 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN5A1.Q AND NOT CLOSESENSOR5POSITIONA1;
0026 TR26:=ST14 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0027 TR27:=ST2 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0028 TR28:=ST15 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0029 TR29:=ST16 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0030 TR30:=ST17 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0031 TR31:=ST18 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0032 TR32:=ST19 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0033 TR33:=ST20 AND STOPFILLINGMETERTANKA1;
0034
0035 ST1:=(ST1 OR TR26 OR TR27 OR TR28 OR TR29 OR TR30 OR TR31 OR TR32 OR TR33) AND NOT TR1;
0036 ST2:=(ST2 OR TR1) AND NOT TR2 AND NOT TR14 AND NOT TR27;
0037 ST3:=(ST3 OR TR2) AND NOT TR3 AND NOT TR15 AND NOT TR16 AND NOT TR17;
0038 ST4:=(ST4 OR TR3) AND NOT TR4;
0039 ST5:=(ST5 OR TR4) AND NOT TR5 AND NOT TR18;
0040 ST6:=(ST6 OR TR5) AND NOT TR6 AND NOT TR19;
0041 ST7:=(ST7 OR TR6) AND NOT TR7;
0042 ST8:=(ST8 OR TR7) AND NOT TR8 AND NOT TR20 AND NOT TR21 AND NOT TR22 AND NOT TR23;
0043 ST9:=(ST9 OR TR8) AND NOT TR9;
0044 ST10:=(ST10 OR TR9) AND NOT TR10 AND NOT TR24;
0045 ST11:=(ST11 OR TR10) AND NOT TR11;
0046 ST12:=(ST12 OR TR11) AND NOT TR12 AND NOT TR25;
    <

```

Рисунок. 3.14 – Реалізація функціонально блоку автомата А1 (POU) на мові CFC для АСКППМ

▷ - [A2 (FB-ST)]

Insert Extras Online Window Help



```
0001 FUNCTION_BLOCK A2
0002 VAR_INPUT
<
0001 TR1:=ST1 AND STARTAUTOMAT2A2 AND NUMBERAUTOMATA2=2;
0002 TR2:=ST2 AND SENSORPRESSURE2A2=100;
0003 TR3:=ST3 AND OPENSENSOR6POSITIONA2;
0004 TR4:=ST4 AND ((MAXMASSAA2-SENSORWEIGHT2A2)>=DOSEA2-48);
0005 TR5:=ST5 AND OPENSENSOR7POSITIONA2;
0006 TR6:=ST6 AND ((MAXMASSAA2-SENSORWEIGHT2A2)>=DOSEA2-5);
0007 TR7:=ST7 AND CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0008 TR8:=ST8 AND TIMERDELAYST8.Q;
0009 TR9:=ST9 AND STOPAUTOMAT2A2;
0010 TR10:=ST2 AND ERRORTIMERMOTOR2.Q AND ENCODER2A2=0;
0011 TR11:=ST10 AND STOPAUTOMAT2A2;
0012 TR12:=ST3 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN6.Q;
0013 TR13:=ST11 AND STOPAUTOMAT2A2;
0014 TR14:=ST5 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN7.Q;
0015 TR15:=ST12 AND STOPAUTOMAT2A2;
0016 TR16:=ST7 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q AND NOT CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0017 TR17:=ST7 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q AND CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND NOT CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0018 TR18:=ST7 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q AND NOT CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND NOT CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0019 TR19:=ST13 AND STOPAUTOMAT2A2;
0020
0021 ST1:=(ST1 OR TR9 OR TR11 OR TR13 OR TR15 OR TR19) AND NOT TR1;
0022 ST2:=(ST2 OR TR1) AND NOT TR2 AND NOT TR10;
0023 ST3:=(ST3 OR TR2) AND NOT TR3 AND NOT TR12;
0024 ST4:=(ST4 OR TR3) AND NOT TR4;
0025 ST5:=(ST5 OR TR4) AND NOT TR5 AND NOT TR14;
0026 ST6:=(ST6 OR TR5) AND NOT TR6;
0027 ST7:=(ST7 OR TR6) AND NOT TR7 AND NOT TR16 AND NOT TR17 AND NOT TR18;
0028 ST8:=(ST8 OR TR7) AND NOT TR8;
0029 ST9:=(ST9 OR TR8) AND NOT TR9;
0030 ST10:=(ST10 OR TR10) AND NOT TR11;
0031 ST11:=(ST11 OR TR12 OR TR17) AND NOT TR13;
0032 ST12:=(ST12 OR TR14 OR TR16) AND NOT TR15;
0033 ST13:=(ST13 OR TR18) AND NOT TR19;
0034
0035 MOTORPUMP2:=ST2 OR ST3 OR ST4 OR ST5 OR ST6;
0036 OPENCLAPAN6A2:=ST3;
0037 OPENCLAPAN7A2:=ST5;
0038 CLOSECLAPAN6A2:=ST7;
0039 CLOSECLAPAN7A2:=ST7;
0040
0041 IF (ST2) THEN
0042     ERRORTIMERMOTOR2(IN:=ST2, PT:=T#40s);
0043 END_IF;
0044 IF (ST3) THEN
0045     ERRORTIMERMOTOR2(IN:=FALSE, PT:=T#40s);
0046 END_IF;
```

Рисунок. 3.15 – Реалізація функціонально блоку автомата А2 (POU) на мові CFC для АСКРРМ

3.6 Висновки до третього розділу

У даному розділі було проведено аналіз та дослідження методів та способів проектування, розробки, створення, верифікація, специфікація АК АСКРРМ, і встановлено, що розробка АК та ПЗ АСКРРМ, оптимальніше всього проводити у вигляді автоматних програм, тобто цифрових програмних автоматів, тому розроблено модель структури взаємозв'язку ТОК –АСКРРМ, створено систему логічних рівнянь переходів ПЗ АСКРРМ, станів, систем виходів кожного автомату ПЗ АСКРРМ і реалізовано прикладне ПЗ АСКРРМ.

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		80

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі (КВР) розроблено АСКРРМ, а саме проведено проектування програмно-технічної частини АСКРРМ на основі аналізу роботи ТОК, досліджено особливості функціонування ТОК та експлуатації ТОК, як в цілому, так і окремих компонентів ТОК, при цьому розроблено АК АСКРРМ.

Перший розділ містить технічну (технічне завдання) інформацію про ТОК, про особливості процесів в усіх ОК що відносяться до ТОК, наведені приклади використання ТОК, і класифікація структурних рішень АСКРРМ, а також надана детальна (без абстракції) характеристика різних видів культур в ТОК та принципи його керування (управління), що дозволяє проводити аналіз та дослідження системних підходів АСКРРМ на протязі всього його життєвого циклу, і для АСКРРМ виділені рекомендації під час його проектування, також на основі цього сформовані вимоги до проектування АСКРРМ, що є основою оптимізації ПЗ АСКРРМ, яка відбудеться у розділі 3 .

Розроблено структурну схему АСКРРМ у другому розділі, і зроблено вибір ТЗА для АСКРРМ, і їх обґрунтування щодо вибору, при цьому продемонстровано спосіб керування АСКРРМ всіма компонентами ТОК разом і кожним ОК ТОК окремо, також представлено можливості з'єднання різних ТЗА з урахуванням комунікаційного обладнання ТОК, і використання ТД для моніторингу даних по кожному виду культури ТОК і проведено опис роботи АСКРРМ на основі словесних алгоритмів ТОК.

Розробку алгоритму керування АСКРРМ містить розділ три, АК АСКРРМ складається з трьох програмних ЦА (А0, А1, А2): перший програмний ЦА описує АК АСКРРМ, який тримає взаємозв'язок з панеллю керування (НМІ), другий програмний ЦА – реалізує АК АСКРРМ, який керує процесом наповнення дозованого баку, третій програмний ЦА – це АК АСКРРМ розливом РМ по автоцистернам і керує процесом його наповнення, саме ці АК АСКРРМ разом

утворюють програмну систему АСКРРМ, яка дозволяє слідкувати за екологічним процесом наповнення в ТОК, і з необхідною ступені регулювання дози РМ.

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		82

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Левін В. С. Автоматизація виробничих процесів / В. С. Левін. // Видавництво "Освіта". – 2018. – С. 320. Пахомов Г. С. Основи автоматизації та управління виробництвом / Г. С. Пахомов. // Видавництво "Техніка". – 2017. – С. 280.
2. Ткаченко А. В. Технології виробництва олії та жирів / А. В. Ткаченко. // Видавництво "Аграрна освіта". – 2016. – С. 220.
3. Ломаченко В. М. Харчова промисловість: технологія та обладнання / В. М. Ломаченко. // Видавництво "Харчова промисловість". – 2015. – С. 250.
4. Automation in the Food Industry: Current Trends and Future Prospects. // Journal of Food Engineering. – 2022. – Vol. 50, No. 3. – С. 135-160. 6. Інновації для покращення здоров'я домашніх тварин [Електронний ресурс] // Purina.ua. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.purina.ua/our-impact/our-commitments>.
5. Advances in Automated Oil Bottling Systems. // International Journal of Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 48, No. 2. – С. 95-120.
6. Innovative Solutions in Liquid Filling Technology. // Journal of Industrial Engineering. – 2021. – Vol. 45, No. 2. – С. 75-100.
7. Efficiency Improvement in Oil Bottling Processes. // Food Control Journal. – 2020. – Vol. 55, No. 1. – С. 45-70.
8. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.
9. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник/ В.І. Ткачук. - Львів: НУ "Львівська політехніка", 2006. - 440 с.
10. Ковальчук В. М. Неруйнівний контроль та діагностика матеріалів / В. М. Ковальчук - К.: НТУУ "КП", 2015. - 256 с.
11. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. - К.: Аграрна освіта, 2010. - 617 с.
12. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		83

13. ISO 9001: Системи управління якістю / Міжнародна організація зі стандартизації. // Видавництво "Стандарт". – 2015. – С. 90.
14. ISO 22000: Системи управління безпечністю харчових продуктів / Міжнародна організація зі стандартизації. // Видавництво "Стандарт". – 2018. – С. 120.
15. HACCP: Аналіз ризиків та критичні контрольні точки / Міжнародна організація зі стандартизації. // Видавництво "Стандарт". – 2017. – С. 80.
16. Google Patents. // Всесвітня організація інтелектуальної власності (WIPO). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://patents.google.com>.
17. GEA Group: Огляд обладнання для розливу рідин. // Офіційний сайт GEA Group. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gea.com>.
18. Tetra Pak: Інформація про рішення для автоматизації виробничих ліній. // Офіційний сайт Tetra Pak. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tetrapak.com>.
19. Kronos AG: Технології та обладнання для розливу. // Офіційний сайт Kronos AG. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.krones.com>.
20. Case studies: Дослідження впровадження автоматизованих систем на реальних виробництвах. // International Journal of Automation and Control. – 2022. – Vol. 61, No. 4. – С. 200-225.
21. Патенти на технології автоматизації розливу. // Всесвітня організація інтелектуальної власності (WIPO). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wipo.int>.
22. Комп'ютери та комп'ютерні технології : навч. посіб. Ч. 1. Програмування в математичному пакеті MathCAD / В.П. Лисенко. І.М. Болбот. - К. : Аграрна освіта, 2010. - 229 с.
23. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. - К.: Аграрна освіта, 2010. - 329 с.
24. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. - 464 с. - Режим доступу <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412>.

25. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.
26. Акопов, А. С. Імітаційне моделювання: підручник і практикум для академічного бакалаврату / А. С. Акопов. - К. : "Корнійчук", 2017. - 136с.
27. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв та ін. - К.: Аграрна освіта, 2011. - 449 с.
28. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. - К.: Аграрна освіта, 2013. - 404 с.\
29. Вольфсон І. Л. Сучасні технології автоматизації процесів у харчовій промисловості / І. Л. Вольфсон, В. В. Петренко. // Видавництво "Техніка". – 2019. – С. 290.
30. Довгань О. А. Інтелектуальні системи керування для виробничих процесів / О. А. Довгань, І. І. Макаренко. // Видавництво "Академія". – 2018. – С. 310.
31. Кравченко М. С. Технологічне обладнання для виробництва рослинної олії / М. С. Кравченко, Г. О. Лисенко. // Видавництво "Аграрна освіта". – 2017. – С. 270.
32. Лебедєв В. П. Автоматизовані системи контролю якості харчових продуктів / В. П. Лебедєв, А. М. Іванов. // Видавництво "Харчова промисловість". – 2020. – С. 260.
33. Automation and Control in Food Processing. // Food and Bioproducts Processing. – 2021. – Vol. 127. – С. 145-175.
34. Recent Developments in Oil Bottling Technology. // Journal of Food Processing and Preservation. – 2020. – Vol. 44, No. 3. – С. 210-240.
35. Automated Liquid Filling: Best Practices and Case Studies. // Packaging Technology and Science. – 2022. – Vol. 35, No. 2. – С. 125-150.
36. Food Safety Management Systems: An Overview of ISO 22000 Implementation. // International Journal of Food Microbiology. – 2019. – Vol. 290. – С. 100-120.

37. Innovations in Plant Oil Production. // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 110. – С. 85-115.

38. Smart Manufacturing Systems for the Food Industry. // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2022. – Vol. 18, No. 4. – С. 1600-1625.

39. Виробничі процеси в харчовій промисловості: збірник наукових праць / О. П. Гавриленко (ред.). // Видавництво "Наукова думка". – 2019. – С. 400.

40. Модернізація та автоматизація технологічних процесів / А. В. Семенов, М. Г. Коваленко. // Видавництво "Техніка". – 2018. – С. 320.

					КВРАКІТ.2020027.01.06.ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		86



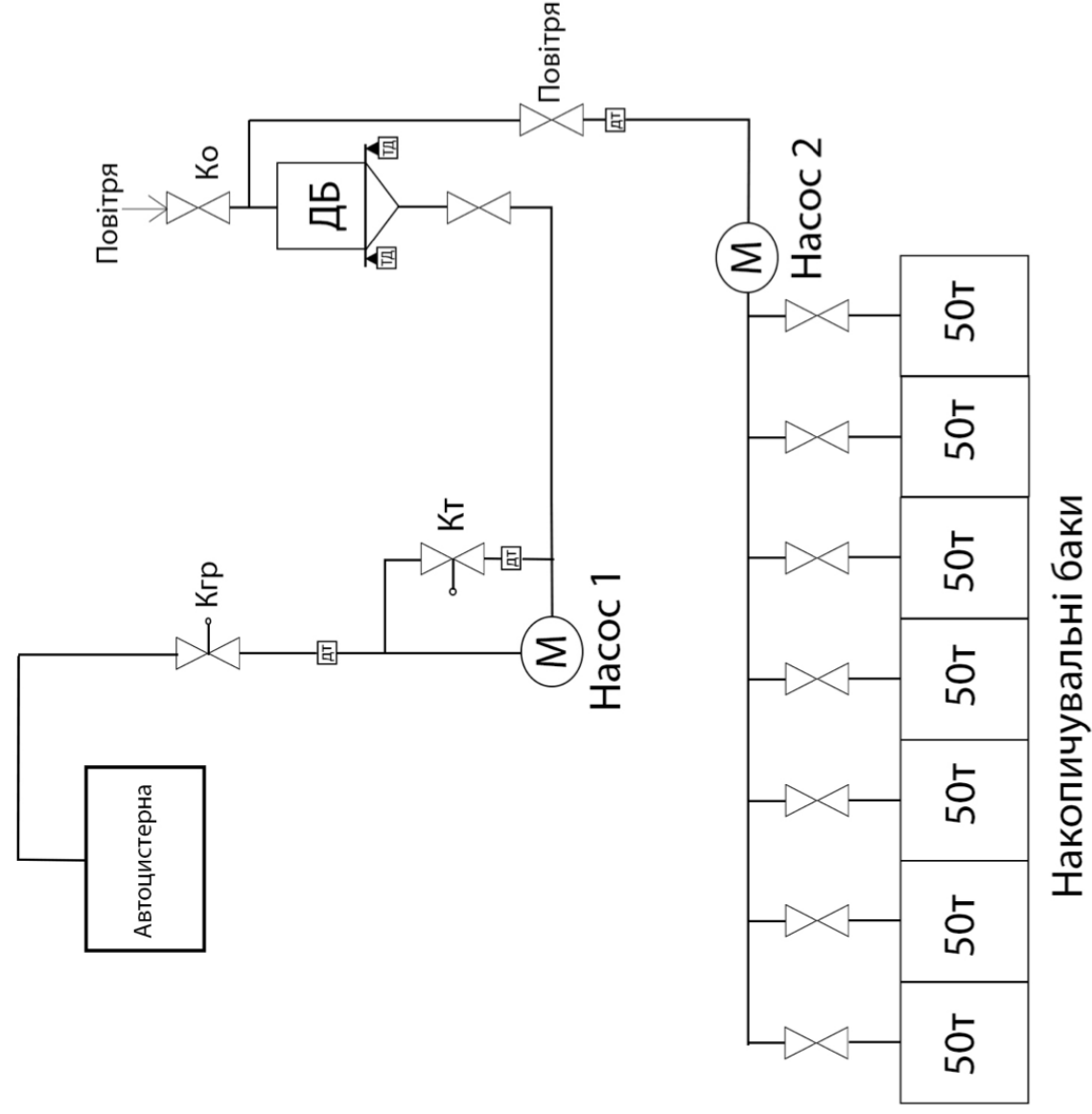
Автоматизована система керування розливу рослинного масла

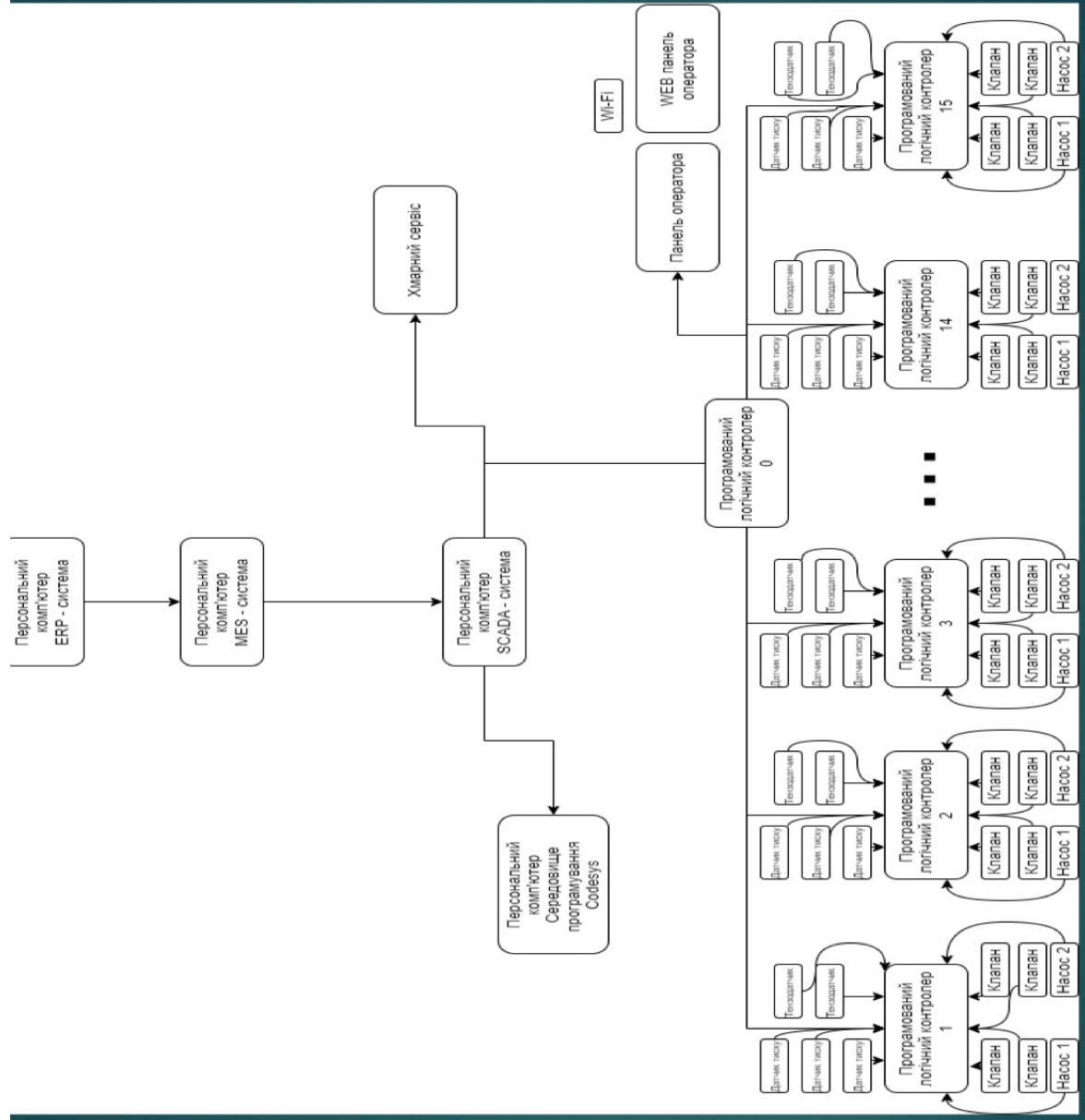
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

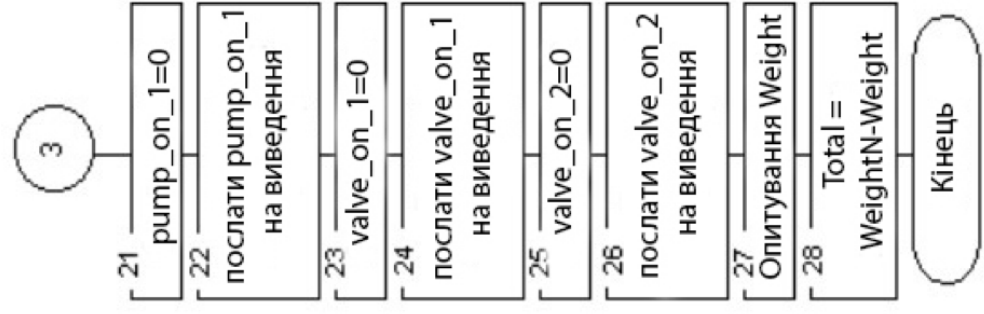
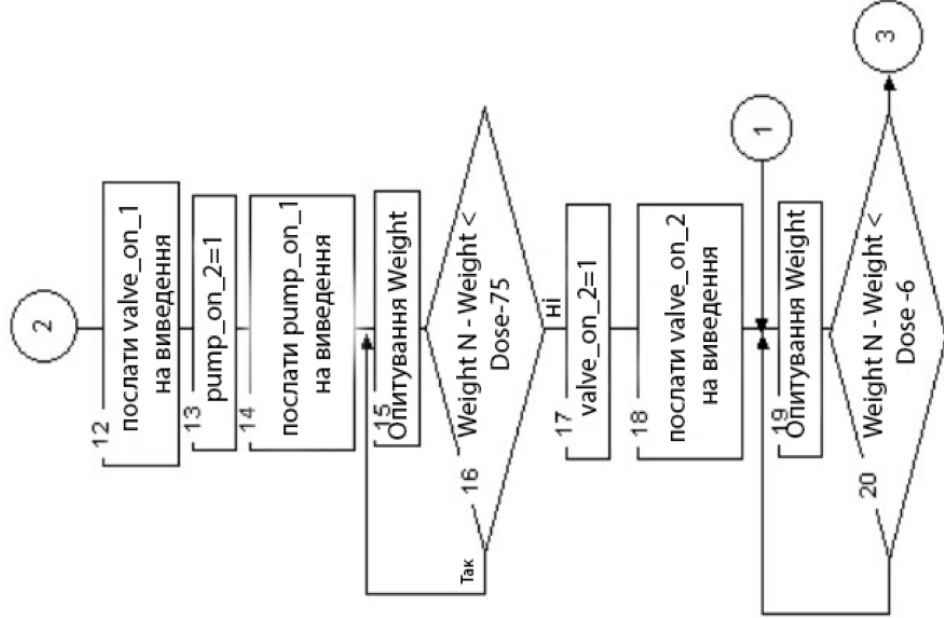
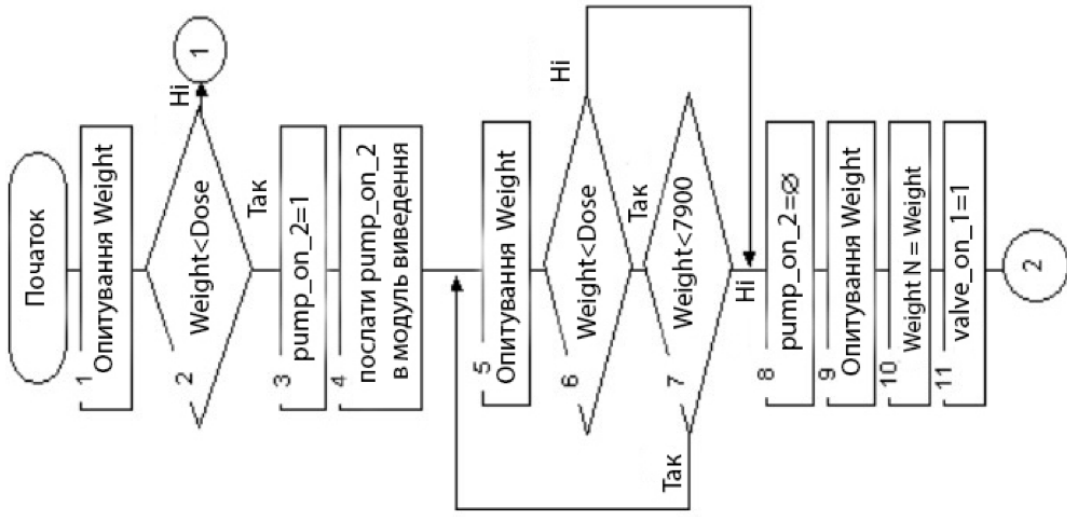
МЕТА

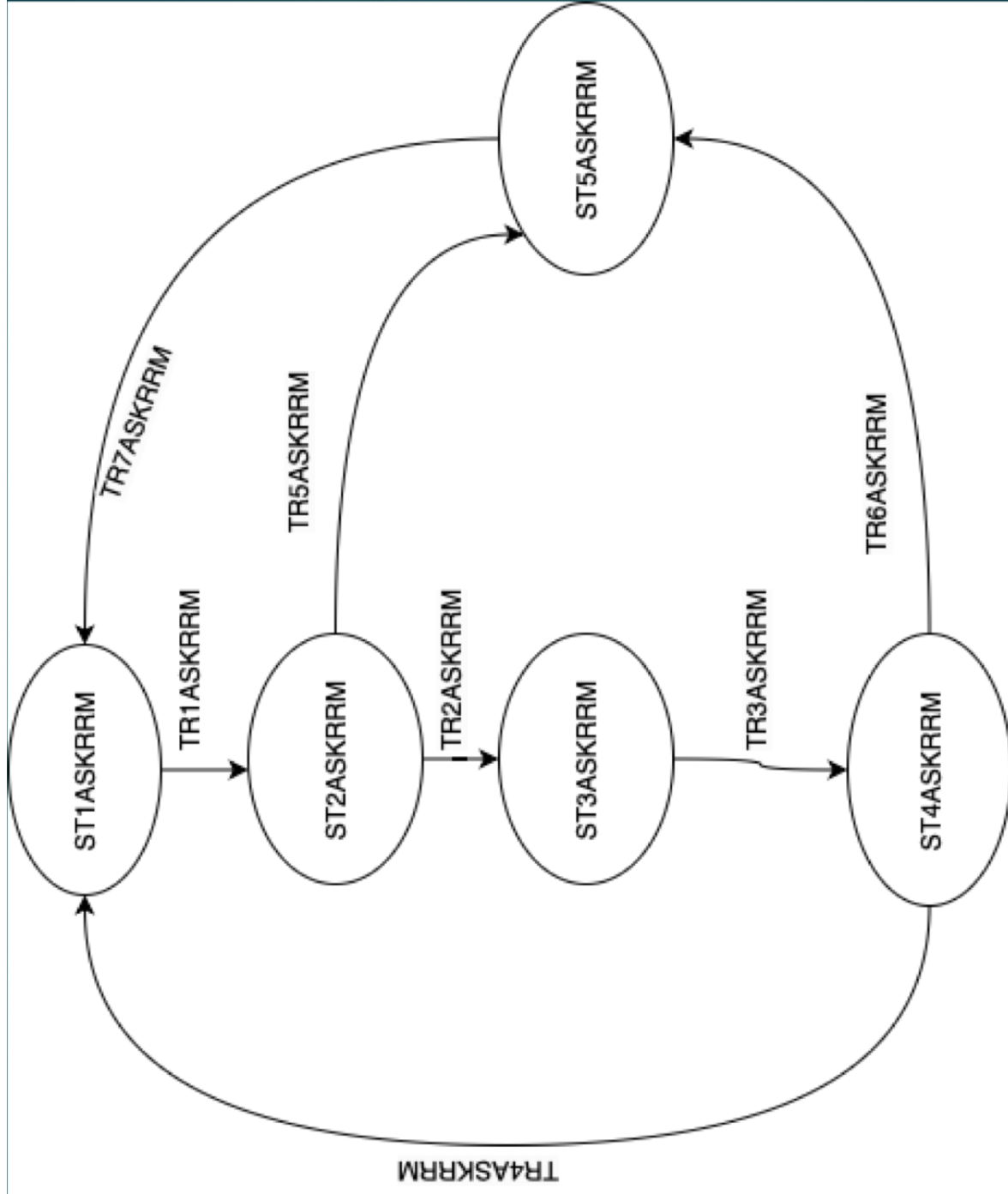
Метою кваліфікаційної роботи є проектування та програмно-технічна розробка автоматизованої системи керування розливу рослинних масл, яка дозволить проводити та контролювати процес розливу рослинного масла в режимі реального часу та отримувати сповіщення і повідомлення про будь-які відхилення від заданих параметрів технологічного об'єкту керування з урахуванням аварійних ситуацій.

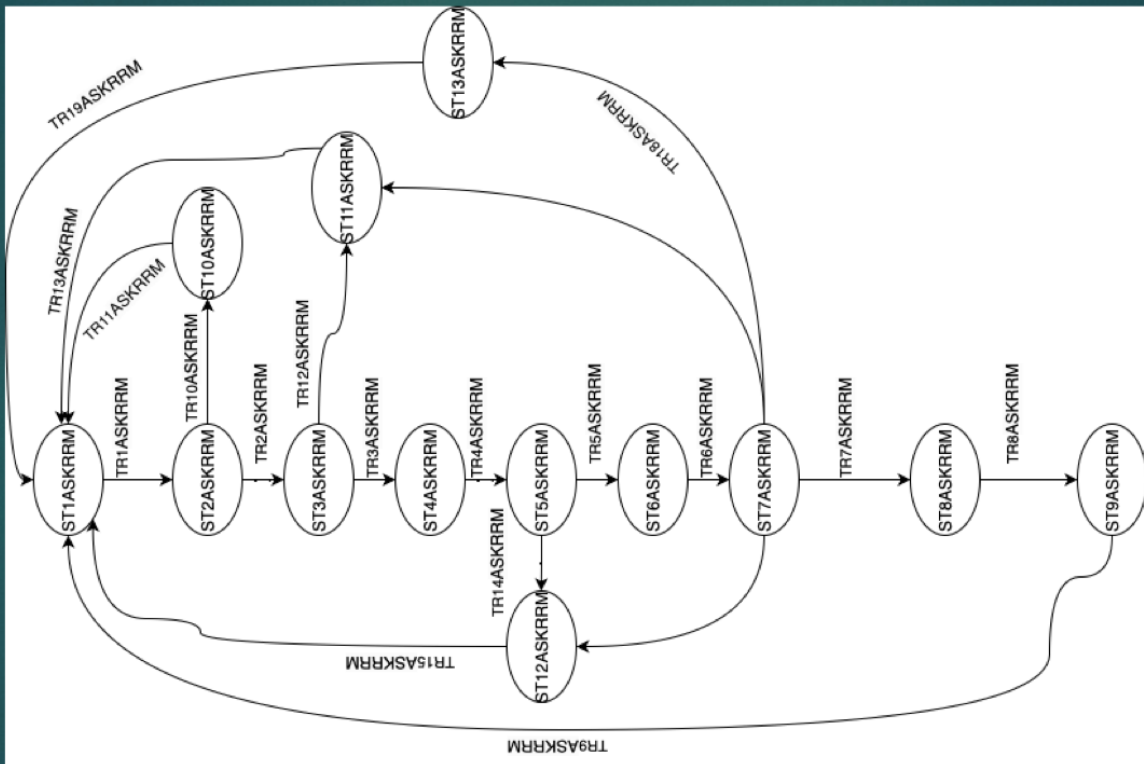
- Для досягнення мети роботи були виконані наступні завдання:
- провести аналіз технологічного об'єкту керування та існуючих автоматизованих систем керування розливу рослинних масл;
- визначити параметри технологічного об'єкту керування, які необхідно контролювати;
- розробити структурну схему автоматизованої системи керування розливу рослинних масл;
- обрати необхідні технічні засоби автоматизації для автоматизованої системи керування розливу рослинних масл.
- розробити алгоритм керування у вигляді програмного автоматного графу переходів;
- розробити систему логічних рівнянь переходів, станів та вихідних змінних алгоритму керування
- розробити програмне забезпечення для моніторингу, керування та контролю розливом рослинного масла.

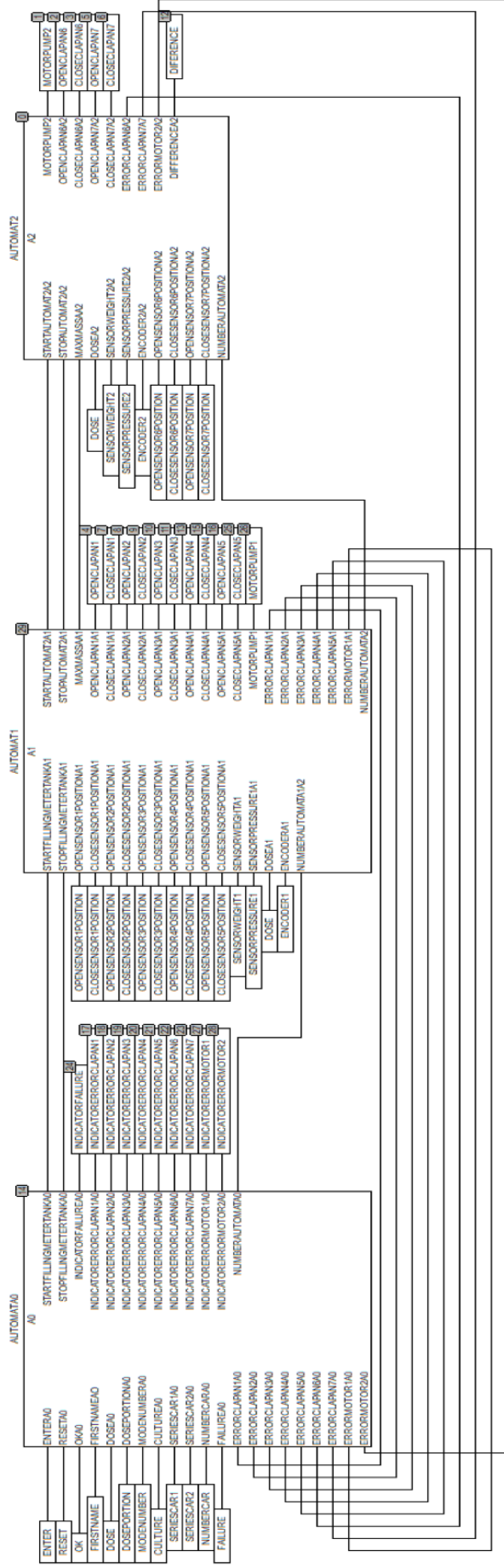












Loading library 'C:\Program Files (x86)\3S Software\CoDeSys V2.3\Library\Standard.lib'
 Loading library 'C:\Program Files (x86)\3S Software\CoDeSys V2.3\Library\ecSfc.lib'
 Loading library 'C:\Program Files (x86)\Common Files\CAA-Targets\SSL\lib_PLCWinNTSYS\LIBCALLBACK.LIB'



0001 FUNCTION_BLOCK_A1

0002 VAR INPUT

```

0001 TR1=ST1 AND STARTFILLINGMETERANK1 AND NUMERAUTOMATA142=1 AND NUMERAUTOMATA142<=15;
0002 TR2=ST2 AND (SENSORWEIGHT1 <DOSEA1) AND TIMERDELAYST2.Q;
0003 TR3=ST3 AND OPENSENSOR1POSITION1 AND OPENSENSOR2POSITION1 AND OPENSENSOR3POSITION1;
0004 TR4=ST4 AND NOT (SENSORPRESSURE141>=100);
0005 TR5=ST5 AND SENSORPRESSURE141>=100 AND TIMERDELAYST5.Q;
0006 TR6=ST6 AND OPENSENSOR4POSITION1;
0007 TR7=ST7 AND SENSORWEIGHT1=DOSEA1;
0008 TR8=ST8 AND OPENSENSOR1POSITION1 AND OPENSENSOR2POSITION1 AND OPENSENSOR3POSITION1 AND OPENSENSOR4POSITION1;
0009 TR9=ST9 AND TIMERDELAYOPENCLAPANS9.Q;
0010 TR10=ST10 AND OPENSENSOR6POSITION1;
0011 TR11=ST11 AND TIMERAJR.Q;
0012 TR12=ST12 AND OPENSENSOR5POSITION1;
0013 TR13=ST13 AND (MAXMASSA1=SENSORWEIGHT1) AND TIMERDELAYST13.Q;
0014 TR14=ST14 AND (SENSORWEIGHT1=DOSEA1) AND TIMERDELAYST2.Q;
0015 TR15=ST15 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN12341.Q AND NOT OPENSENSOR1POSITION1;
0016 TR16=ST16 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN12341.Q AND NOT OPENSENSOR2POSITION1;
0017 TR17=ST17 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN12341.Q AND NOT OPENSENSOR3POSITION1;
0018 TR18=ST18 AND ERRORTIMERMOTOR141.Q AND (ENCODER141=0);
0019 TR19=ST19 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN141.Q AND NOT OPENSENSOR4POSITION1;
0020 TR20=ST20 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR1POSITION1;
0021 TR21=ST21 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR2POSITION1;
0022 TR22=ST22 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR3POSITION1;
0023 TR23=ST23 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR4POSITION1;
0024 TR24=ST24 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN5A1.Q AND NOT OPENSENSOR5POSITION1;
0025 TR25=ST25 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN5A1.Q AND NOT OPENSENSOR6POSITION1;
0026 TR26=ST26 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0027 TR27=ST27 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0028 TR28=ST28 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0029 TR29=ST29 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0030 TR30=ST30 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0031 TR31=ST31 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0032 TR32=ST32 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0033 TR33=ST33 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0034
0035 ST1=(ST1 OR TR26 OR TR27 OR TR28 OR TR29 OR TR30 OR TR31 OR TR32 OR TR33) AND NOT TR1;
0036 ST2=(ST2 OR TR1) AND NOT TR2 AND NOT TR14 AND NOT TR27;
0037 ST3=(ST3 OR TR2) AND NOT TR3 AND NOT TR15 AND NOT TR16 AND NOT TR17;
0038 ST4=(ST4 OR TR3) AND NOT TR4;
0039 ST5=(ST5 OR TR4) AND NOT TR5 AND NOT TR18;
0040 ST6=(ST6 OR TR5) AND NOT TR6 AND NOT TR19;
0041 ST7=(ST7 OR TR6) AND NOT TR7;
0042 ST8=(ST8 OR TR7) AND NOT TR8 AND NOT TR20 AND NOT TR21 AND NOT TR22 AND NOT TR23;
0043 ST9=(ST9 OR TR8) AND NOT TR9;
0044 ST10=(ST10 OR TR9) AND NOT TR10 AND NOT TR24;
0045 ST11=(ST11 OR TR10) AND NOT TR11;
0046 ST12=(ST12 OR TR11) AND NOT TR12 AND NOT TR25;

```



0001 FUNCTION_BLOCK_A0

0002 VAR INPUT

```

0001 TR1=ST1 AND STARTFILLINGMETERANK1 AND NUMERAUTOMATA142=1 AND NUMERAUTOMATA142<=15;
0002 TR2=ST2 AND (SENSORWEIGHT1 <DOSEA1) AND TIMERDELAYST2.Q;
0003 TR3=ST3 AND OPENSENSOR1POSITION1 AND OPENSENSOR2POSITION1 AND OPENSENSOR3POSITION1;
0004 TR4=ST4 AND NOT (SENSORPRESSURE141>=100);
0005 TR5=ST5 AND SENSORPRESSURE141>=100 AND TIMERDELAYST5.Q;
0006 TR6=ST6 AND OPENSENSOR4POSITION1;
0007 TR7=ST7 AND SENSORWEIGHT1=DOSEA1;
0008 TR8=ST8 AND OPENSENSOR1POSITION1 AND OPENSENSOR2POSITION1 AND OPENSENSOR3POSITION1 AND OPENSENSOR4POSITION1;
0009 TR9=ST9 AND TIMERDELAYOPENCLAPANS9.Q;
0010 TR10=ST10 AND OPENSENSOR6POSITION1;
0011 TR11=ST11 AND TIMERAJR.Q;
0012 TR12=ST12 AND OPENSENSOR5POSITION1;
0013 TR13=ST13 AND (MAXMASSA1=SENSORWEIGHT1) AND TIMERDELAYST13.Q;
0014 TR14=ST14 AND (SENSORWEIGHT1=DOSEA1) AND TIMERDELAYST2.Q;
0015 TR15=ST15 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN12341.Q AND NOT OPENSENSOR1POSITION1;
0016 TR16=ST16 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN12341.Q AND NOT OPENSENSOR2POSITION1;
0017 TR17=ST17 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN12341.Q AND NOT OPENSENSOR3POSITION1;
0018 TR18=ST18 AND ERRORTIMERMOTOR141.Q AND (ENCODER141=0);
0019 TR19=ST19 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN141.Q AND NOT OPENSENSOR4POSITION1;
0020 TR20=ST20 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR1POSITION1;
0021 TR21=ST21 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR2POSITION1;
0022 TR22=ST22 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR3POSITION1;
0023 TR23=ST23 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN123441.Q AND NOT OPENSENSOR4POSITION1;
0024 TR24=ST24 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN5A1.Q AND NOT OPENSENSOR5POSITION1;
0025 TR25=ST25 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN5A1.Q AND NOT OPENSENSOR6POSITION1;
0026 TR26=ST26 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0027 TR27=ST27 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0028 TR28=ST28 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0029 TR29=ST29 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0030 TR30=ST30 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0031 TR31=ST31 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0032 TR32=ST32 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0033 TR33=ST33 AND STOPFILLINGMETERANK1;
0034
0035 ST1=(ST1 OR TR26 OR TR27 OR TR28 OR TR29 OR TR30 OR TR31 OR TR32 OR TR33) AND NOT TR1;
0036 ST2=(ST2 OR TR1) AND NOT TR2 AND NOT TR14 AND NOT TR27;
0037 ST3=(ST3 OR TR2) AND NOT TR3 AND NOT TR15 AND NOT TR16 AND NOT TR17;
0038 ST4=(ST4 OR TR3) AND NOT TR4;
0039 ST5=(ST5 OR TR4) AND NOT TR5 AND NOT TR18;
0040 ST6=(ST6 OR TR5) AND NOT TR6 AND NOT TR19;
0041 ST7=(ST7 OR TR6) AND NOT TR7;
0042 ST8=(ST8 OR TR7) AND NOT TR8 AND NOT TR20 AND NOT TR21 AND NOT TR22 AND NOT TR23;
0043 ST9=(ST9 OR TR8) AND NOT TR9;
0044 ST10=(ST10 OR TR9) AND NOT TR10 AND NOT TR24;
0045 ST11=(ST11 OR TR10) AND NOT TR11;
0046 ST12=(ST12 OR TR11) AND NOT TR12 AND NOT TR25;

```

0 - [A2 (FB-ST)]

Insert Extras Online Window Help



0001 FUNCTION_BLOCK A2

0002 VAR_INPUT

<

```
0001 TR1:=ST1 AND STARTAUTOMAT2A2 AND NUMBERTAUTOMAT2A2=2;
0002 TR2:=ST2 AND SENSORPRESSURE2A2=100;
0003 TR3:=ST3 AND OPENSENSOR6POSITIONA2;
0004 TR4:=ST4 AND ((MAXMASSA42-SENSORWEIGHT2A2)>=DOSEA2-48);
0005 TR5:=ST5 AND OPENSENSOR7POSITIONA2;
0006 TR6:=ST6 AND ((MAXMASSA42-SENSORWEIGHT2A2)>=DOSEA2-5);
0007 TR7:=ST7 AND CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0008 TR8:=ST8 AND TIMERDELAYST8.Q;
0009 TR9:=ST9 AND STOPAUTOMAT2A2;
0010 TR10:=ST2 AND ERRORTIMERMOTOR2.Q AND ENCODER2A2=0;
0011 TR11:=ST10 AND STOPAUTOMAT2A2;
0012 TR12:=ST3 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN6.Q;
0013 TR13:=ST11 AND STOPAUTOMAT2A2;
0014 TR14:=ST5 AND ERRORTIMEROPENCLAPAN7.Q;
0015 TR15:=ST12 AND STOPAUTOMAT2A2;
0016 TR16:=ST7 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q AND NOT CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0017 TR17:=ST7 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q AND CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND NOT CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0018 TR18:=ST7 AND ERRORTIMERCLOSECLAPAN67.Q AND NOT CLOSESENSOR6POSITIONA2 AND NOT CLOSESENSOR7POSITIONA2;
0019 TR19:=ST13 AND STOPAUTOMAT2A2;
0020
0021 ST1:=(ST1 OR TR9 OR TR11 OR TR13 OR TR15 OR TR19) AND NOT TR1;
0022 ST2:=(ST2 OR TR1) AND NOT TR2 AND NOT TR10;
0023 ST3:=(ST3 OR TR2) AND NOT TR3 AND NOT TR12;
0024 ST4:=(ST4 OR TR3) AND NOT TR4;
0025 ST5:=(ST5 OR TR4) AND NOT TR5 AND NOT TR14;
0026 ST6:=(ST6 OR TR5) AND NOT TR6;
0027 ST7:=(ST7 OR TR6) AND NOT TR7 AND NOT TR16 AND NOT TR17 AND NOT TR18;
0028 ST8:=(ST8 OR TR7) AND NOT TR8;
0029 ST9:=(ST9 OR TR8) AND NOT TR9;
0030 ST10:=(ST10 OR TR10) AND NOT TR11;
0031 ST11:=(ST11 OR TR12 OR TR17) AND NOT TR13;
0032 ST12:=(ST12 OR TR14 OR TR16) AND NOT TR15;
0033 ST13:=(ST13 OR TR18) AND NOT TR19;
0034
0035 MOTORPUMP2:=ST2 OR ST3 OR ST4 OR ST5 OR ST6;
0036 OPENCLAPAN6A2:=ST3;
0037 OPENCLAPAN7A2:=ST5;
0038 CLOSECLAPAN6A2:=ST7;
0039 CLOSECLAPAN7A2:=ST7;
0040
0041 F (ST2) THEN
0042   ERRORTIMERMOTOR2(IN:=ST2, PT:=T#40s);
0043 END_IF;
0044 F (ST3) THEN
0045   ERRORTIMERMOTOR2(IN:=FALSE, PT:=T#40s);
0046
```

Дякую за увагу

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1016385940

Дата перевірки:
24.06.2024 16:39:01 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
24.06.2024 16:42:44 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: Долгов_антиплагіат

Кількість сторінок: 93 Кількість слів: 14595 Кількість символів: 103166 Розмір файлу: 7.01 MB ID файлу: 1016197043

971 слово позначене як "вилучене" та не враховується у підрахунку слів

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

1.03% Схожість

Найбільша схожість: 0.31% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015331808)

0.87% Джерела з Інтернету 76 Сторінка 95

0.62% Джерела з Бібліотеки 40 Сторінка 95

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0.04% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.04% Вилученого тексту з Бібліотеки 1 Сторінка 95

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 2

Підозріле форматування 14 сторінок

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Помилوک в документах: 14%**

ID: 132454 Назва: БКР Автоматизована система керування розливу рослинного масла Додано в БД: 2024-06-24 Автора: Максим ДОЛГОВ Керівники: Денис МАКАРИШКІН Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	85232	427	1735 (2%)	29 (7%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Долгов Максим Михайлович

Тема: Автоматизована система керування розливу рослинного масла

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

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість презентаційних слайдів 13 Кількість сторінок записки 86

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: розроблено автоматизовану систему керування розливу рослинного масла, спроектовано прикладне програмне забезпечення автоматизованої системи керування розливу рослинного масла.
2. Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено огляд та аналіз технічних та технологічних по автоматизованим системам керування розливу рослинного масла. У другому розділі розроблено структурну схему автоматизованої системи керування розливу рослинного масла на основі технологічного об'єкту керування; проведено обґрунтування та вибір технічних засобів автоматизації; розроблено схеми з'єднання програмованих логічних контролерів із іншими технічними засобами автоматизованої системи керування розливу рослинного масла. У третьому розділі розроблено алгоритм керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла на основі програмних автоматів з побудовою їх орієнтованих графів переходів; спроектовано та розроблено прикладну програму керування автоматизованої системи керування розливу рослинного масла у середовищі CoDeSys на мовах програмування CFC та ST.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється огляду існуючих технічних рішень щодо людино-машинного інтерфейсу

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (5,0/А)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Чечур Віктор Миколайович,
канд. техн. наук, доцент кафедри кібербезпеки

"21" 06 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Долгов Максим Михайлович

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-20-1

ЗАЯВА

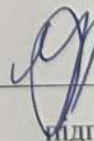
З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

01.06.2024

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система керування розливу рослинного масла
 Автор: Максим ДОЛГОВ
 Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій
 Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
 Науковий керівник: к.т.н., доц. Денис МАКАРИШКІН
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

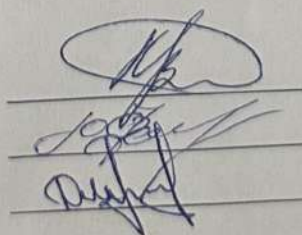
Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;
 - 2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;
 - 3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.
- Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 1,03% і адресується до 76 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи



Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Денис МАКАРИШКІН