

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
_____ Форсюк А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«2» червень 2021 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ельперін І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«2» червень 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
на тему: Розробка системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті

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

_____ Кислюк Дмитро Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Романов Микола Сергійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____ Барановський П. П.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Кислюк Д. І.

_____ (підпис)

Керівник роботи Романов М. С.

_____ (підпис)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота являє собою розробку системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку на нахиленому дифузійному апараті.

В роботі представлено опис технологічного процесу та режиму роботи відділення отримання дифузійного соку з бурякової стружки на нахиленому дифузійному апараті, завдання на систему автоматизації, схема монтажу засобу контролю рівня у збірнику дифузійного соку – рівнеміра **DLS-35_-50**, схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та детальні схеми підключення технічних засобів автоматизації.

Виконана розробка алгоритму роботи та програму для управління автоматизованим відділенням отримання дифузійного соку.

Проект виконано на базі ПЛК Schneider Electric Modicon M340, у середовищі Unity Pro XL. Дисплейну мнемосхему для панелі оператора розроблено в програмному забезпеченні Vijeo Citect від фірми Schneider Electric, її представлено у пояснювальній записці проекту.

Ключові слова: цукор, ПЛК, M340, дифузія.

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

Annotation

This qualification work is the development of a system for automating the process of obtaining diffusion juice on an inclined diffusion apparatus.

The paper presents a description of the technological process and mode of operation of the department of diffusion juice from beet chips on an inclined diffusion apparatus, tasks for the automation system, installation diagram of the level control in the diffusion juice collection - level meter **DLS-35_-50**, connection diagram of sensors and actuators to PLC and detailed connection diagrams of technical means of automation.

The algorithm of work and the program for management of the automated department of reception of diffusion juice are executed.

The project is based on the Schneider Electric Modicon M340 PLC, in the Unity Pro XL environment. The display mnemonic for the operator panel is developed in the Vijeo Citect software from Schneider Electric, it is presented in the explanatory note of the project.

Keywords: sugar, PLC, M340, diffusion.

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

Зміст

Вступ.....	7
1. Схема автоматизації	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації	9
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації	15
2. Система автоматизації.	20
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів(ВМ) та регулюючих органів(РО).	20
2.2 Опис схеми автоматизації	35
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.	38
2.4 Проектне компонування мікропроцесорного контролера.	39
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.	49
3.1 Загальна схема підключення.	49
3.2 Розширені схеми підключення для окремих контурів	51
4. Креслення встановлення технічного засобу.	54
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	56
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.	73
6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.	73
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	75
Висновки	78
Список використаної літератури	79

Вступ

Цукрова промисловість — одна з найстаріших і найважливіших галузей харчової промисловості, продукція якої до 1914 року, поруч із збіжжям, була найважливішим предметом експорту. Була одним з основних локомотивів індустріальної революції в Україні.

Оскільки цукровий буряк є основною сировинною базою вітчизняних цукрових заводів України, то конкурентоспроможність та ефективність виробництва цукрових буряків в Україні є одним з найбільш важливих елементів у проблемі підтримки та збереження всього цукрового маркетингового ланцюжка. Цукровий буряк (*Beta vulgaris*) – це рослина, що належить до родини маревих. Це дворічна, посухостійка рослина. В перший рік із насіння вирощують коренеплід з масивною кореневою системою. В наступному році із висаджених в ґрунт коренеплодів виростає стебло, квітки та насіння. Для виробництва цукру використовують коренеплоди першого року розвитку.

Дифузія - це процес вивільнення із складної речовини одного чи декількох компонентів під дією розчинника (екстрагента), що має вибірково здатність розчиняти лише ті компоненти, що необхідні для екстрагування. Ціль дифузійного процесу в цукровому виробництві – видобути із стружки буряка максимально можливу кількість сахарози. Для цього перш за все необхідно нагріти стружку до температури денатурації протоплазми бурячних клітин. Процес такої термічної обробки називають обшпарюванням. В цукровому виробництві дифузійний процес уявляє собою складний комплекс. Спочатку відбувається дифузія цукру з розірваних при розрізанні буряка в стружку клітин (вільна дифузія), потім починається проникнення води в клітинний сік (осмос) і після нагрівання стружки до 60°C (обшпарювання) починається основний процес вивільнення цукру з вакуолею клітин

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.				

буряка дифузійний сік (діаліз). Процес отримання дифузійного соку має ряд природніх обмежень. Відбір соку складає 115-130%, тобто зі 100 кг стружки добувають 115-130 кг соку. При більшому відборі збільшуються витрати води на знецукрення стружки і збільшуються витрати палива та електроенергії на випарювання зайвої води при згущенні соку. В активній частині дифузійної установки підтримують температуру 70-75°C. Оскільки при $t > 75^{\circ}\text{C}$ відбувається набухання пектинових речовин, і знижується щільність стружки, а при $t < 70^{\circ}\text{C}$ інтенсивно розвиваються мікроорганізми, що призводять до псування стружки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.				

1. Схема автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Для швидкого і можливо більш повного вилучення цукру з буряка методом дифузії найголовніше, вирішальне значення має хороше подрібнення буряків, перетворення їх в тонку стружку. Для подрібнення буряків використовують бурякорізки. Бурякорізки бувають двох типів: горизонтальні та вертикальні. В даному об'єкті застосовуються вертикальні бурякорізки. В таких бурякорізках рами з ножами нерухомі, рухаються буряки і ріжуться об нерухомі ножі.

Хороша бурякова стружка представляє собою довгі і тонкі смуги буряка жолобчастого, кровлеподібного перетину. Ширина стружки буває зазвичай від 3 до 5 мм і товщиною не менше 0.5 мм і не більше 1.0 мм. кровлеподібна форма стружки буряка забезпечує омивання її з усіх боків. Занадто тонка стружка небажана, так як вона мнеться в компактну масу і ускладнює рух соку, але і дуже товста стружка теж не припустима, тому що при збільшенні шляху дифузії цукор з неї дифундує занадто повільно. Якість стружки залежить від якості ножів.

Якість стружки оцінюють по шведському фактору

$F = \frac{\text{маса стружки довжиною більше 5 см}}{\text{маса стружки довжиною менше 1 см}}$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк Д. І.			Розробка системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Романов М. С.					9	10
Зав.кафедри.		Ельперін І. В.				НУХТ АК-4-1		

Таблиця 1.1. Відхилення в роботі в роботі бурякорізки і способи їх усунення

Відхилення в роботі	Можливі причини	Способи усунення
1	2	3
Недостатня довжина стружки	Велике підняття ножів	Зменшити підняття ножів
Стружка тонша допустимої	Мале підняття ножів	Збільшити підняття ножів
Стружка пом'ята, рвана, ворсиста (не гладка)	Притупились ножі або пошкоджені їх різальні кромки	Замінити ножі і одночасно прийняти заходи до кращого очищення буряків від твердих предметів
	Зігнулися або недостатньо загартовані ножі	Замінити ножі новими
	На лезах ножів зависли плаваючі домішки	Прочистити ножі і прийняти заходи по підвищенню ступеню уловлювання легких домішок
	На лезах ножів зависло бурячне волокно	Застосувати стиснене повітря для очищення ножів, збільшити зазор між ножами і контрольною планкою
	Додаткова передня грань на перах ножів коротша за потрібну	Стоншити пера старих ножів на довжині від 10 мм до 12 мм; нових – на довжині не менше ніж 8 мм
Стружка ламана	Зазор між різальною кромкою ножів і контрольною планкою менший за потрібний	Встановити правильний зазор для буряків даної якості
	Передня грань (фаска) пера заточена під великим кутом	Заточити ножі під кутом передньої грані (фаски) не більше 33°
	Використовуються зношені ножі з короткою робочою частиною менше ніж 20 мм	Замінити зношені ножі новими і вибракувати їх
В стружці низький відсоток основного її профілю або вона неоднакова за товщиною	Невірно встановлені ножі і ножові рами	Встановити ножі і ножові рами відповідно до інструкції. Зупинити бурякорізку, почистити посадочні місця ножових рам
	Завитка різки має биття	Набирати ножі по кондуктору
	Малий рівень буряків в приймачі бурякорізки	Підтримувати рівень буряків в бункері над бурякорізками

В стружці є гребінці	Дуже високо підняті ножі	Зменшити величину підняття ножів
	Занадто великий зазор між різальною кромкою ножа і контрольною планкою	Дотримуватися зазорів, вказаних в даній інструкції
В стружці багато мезги і браку	Високо поставлені контрножі	Встановити контрножі з зазором не більше ніж 11 мм
	Ножі затупилися або на їх лезах зависли бур'яни, гичка, волокна буряків	Почистити або замінити ножі
	Замала або завелика швидкість різання	Встановити оптимальну швидкість різання
	Недостатній рівень буряків в бункері бурякорізки	Підтримувати вказаний в даній інструкції рівень буряків в бурякорізці
В бурякорізці з'явився нехарактерний шум	Попав твердий предмет	Негайно зупинити різку, перекрити надходження буряків, вийняти одну раму, вивантажити всі буряки і видалити сторонній предмет
Підшипники бурякорізки гріються	Підшипники сильно затягнуті. Не надходить мастило в підшипники	Ослабити затяжку підшипників. Прочистити маслопровід і замінити мастило
Стук під час пускання бурякорізки	Ослаблі з'єднання суміжних деталей в бурякорізці	Зупинити різку і промити її, вивантаживши всі буряки. Відключити різку, роз'єднати муфту. Старанно оглянути всі болтові і шпоночні з'єднання. Повільним обертанням від руки встановити місце, в якому відбувався стукіт. Слабкі з'єднання підтягнути
Під час роботи бурякорізки чути ритмічний стукіт	Зламався зуб в шестерні привода різки	Різку зупинити, розвантажити і промити теплою водою, замінити шестерні
	Зігнутий вал; порушена концентричність установки завитки в корпусі; послабили болти і опустився контрніж; занадто високо підняті один або кілька ножів; перекосилася або зігнулася робоча частина ножа	Встановити причину і усунути її

Бурякову стружку з бурякорізки подають до дифузійного апарату за допомогою стрічкового транспортера. Стрічковий транспортер являє собою нескінченну стрічку (пас), що огинає два барабани з яких один ведучий, а інший натяжний. Стрічка гумова, ширина 0.5 м, без бортів може подати до 9 тис. ц стружки в добу.

Таблиця 1.2. Відхилення в роботі стрічкового конвеєра і способи їх усунення

Відхилення в роботі	Можливі причини	Способи усунення
1	2	3
Стрічка пробуксовує на барабані	Нерівномірний натяг стрічки. Попадання води на барабан	Добитися рівномірного натягу стрічки. Просушити барабан
Нагріваються підшипники барабанів, редукторів і направляючих роликів	Ненормальний натяг стрічки, невідцентровані вали приводу, не змащуються підшипники	Перевірити натяг стрічки, установку приводу, змащення підшипників. Виявлені недоліки усунути
Обривається стрічка або пошкоджується з'єднувальний шов	Стрічка перекошується через нерівномірний натяг; зачіплює захисні жолоби	Добитися рівномірного натягу стрічки; усунути зачеплення

Похилий дифузійний апарат являє собою коритоподібний апарат довжиною 22.5 м, встановлений похило (ухил 1/7 або близько 8°). У нижній кінець апарату направляється бурякова стружка. Тут же через сито і штуцер відводиться дифузний сік. Для очищення сита влаштовані два скребка, щільно прилягають до поверхні сита. Конусоподібні отвори сита (2-4 мм) малим перетином звернені всередину апарату. Дифузійний сік відбирають насосами з нижньої головної частини апарату і подають через пульпоуловлювачі на подальше оброблення.

Для пересування стружки від нижнього кінця до верхнього поставлено поруч два стрічкових шнека діаметром 2.4 м, які обертаються в протилежні сторони. Осі валів шнеків так близькі один до іншого (відстань між осями 1.55 м), що витки одного шнека заходять в простір між витками іншого. Це здійснює рівномірний поступальний рух стружки без обертання її маси навколо валів шнеків. Крок шнеків 0.96 м.

Число оборотів може змінюватися від 0.4 до 1.2 в хвилину. Шнеки обертаються абсолютно синхронно з однаковим числом оборотів, інакше витки одного шнека зачепили б за витки іншого і зламалися б.

Жом видаляється з верхнього кінця апарату підйомним колесом. Це колесо (з окремим приводом) робить 3.8 об / хв

Сульфітована(живильна) вода подається в верхню частину апарату по патрубку з температурою від 65 до 68 °С, а жомотресова вода - нижче по аналогічному патрубку з температурою від 72 до 74 °С.

Ніякого попереднього ошпарювання стружки не робиться. Для підвищення температури маси в апараті під ним розташовано 4 зони підігрівання із загальною поверхнею нагріву 85м². Вони обігрівуються паром температурою не більше 100 °С (пар третього корпусу випарювання). Температура в апараті по зонах:

I – від 68 до 70 °С

II – від 72 до 74 °С

III – від 72 до 74 °С

IV – від 66 до 68 °С

Отже, температура жому що видаляється 60 °С. Температура одержуваного соку 25-30 °С, так як в місці виходу соку стружка не прогріта. Низька температура соку є перевагою, так як знижує і витрати пара на дифузію; в той же час на підігрів холодного соку перед його очищенням можна застосовувати пари низької температури і таким чином використовувати їх. Вся установка автоматизована і управляється лише однією людиною (оператором).

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.4. Специфікація засобів автоматизації

№	Параметр, місце вибору сигналу	Припустиме значення сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контроль реалізації упр. дії
1	Дифузійний апарат	Температура підігріву в 1-й зоні	65-68 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани подачі пари
		Температура підігріву в 2-й зоні	72-74 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани подачі пари
		Температура підігріву в 3-й зоні	72-74 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани подачі пари
		Температура підігріву в 4-й зоні	68-72 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани подачі пари
		Рівень в 1-й зоні	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на бурякорізки, транспортери, привід сопло-агрегату розподілу живильної води
		Рівень в 2-й зоні	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на бурякорізки, транспортери
		Рівень в 3-й зоні	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на бурякорізки, транспортери
		Рівень в 4-й зоні	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на бурякорізки, транспортери
		Тиск перед ситом	Рівний тиску після сита	Контроль	Відображення, реєстрація,	АРМ оператора

					сигналізація	
		Тиск після сита		Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
		Рівень піни в 1-й зоні	0	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
		Рівень піни в 2-й зоні	0	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
		Рівень піни в 3-й зоні	0	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
		Рівень піни в 4-й зоні	0	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
2	Тробопрод від подачі живильної води	Витрата	50м ³ /год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі живильної води
		Температура	68-72 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
3	Тробопрод від подачі жомпресової води	Витрата	70м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора

4	Конвеєр стружки №1	Контроль руху	1	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
		Витрата	120м ³ /год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на бурякорізки
5	Конвеєр стружки №2	Контроль руху	1	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
6	Шнек вигрузки стружки	Контроль руху	1	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
7	Трубопровід дифузійного соку	Температура	68-72 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
		Витрата	130м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
8	Збірник дифузійного соку	Рівень	60 %	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора
9	Збірник конденсату №1	Рівень	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан
10	Збірник конденсату №2	Рівень	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапани та двигун
11	Двигун	Частота обертів		Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М1
12	Двигун	Частота обертів		Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М2
13	Двигун	Частота обертів		Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М3

14	Двигун	Частота обертів		Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М4
15	Двигун	Частота обертів		Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М5
16	Двигун	Частота обертів		Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М6
17	Двигун	Частота обертів	1	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М7
18	Двигун	Частота обертів	1	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М8
15	Двигун	Частота обертів	1	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М9
16	Двигун	Частота обертів	1	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М10
17	Двигун	Частота обертів	1	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М11
18	Двигун	Частота обертів	1	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун М12

2. Система автоматизації

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

Термоперетворювач опору.

Один з найпоширеніших конструктивів датчиків температури ТСПУ-1-3-100П від ПАТ «ТЕРА» з рухомим штуцером і клемної головкою. Застосовується для вимірювання температури рідких, газоподібних і повітряних середовищ. Може поставлятися в комплекті з зовнішньої гільзою Гз-3, Гз-9 або Гз-10 і бобишкою. У клемну головку може вбудовуватися перетворювач сигналу в 4-20 мА або RS485 (протокол T-bus або ModBus).

Таблиця 2.1. Технічні характеристики датчика температури

Найменування	Значення
Номінальне значення напруги живлення(постійного струму)	24В
Діапазон допустимої напруги живлення(постійного струму)	13...36 В
Діапазон вихідного струму перетворювача	4...20 мА
Нелінійність перетворення, не менше	±0,2%
Опір кожного дроту, що з'єднує перетворювач з термометром опору, Ом, не більше	30
Номінальне значення опору навантаження (при напрузі 24В)	0,6%
Пульсації вихідного сигналу	
Показник теплової інерції, не більше	20...40 с

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кислюк Д. І.			Розробка системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті		
Перевір.		Романов М. С.				20	29
Зав.кафедри.		Ельперін І. В.				НУХТ АК-4-1	

Будова та конструктивне виконання.

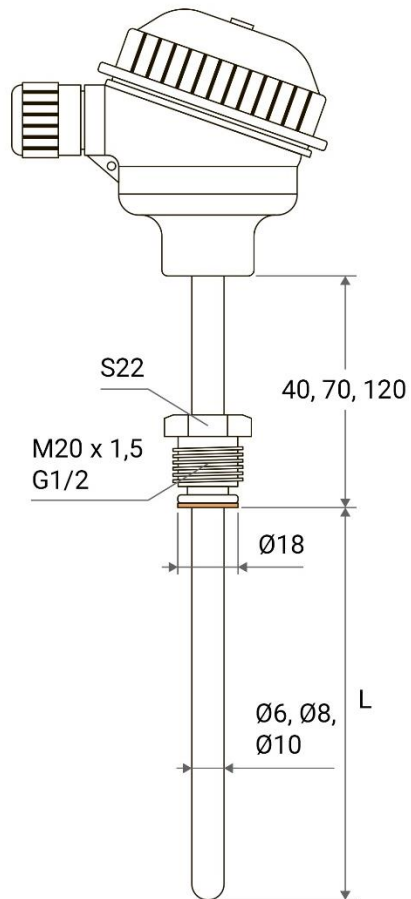


Рис.2.1. Будова термоперетворювача опору ТСПУ-1-3-100П.

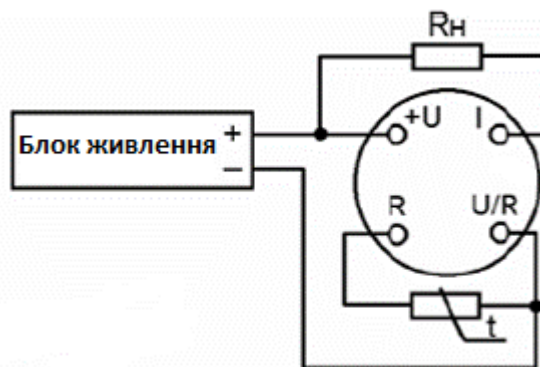


Рис. 2.2. Схема підключення датчика ТСПУ-1-3-100П.

Змн.	Арк.	№ докум.		

Перетворювач електропневматичний.

В системі автоматизації відділення отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті була використана пневматична система керування регулюючими органами, тому були використані електропневматичні перетворювачі **SIEMENS-771-16STF1**. Живлення виконавчих механізмів забезпечується з центрального колектора стисненого повітря цукрового заводу.

Перетворювачі з аналогового сигналу постійного струму 4...20 мА в уніфікований пневматичний сигнал 20...100 кПа. Рж.=140 кПа



Рис. 2.3. Електропневматичний перетворювач SIEMENS-771-16STF1

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

Пневматичний клапан.

Поворотні затвори InterApp Desronia призначені для герметичного перекриття потоку робочого середовища в трубопроводах. Затвори широко застосовуються в різних галузях промисловості і на комунальних підприємствах.



Рис. 2.4. Клапан пневматичний Samson Series 240 – 3241.

Ржив. = 140 кПа,

Рвих. = 20-100 кПа.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.				23

Частотний перетворювач АВВ АС580

В кваліфікаційній роботі були використані перетворювачі частоти АВВ АС580. А саме: АС580-01-246А-4, АС580-01-206А-4, АС580-01-073А-4, АС580-01-018А-4, АС580-01-04А1-4. Приводи АС580 можуть бути використані для управління насосами, вентиляторами, міксерами, конвеєрами і багатьма іншими застосуваннями як зі змінним, так і з постійним моментом навантаження в різних галузях промисловості, забезпечуючи при цьому швидкість і зручність монтажу і введення в експлуатацію.



Рис. 2.5. Перетворювач частоти АВВ АС580

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

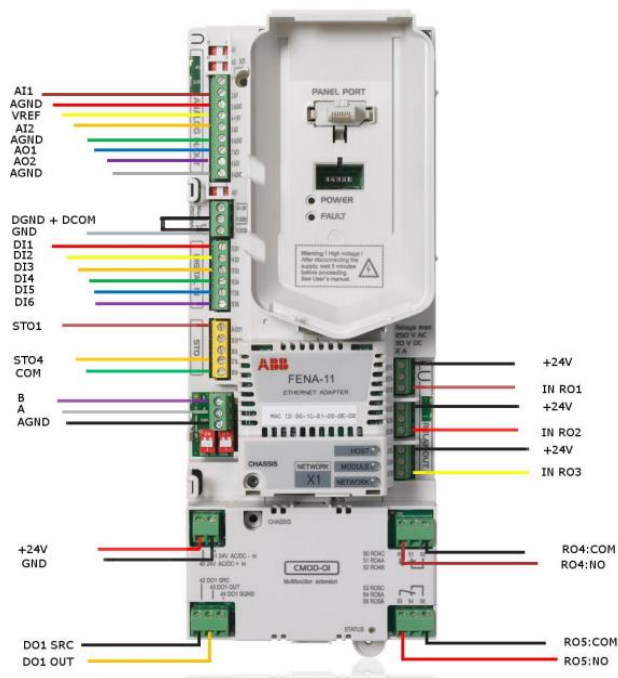


Рис. 2.6. Входи та виходи перетворювача частоти АВВ АС580

Функції які виділяють його серед інших:

- Самоподхват двигуна.
- Зниження шуму двигуна.
- Вбудовані ПІД-регулятори.
- Оптимізація енергоспоживання.
- Зручна і проста діагностика.

Температура навколишнього середовища: від -15 до + 40 ° С ° С без утворення інею. Вище 50 ° С з 10% зниженням номінального струму

Перетворювач тиску

Перетворювач тиску РС-28 4-20 призначений для вимірювання розрідження, надлишкового та абсолютного тиску газів, парів і рідин, з подальшим перетворенням в стандартний уніфікований сигнал або цифровий на базі протоколу Modbus. Вимірювальним елементом датчика є п'єзорезистивна кремнієва монолітна структура, вбудована в приймач тиску, що відділений від вимірюваного середовища розділовою мембраною і заповнений спеціальною манометричною рідиною.



Рис. 2.7. Перетворювач тиску РС-28 4-20

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

Ємнісний датчик рівня

Ємнісні сигналізатори рівня серії DLS-35 застосовуються для контролю граничного рівня рідких середовищ і сипучих матеріалів в різних ємностях: резервуарах, трубах і т.д. Спеціальні електроди, якими обладнані деякі моделі ємнісних сигналізаторів рівня DLS-35, можуть бути покриті ізоляцією, що забезпечує безперебійність роботи при налипанні проводять і агресивного середовища. Для роботи при високих експлуатаційних температурах, виробництві з вибухонебезпечними речовинами застосовують датчики з маркуванням по вибухозахисту, тобто вибухобезпечні модифікації, підтвержені Російським сертифікатом відповідності.



Рис. 2.8. Ємнісний датчик рівня

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

Технічні характеристики сигналізаторів рівня DLS-35:

-Напругу живлення (DLS-35N (T)): 7 ... 34 В DC

-Споживання струму (DLS-35N (T)): макс. 5 мА

-Струм при перемиканні (NPN, PNP транзистори): 300 мА

-Залишкова напруга при замкненому стані: макс. 1,5 В

-Вхідний опір / електропрочність: 1 МОм / 200 В DC

-Ємність відділення (втулка-вводи) / електростойкість: 50 нФ / 350 В AC

-Ємність відділення (електрод-вводи) / електростойкість: 47 нФ / 350 В AC

-Температура вимірюваного середовища (в залежності від модифікації):
-40 ... + 300 ° C

-Температура навколишнього середовища (в залежності від модифікації): -40 ... + 85 ° C

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.				

Дискретний поплавковий рівнемір.

Дворівневі поплавкові датчики ОВЕН ПДУ – це прості й надійні пристрої, що призначені для сигналізації граничних рівнів у закритому або відкритому резервуарі. В данному випадку цей датчик призначений для сигналізації утворення піни в дифузійному апараті. Принцип дії поплавкових датчиків ґрунтується на механічному переміщенні поплавка уздовж штоку. У поплавку знаходиться постійний магніт, а у штоці встановлені геркони, контакти яких замикаються у магнітному полі поплавка, формуючи на виході пристрою відповідний сигнал. Датчики рівня ОВЕН ПДУ випускаються з нормально- замкненими та нормально-розімкненими контактами.



Рис. 2.9. Дискретний поплавковий рівнемір ПДУ-3.1

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

Стрічкові ваги

Ваги конвеєрні автоматичні СВЕДА ВК призначені для безперервного вимірювання маси сипучих і кускових матеріалів, що транспортують стрічковими конвеєрами і індикації на цифровому табло поточної продуктивності конвеєра і значення маси зважуваних сипучих і кускових матеріалів наростаючим підсумком при комерційних, облікових і технологічних операціях.

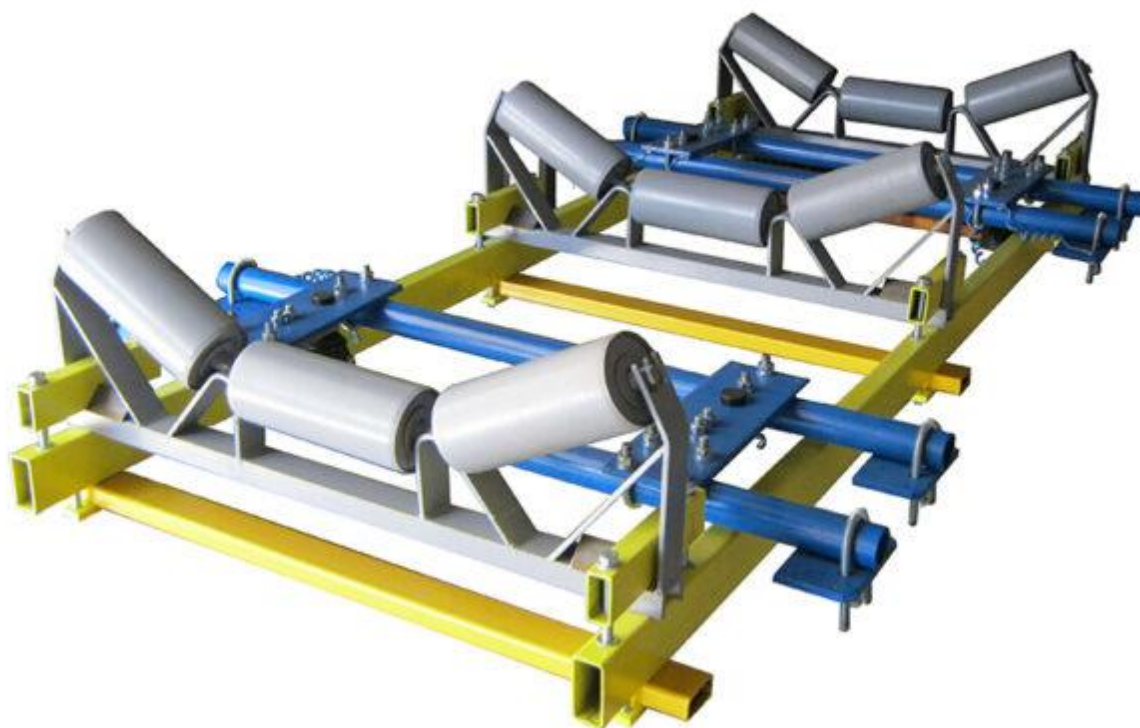


Рис. 2.10. Стрічкові ваги ВК-230

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

Витратомір

Електромагнітний витратомір Siemens SITRANS F M MAGFLO MAG 3100 підходить для вимірювання витрати практично в будь-яких умовах. Монтаж в систему здійснюється за допомогою фланців. Широкий спектр матеріалів футеровки і електродів, стійких до самих агресивних речовин. В даному проекті використовуються витратоміри різного діаметра, а саме для: ДУ-100, ДУ-150 та ДУ-200. Регулятор потоку MAG 3100Р складається з датчика витрати MAG 3100 і електронного перетворювача сигналів MAG 5000. Витратоміри MAGFLO легко налаштовуються за допомогою системи меню з використанням вбудованих клавіатури і дисплея і мають пропорційні витраті вихідні сигнали (струмовий і частотно-імпульсний), а також програмований релейний вихід. Електромагнітні витратоміри MAGFLO MAG 3100 можуть мати дозувальні функції і спеціальний блок очистки електродів.



Рис. 2.11. Витратомір Siemens SITRANS F M MAGFLO MAG 3100

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



Рис. 2.12. Електронний перетворювач сигналів MAG 5000

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

Датчик контролю руху

Датчик контролю руху XS630B1PBL2, дискретний безконтактний індуктивний датчик, що застосовується для контролю проходження стружки по конвеєрах.



Рис. 2.13. Датчик контролю руху XS630B1PBL2

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

Електродвигун

Асинхронні електродвигуни загальнопромислового призначення потужністю АІР з напругою до 660 В стали найбільш широко застосовуються. Серія АІР має велику кількість модифікацій і різних виконань двигунів, які охоплюють широку технічну базу. В економічній області, електродвигуни складають до 85,5% за кількістю і до 54% по потужності. Електродвигуни - це унікальні електричні машини, які разом з іншими механізмами створили цілі системи і агрегати промислового і сільськогосподарського рівня. Сучасна прогресивна технологія розроблена для здійснення широкого виробництва асинхронних трифазних машин, яким немає рівних. З їх допомогою промисловість піднялася на високий рівень. Їх не можливо замінити, так як цінність їх велика. В проекті використані декілька модифікацій двигунів, різної потужності, в залежності від їх призначення. Використані моделі: АІР280М4, АІР280S4, АІР200М4, АІР132S4 та АІР80В4



Рис. 2.14. Електродвигун АІР80В4

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

2.2. Опис схеми автоматизації

На функціональній схемі автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті зображено: бурякорізки для подрібнення буряку в бурякову стружку, стрічкові транспортери, дифузійний апарат, колесо вигрузки стружки, шнек вигрузки стружки, трубопровід подачі пару для підігріву чотирьох зон дифузійного апарату, трубопровід подачі живильної води, трубопровід подачі жомпресової води, трубопровід відкачки дифузійного соку, збірник дифузійного соку, трубопровід збору конденсату та збірник конденсату.

Бурякорізки працюють з електродвигунами фірми **AIP AIP280M4**(поз. M1, M2, M3) 132кВт 1500 об/хв, контроль обертів забезпечується перетворювачем частоти **ABB ACS580-01-246A-4**(поз.) 132 кВт. Після подрібнення стружка потрапляє на стрічкові транспортери, де використовуються двигуни **AIP132S4**(поз. M7, M8) 7,5 кВт 1500 об/хв, перетворювач частоти – **ABB ACS580-01-018A-4** 7,5 кВт. Перевірку проходження стружки перевіряє дискретний датчик контролю руху від **Schneider Electric XS630B1PBL2**(поз. GS GQ1, GS GQ2). Вагу стружки вимірюють стрічкові ваги **ВК-230**(поз. 20а) фірми «Сведа».

Транспортерами стружка потрапляє в загрузочну шахту дифузійного апарату та рухається від першої зони до четвертої за допомогою шнеків, яких приводять в дію електродвигуни **AIP280S4**(поз. M4, M5) 110 кВт 1500 об/хв з використанням частотних перетворювачів **ACS580-01-206A-4** 110 кВт.

Контроль температури по зонах забезпечується термоперетворювачами **ТСПУ-1-3-100П**(поз. 1а, 2а, 3а, 4а) від ПАТ «ТЭРА». Підігрів першій та четвертій зонах відбувається за рахунок трубопроводу подачі ретурної пари з колектора та контролюється

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.				

пневматичними засувками **DN100 Desponia**(поз. 1б) та **DN150 Desponia**(поз. 4б, 4в, 4г) від фірми «InterApp». Всі засувки працюють в з'язку з електропневматичним перетворювачем фірми «Siemens» **SIEMENS-771-16STF1**, який перетворює аналоговий сигнал постійного струму 4...20 мА в пневматичний сигнал 20...100 кПа. Перетворювач живиться від центрального колектора стисненого повітря цукрового заводу. Підігрів в другій і третій зонах виконується за рахунок подачі вторинної пари другого та третього корпусу та контролюється пневматичними засувками **DN100 Desponia**(поз. 2б) та **DN150 Desponia**(поз. 3б). Зібраний конденсат по трубопроводу надходить то збірників конденсату №1 та №2, рівень в збірниках контролюється ємнісними датчиками рівня від фірми **Dinel DLS-35**(поз. 13а, 14а), засувками **DN50 Desponia**(поз. 13б, 14в) та **DN100 Desponia**(14б) та насосом, що приводиться в дію двигуном **AIP132S4**(поз. М12) 7,5 кВт 1500 об/хв з перетворювачем частоти **ABB ACS580-01-018A-4** 7,5 кВт.

Збір дифузійного соку в пульполовушку проходить по трубопроводу за допомогою насосу з двигуном **AIP200M4**(поз. М6) 37 кВт 1500 об/хв з перетворювачем частоти **ABB ACS580-01-073A-4** 37 кВт. Кількість соку вимірюється витратоміром фірми «Siemens» **SITRANS F M MAG 3100** з перетворювачем **SITRANS F M MAG 5000**(поз. 23а). За відображення температури соку відповідає **ТСПУ-1-3-100П**(поз. 5а). Від пульполовушки, яка працює з двигуном **AIP80B4** (поз. М11) 1,5 кВт 1500 об/хв з перетворювачем частоти **ABB ACS580-01-04A1-4** 1,5 кВт. сік потрапляє в збірник дифузійного соку. Рівень в збірнику відображається за рахунок рівнеміра **DLS-35**(поз. 15а).

Зверху в дифузійний апарат по трубопроводам подається жомопресова та живильна вода. Витрата жомопресованої та живильної води відображається за допомогою витратоміра **SITRANS F M MAG 3100** з перетворювачем **SITRANS F M MAG 5000**(поз. 21а, 22а). подача

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.				

жомопресової води контролюється з відділення розподілу води, а подача живильної води контролюється засувкою **DN150 Desponia**(поз. 21а). Температура живильної води відображається за допомогою **ТСПУ-1-3-100П(6а)**. Розподіл живильної води в дифузійному апараті, в залежності від рівня здійснюється за допомогою приводу лінійного поворотного типу з безконтактним датчиком зворотного зв'язку **40M3S125B0320SL16CR-UA02** фірми Camozzi. Рівень по зонах дифузійного апарату спостерігається за допомогою перетворювача тиску **РС-28**(поз. 7а, 8а, 9а, 10а) від фірми «Аплісенс». Також для сигналізації випадку, коли забилося очисне сито стоять перетворювачі тиску **РС-28**(поз. 11а, 12а). Для сигналізації утворення піни використані дискретні поплавкові рівнеміри фірми «Овен» **ПДУ-3.1**(поз. 16а, 17а, 18а, 19а).

Після добування соку, використана стружка в вигляді жому за допомогою колеса вигрузки, яке приводить в дію електродвигун **AIP132S4**(поз. М9) 7,5 кВт 1500 об/хв з перетворювачем частоти **ABB ACS580-01-018А-4** 7,5 кВт надходить до шнека вигрузки жому. Шнек приводиться в дію таким же двигуном **AIP132S4**(поз. М10) 7,5 кВт 1500 об/хв з перетворювачем частоти **ABB ACS580-01-018А-4** 7,5 кВт. Датчик контролю руху **XS630В1PBL2**(поз. GS GQ3) забезпечує спостереження за пройденим жомом.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.				

2.3. Специфікація приладів та засобів автоматизації

Таблиця 2.2. Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а...6а	По місцю	Термоперетворювач ТСПУ-1-3-100П-0,5%-3-160-10-М20х1,5-40-А-/0...150/- МА)	ТСПУ-1-3-100П	6	ТЭРА, Україна
2	7а...12а	По місцю	Перетворювач тиску РС-28 4-20/PD/0-100 кПа/СМ30х2	РС-28 4-20/PD/0-100кПа	6	«Aplisen s», Польща
3	13а...15а	По місцю	Ємнісний датчик рівня	DLS-35_-50	3	Dinel, Чехія
4	16а...19а	По місцю	Дискретний поплавковий рівнемір	ПДУ-3.1	4	ОВЕН, Росія
5	20а	По місцю	Стрічкові ваги	ВК-230	1	Сведа, ЛТД, Україна
6	21а	По місцю	Витратомір Siemens SITRANS F M MAG 3100 з перетворювачем SITRANS F M MAG 5000	SITRANS F M MAG 3100 ДУ-100	1	Siemens, Німеччина
7	22а	По місцю	Витратомір Siemens SITRANS F M MAG 3100 з перетворювачем SITRANS F M MAG 5000	SITRANS F M MAG 3100 ДУ-150	1	Siemens, Німеччина
8	23а	По місцю	Витратомір Siemens SITRANS F M MAG 3100 з перетворювачем SITRANS F M MAG 5000	SITRANS F M MAG 3100 ДУ-200	1	Siemens, Німеччина

21	86, 96	На щиті	Перетворювач частоти АВВ ACS580 380В 110 кВт	ACS580-01-206A-4	2	АВВ, Швейцарія
22	106	На щиті	Перетворювач частоти АВВ ACS580 380В 37 кВт	ACS580-01-073A-4	1	АВВ, Швейцарія
23	116, 126, 156, 166, 186	На щиті	Перетворювач частоти АВВ ACS580 380В 7,5 кВт	ACS580-01-018A-4	5	АВВ, Швейцарія
24	176	На щиті	Перетворювач частоти АВВ ACS580 380В 1,5 кВт	ACS580-01-04A1-4	1	АВВ, Швейцарія

2. 4. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

В проекті використано ПЛК від французької фірми Schneider Electric, а саме модель Modicon M340. Обґрунтовано це доступністю і простотою програмного забезпечення(Unity Pro XL) для роботи з контролером, досить широкими можливостями використання, зрозумілими схемами та варіативністю підключення.

Modicon M340 – це промисловий контролер модульного типу, конфігурація якого обирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі закріплені на шасі, яке виконує функції механічного утримання, живлення та обміну даними. Така конструкція дає можливість заміни модулів без зупинки ПЛК. М340 може включати від одного до чотирьох шасі з різною кількістю посадочних місць для модулів(від чотирьох до дванадцяти), об'єднаних між собою шиною BusX, загальною довжиною до тридцяти сантиметрів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.				40

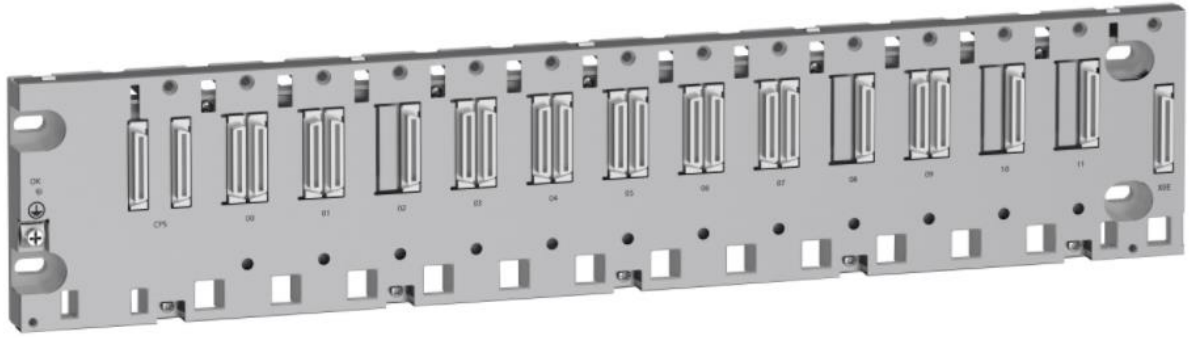


Рис. 2.15. Приклад шасі для М340

Основним конструктивним елементом контролера є шасі, яке з одного боку виступає як місце розміщення й закріплення модулів контролера, а з іншого – має загальну шину BusX, по якій відбувається живлення модулів і обмін сигналами та даними між окремими модулями. Таке шасі може кріпитися як на DIN-рейку так і на гвинти.

Шасі відрізняються за кількістю посадочних місць для встановлення модулів. ВМЕ ХВР 1200 на дванадцять посадочних місць для модулів розширення чудово підходить для розміщення всіх модулів використаних в проекті, а також залишає місце для ще кількох модулів, на випадок, якщо виникне потреба модернізувати систему.

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

Опис використаних модулів

Модуль живлення.

Модуль живлення підбирається в від живлення(постійний або змінний струм) та споживаної потужності і вставляється в кожен шасі, в роз'єми з маркуванням CPS. Розрахунок споживаної потужності залежить від кількості модулів, що встановлені у шасі. Такий розрахунок виконується у середовищі програмування Unity Pro в процесі конфігурування ПЛК.

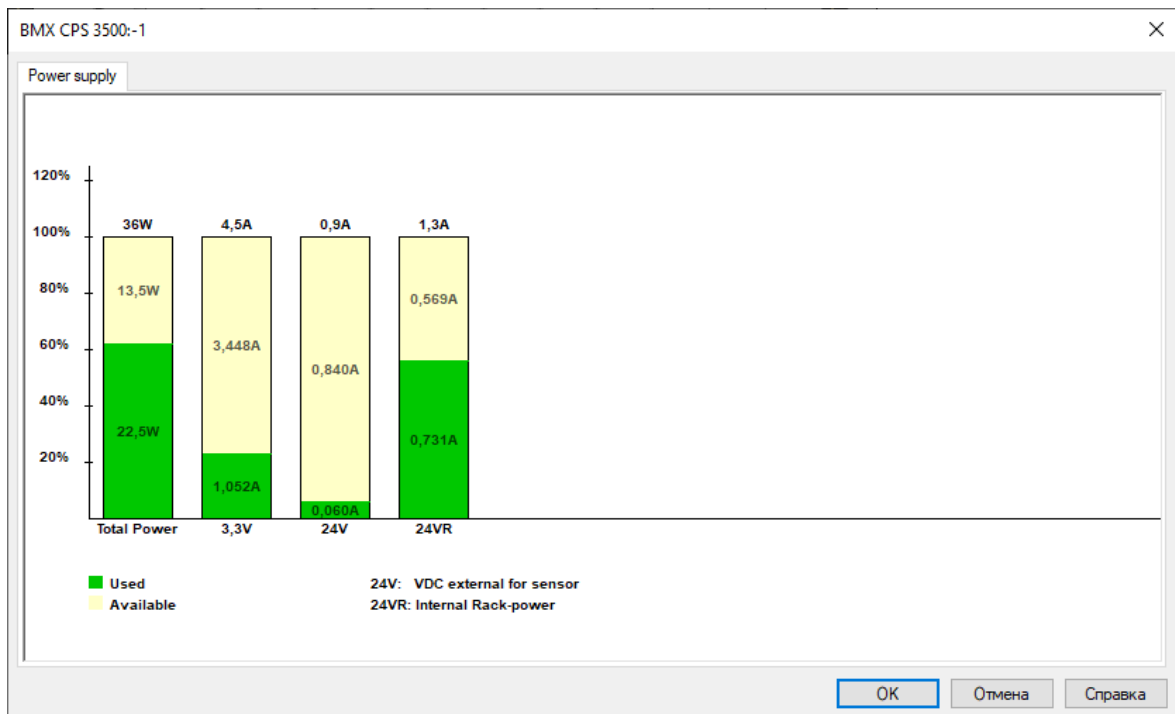


Рис. 2.16. Розрахунок споживаної потужності

Будь який модуль живлення M340 має аварійне реле, що відключається при зупинці ПЛК, або коли система самодіагностики виявила некоректне значення вихідної напруги модуля живлення.

Процесорний модуль.

Основна частина контролера – це процесор. Для даної платформи існує кілька технічних рішень. В даному проекті задіяний модуль ВМХ Р34-2020.

Таблиця 2.3. Характеристика процесорного модуля **ВМХ Р34-2020**.

	Характеристика	ВМХ Р34-2020
Максимальна кількість	Шасі	4
	Дискретних вх./вих.	1024
	Аналогових вх./вих.	256
Об'єм RAM	Лічильних каналів	36
	Загальний розмір	4096 Кб
	Для програм, символів.	3584 Кб
Максимальна кількість об'єктів	Для даних	256 Кб
	Локаліз. внутрішні біти	32464
	Локаліз. внутрішні слова	32464
Вбудовані комунікації	Нелокаліз. внутр дані	256 Кб
	Послідовний RS-405/232C	+
	Ethernet TCP/IP	+
	CAN Open	+

При недостатчі пам'яті на борту є можливість розширення картою пам'яті, що купується окремо та встановлюється в окремий відсік.

Аналогові та дискретні модулі.

Даний проект потребує використання трьох вхідних аналогових модулів, трьох вихідних аналогових модулів, одного вхідного дискретного та одного вихідного дискретного модулів.

Таблиця 2.4. Модулі вхідних/вихідних аналогових сигналів.

Позначення	Канали	Діапазон	Характеристика	Підкл.
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0814	8	Термопара - 270...+1370 °C Датчик температур ы - 200...+850 °C Pt 100	16-бітні. Ізоляція між каналами	40-конт колодка
BMX AMI 0800 (2 шт)	8	±10В, 0...10В, 0...5В, 0...20мА, 4...20мА.	16-бітні. Ізоляція між каналами	28-конт колодка
Модулі аналогових виходів				
BMX AMO 0802 (2 шт.)	8	±10В, 0...20мА, 4...20мА.	16-бітні. Ізоляція між каналами	20-конт колодка
BMX AMO 0402	2	±10В, 0...20мА, 4...20мА.	16-бітні. Ізоляція між каналами	20-конт колодка

Функціонал вхідних аналогових модулів:

- сканування вхідних каналів різного діапазону;
- аналого-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля;

Функціонал вихідних аналогових модулів:

- цифро-аналогове перетворення;
- захист каналів модулів від перевантаження;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Коли потрібно оброблювати або оперувати сигналами типу 1/0 (true/false) використовуємо дискретні модулі розширення. Вони також займають 1 слот на шасі, підтримують гарячу заміну та мають різне живлення залежно від моделі та наших потреб. Можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC. Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання.

У проекті застосовані модулі BMX DDI 1602 та BMX DDO 1602. Назва свідчить про 16 вхідних каналів з позитивною логікою, має живлення 24В постійного струму.

Таблиця 2.5. Модулі вхідних/вихідних дискретних сигналів.

Позначення	Канали	Підкл.
Модулі дискретних входів		
BMX DDI 1602	16	20-конт колодка
Модулі дискретних виходів		
BMX DDO 1602	16	20-конт колодка

Для модулів з клемною колодкою, яка використана на нашому модулі, додатково замовляється 20 та 40- контактна з'ємна клемна колодка ВМХ FTB 2020 та готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодку, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням.

Таблиця 2.6. Використані модулі платформи М340.

Schneider Electric Modicon M340 PLC

Модулі вводу/виводу, живлення, CPU		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесорний модуль
BMX CPS 3500	1	Блок живлення ПЛК
BMX ART 0814	1	Модуль анал. входів
BMX AMI 0800	2	Модуль анал. входів
BMX AMO 0802	2	Модуль анал. виходів
BMX AMO 0210	1	Модуль анал. виходів
BMX DDI 1602	1	Модуль дискр. входів
BMX DDO 1602	1	Модуль дискр. виходів

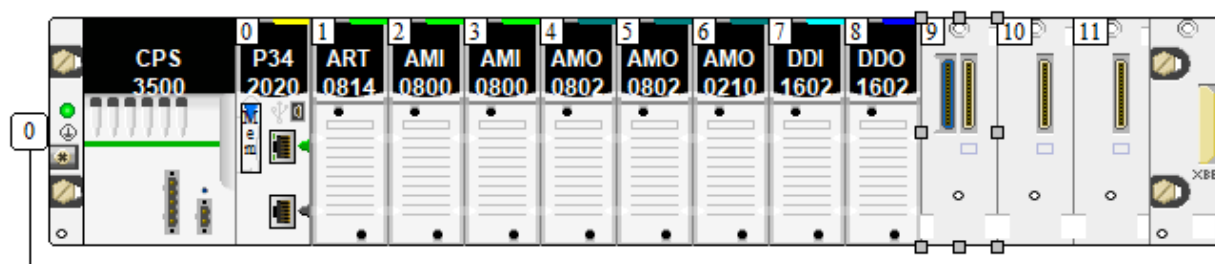


Рис. 2.17. Зібраний М340 в програмному забезпеченні Unity Pro X

Після підбору модулів для реалізації управління об'єктом, починаємо роботу з підключення елементів АСУТП до ПЛК. Кожен датчик чи виконавчий механізм має свої параметри підключення, тому щоб оптимізувати роботу – слід обирати спільний діапазон сигналу для усіх елементів. Я обрав діапазон аналогових сигналів 4...20 мА.

Аналогові входи. На дифузійній установці використовуються термометр опору з перетворювачем всередині, який має вихідний сигнал 4...20мА, перетворювач тиску з вихідним сигналом 4...20 мА, аналоговий ємнісний датчик рівня з вихідним струмовим сигналом 4...20 мА. На трубопроводі відкачки дифузійного соку, трубопроводі подачі живильної води та трубопроводі подачі жомопресової води стоять витратоміри з вихідним сигналом 4...20 мА. Аналогові сигнали 4...20 мА підключаються струмовою петлею до 8 - ми канального аналогового модуля входів ВМХ АМІ 0800.

Аналогові виходи. В якості виконавчих механізмів було прийнято рішення використовувати пневматику. Для цього було підібрано електропневматичні перетворювачі з корисним вхідним сигналом 4...20 мА, який надходить від аналогових модулів ВМХ АМО 0802, і на виході від перетворювача маємо пневматичний сигнал 20...100 кПа. Для реалізації роботи деяких двигунів підібрані перетворювачі частоти, з вхідним сигналом 4...20 мА, які під'єднані до ПЛК за допомогою модулів ВМХ АМО 0802 і ВМХ АМО 0210.

Дискретні входи. На дифузійній установці встановлено дискретні датчики рівня для спостереження за утворенням піни в середині апарату. Також, на транспортерах і шнеку вивантаження стружки встановлені датчики контролю руху. Всі дискретні входи підключені до модуля ВМХ DDI 1602.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.				

Дискретні виходи. В даному проекті деякі двигуни реалізовані з дискретним управлінням. Для їх підключення було обрано модуль дискретних виходів DDO 1602.

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

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1. Загальна схема підключення

Після підбору модулів для реалізації управління об'єктом, починаємо роботу з підключення елементів АСУТП до ПЛК. Кожен датчик чи виконавчий механізм має свої параметри підключення, тому щоб оптимізувати роботу – слід обирати спільний діапазон сигналу для усіх елементів. Я обрав діапазон аналогових сигналів 4...20 мА.

Аналогові входи. На дифузійній установці використовуються термометр опору з перетворювачем всередині, який має вихідний сигнал 4...20мА, перетворювач тиску з вихідним сигналом 4...20 мА, аналоговий ємнісний датчик рівня з вихідним струмовим сигналом 4...20 мА. На трубопроводі відкачки дифузійного соку, трубопроводі подачі живильної води та трубопроводі подачі жомопресової води стоять витратоміри з вихідним сигналом 4...20 мА. Аналогові сигнали 4...20 мА підключаються струмовою петлею до 8 - ми канального аналогового модуля входів ВМХ АМІ 0800.

Аналогові виходи. В якості виконавчих механізмів було прийнято рішення використовувати пневматику. Для цього було підбрано електропневматичні перетворювачі з корисним вхідним сигналом 4...20 мА, який надходить від аналогових модулів ВМХ АМО 0802, і на виході від перетворювача маємо пневматичний сигнал 20...100 кПа. Для реалізації роботи деяких двигунів підбрані перетворювачі частоти, з вхідним сигналом 4...20 мА, які під'єднані до ПЛК за допомогою модулів ВМХ АМО 0802 і ВМХ АМО 0210.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кислюк Д. І.			Розробка системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті		
Перевір.		Романов М. С.				49	5
Зав.кафедри.		Ельперін І. В.				НУХТ АК-4-1	

Дискретні входи. На дифузійній установці встановлено дискретні датчики рівня для спостереження за утворенням піни в середині апарату. Також, на транспортерах і шнеку вигрузки стружки встановлені датчики контролю руху. Всі дискретні входи підключені до модуля ВМХ DDI 1602.

Дискретні виходи. В даному проекті деякі двигуни реалізовані з дискретним управлінням. Для їх підключення було обрано модуль дискретних виходів DDO 1602.

Використані такі компоненти:

- Елемент захисту (плавкий запобіжник) FU1-FU2 – 2 шт. для запобігання короткого замикання та збільшення проходження сили струму вище допустимого значення;
- Пакетні вимикачі QF1-QF14 – 14 шт., для вмикання та вимикання певних гілок з технічними засобами в системі автоматизації, або автоматичного відсікання у разі КЗ;

Блок живлення **NDR-240-24**, для перетворення 220В змінної напруги у 24В постійної, для живлення датчиків.

В принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК застосовувалася наступна нумерація провідників:

- нумерація провідників в яких протікає змінний струм починалась з 800 (800-822);
- нумерація провідників в яких протікає постійний струм починалась з 900 (900-909);
- нумерація провідників від датчиків до ПЛК та до виконавчих

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.				

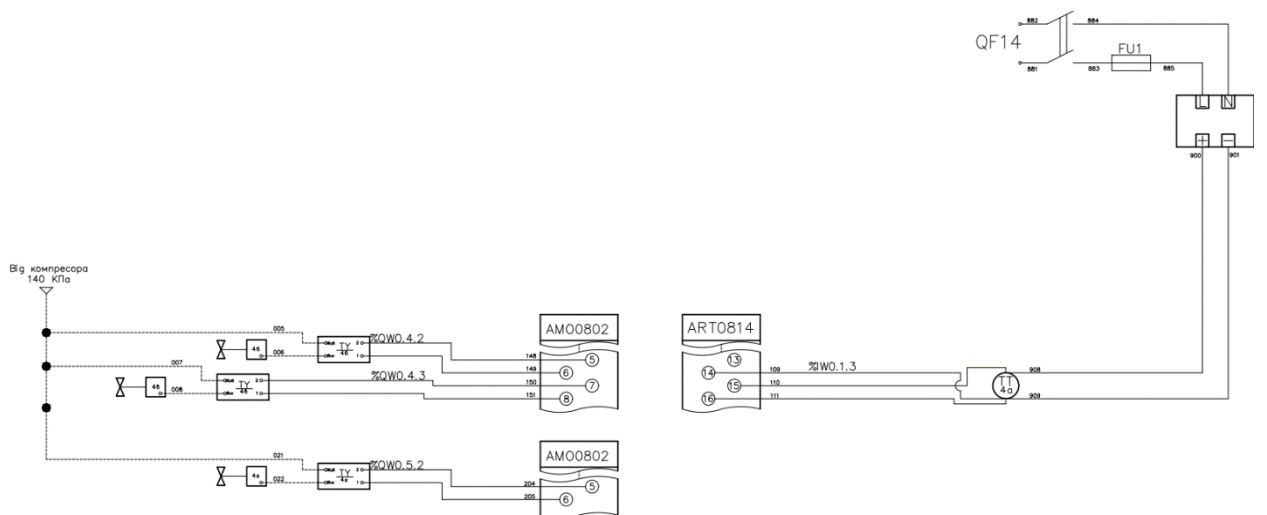
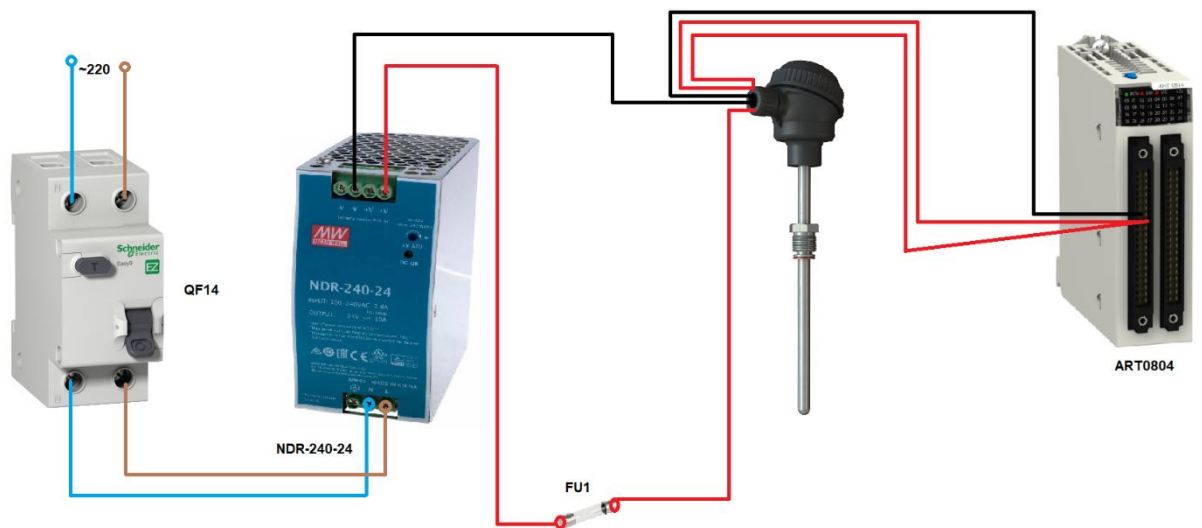


Рис. 3.2. Розширена схема підключення датчика температури, перетворювачів та пневматичних клапанів до модулів ПЛК Schneider Electric M340.



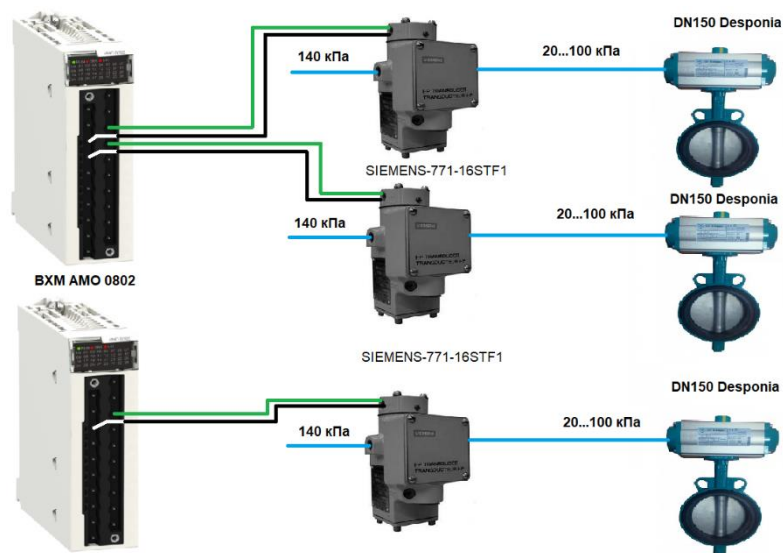


Рис. 3.3. Графічна схема підключення термоперетворювача опору, перетворювачів та пневматичних клапанів до модулів ПЛК Schneider Electric M340.

Опис схеми підключення

Контур регулювання температури в першій зоні підігріву працює наступним чином: при старті циклу роботи дифузійної установки відкриваються три клапани і регулятор встановлюється на температуру 80 °С. Після досягнення заданої температури, клапани закриваються і ставиться таймер на 30 хвилин, по закінченню якого в апарат подається стружка і дифузійна установка починає свій звичний функціонал. При нормальному функціоналі установки регулятор встановлений на температуру 68-72 °С. Коли приходить час зупинки дифузійного апарату, зони підігріву виступають в ролі «сушки», і після зливу залишків дифузійного соку і очистки приходить час висушування апарату, регулятор налаштовується на температуру 100 °С.

4. Креслення встановлення технічного засобу

Для розгляду було обрано аналоговий ємнісним датчик рівня «Dinel» DLS 35_-50 – це пристрій для моніторингу рівня сипучих речовин, проводячих та не проводячих рідин в реальному часі і перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4...20 мА постійного струму.

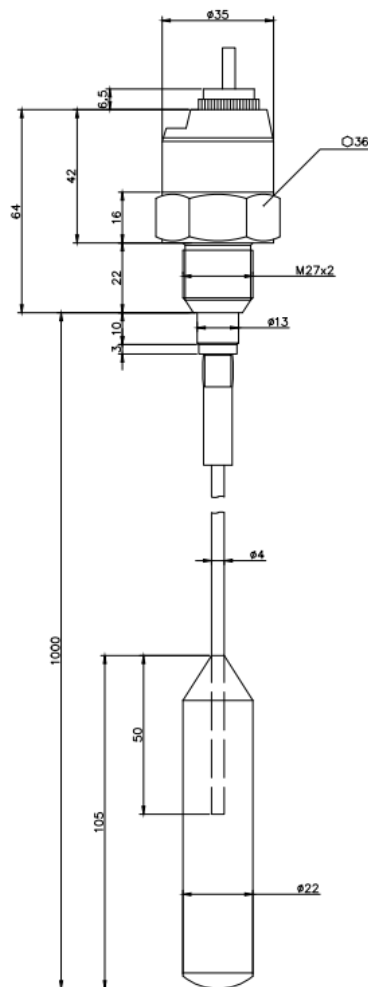


Рис. 4.1. Зовнішній вигляд ємнісного рівнеміра DLS-30_-50

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк Д. І.			Розробка системи автомати- зації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Романов М. С.					54	2
Зав.кафедри.		Ельперін І. В.				НУХТ АК-4-1		

Приклад підключення датчика

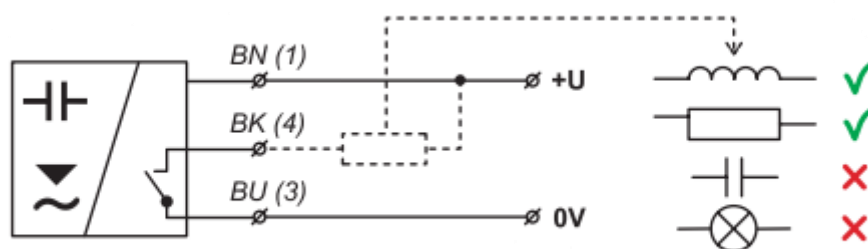


Рис. 4.2. Підключення датчика DLS-30_50

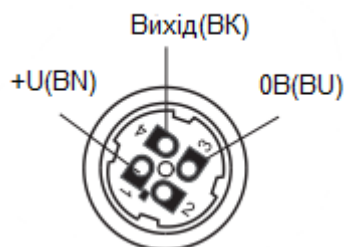


Рис. 4.3. Внутрішній вигляд гнізда роз'єму

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

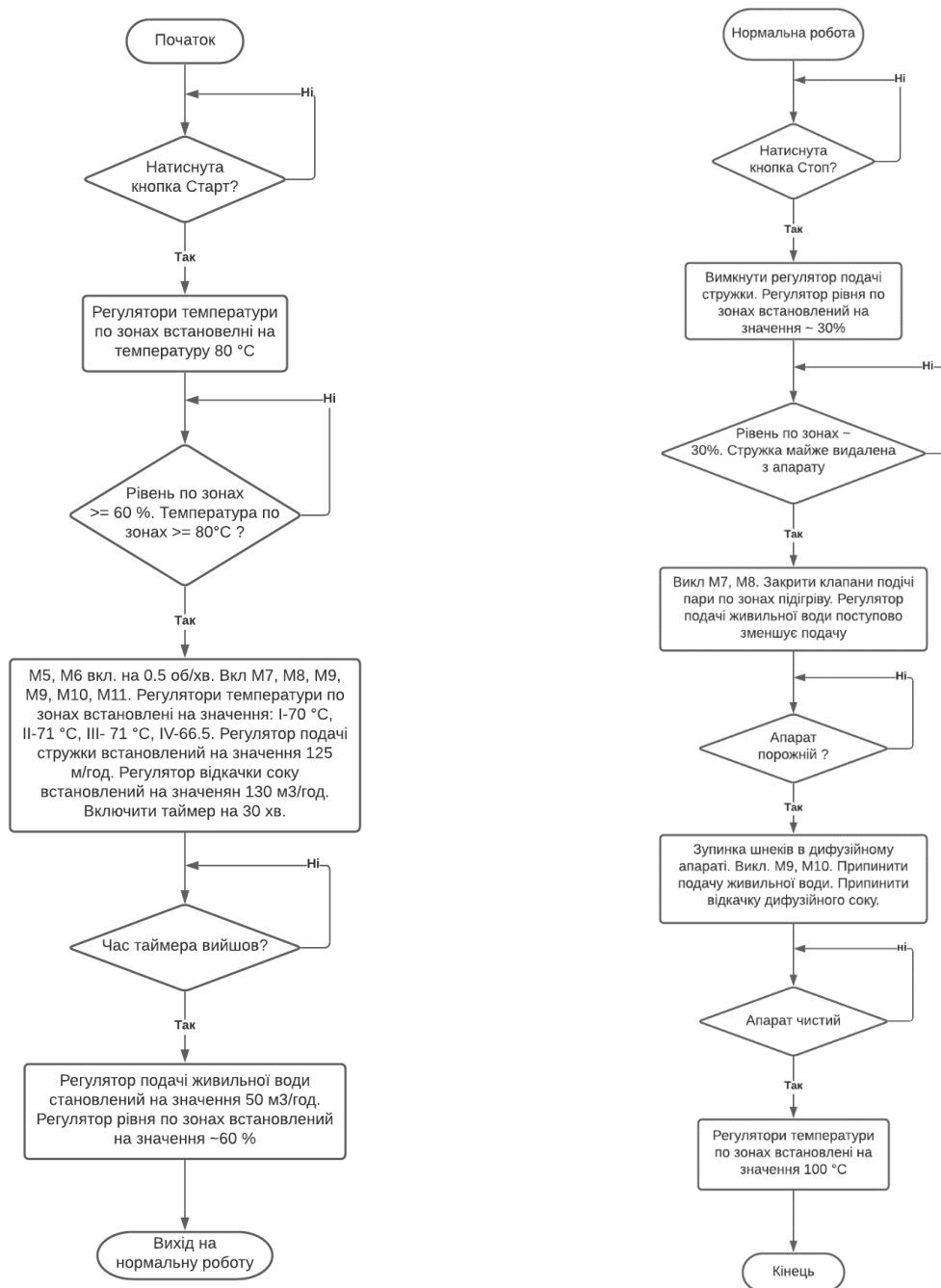


Рис. 5.1 Блок-схема алгоритму управління

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Кислюк Д. І.						56	17
Перевір.		Романов М. С.				НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри.		Ельперін І. В.							

Згідно представленого вище алгоритму відбувається програмування ПЛК.

Відповідно до потреб створюються змінні для реалізації алгоритму.

Name	Type	Value	Comment	Alias	Alias of	Address
● AUTOALL	EBOOL					%M15
● Clean	EBOOL					%M16
● FT1	INT		Стрічкові ваги FE 20a			%IW0.3.1
● FT1_M	REAL		Стрічкові ваги FE 20a			%MW100
● FT1_MANAUTO	BOOL					
● FT1_SP	REAL					%MW138
● FT1_TRON	EBOOL					%M17
● FT2	INT		Витратомір труб. подачі жив. води FE 21a			%IW0.3.2
● FT2_M	REAL		Витратомір труб. подачі жив. води FE 21a			%MW102
● FT2_MANAUTO	BOOL					
● FT2_SP	REAL					%MW140
● FT2_TRON	EBOOL					%M18
● FT3	INT		Витратомір труб. подачі жомопрес. води FE 22a			%IW0.3.3
● FT3_M	REAL		Витратомір труб. подачі жомопрес. води FE 22a			%MW104
● FT4	INT		Витратомір труб. відкачки джр. соку FE 23a			%IW0.3.4
● FT4_M	REAL		Витратомір труб. відкачки джр. соку FE 23a			%MW106
● FT4_MANAUTO	BOOL					
● FT4_SP	REAL					%MW142
● FT4_TRON	EBOOL					%M19
● GSGQ1	EBOOL		Датчик руху на транспорті №1			%I0.7.0
● GSGQ1_M	EBOOL		Датчик руху на транспорті №1			%M10
● GSGQ2	EBOOL		Датчик руху на транспорті №2			%I0.7.1
● GSGQ2_M	EBOOL		Датчик руху на транспорті №2			%M11
● GSGQ3	EBOOL		Датчик руху на шнеку відгрузки жому			%I0.7.2
● GSGQ3_M	EBOOL		Датчик руху на шнеку відгрузки жому			%M12
● LE1	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 16a			%I0.7.3
● LE1_M	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 16a			%M6
● LE2	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 17a			%I0.7.4
● LE2_M	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 17a			%M7
● LE3	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 18a			%I0.7.5
● LE3_M	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 18a			%M8
● LE4	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 19a			%I0.7.6
● LE4_M	EBOOL		Дискретний датчик рівня LE 19a			%M9
● LT1	INT		Датчик рівня LT 7a			%IW0.2.0
● LT1_M	REAL		Датчик рівня LT 7a			%MW108
● LT2	INT		Датчик рівня LT 8a			%IW0.2.1
● LT2_M	REAL		Датчик рівня LT 8a			%MW110
● LT3	INT		Датчик рівня LT 9a			%IW0.2.2
● LT3_M	REAL		Датчик рівня LT 9a			%MW112
● LT4	INT		Датчик рівня LT 10a			%IW0.2.3
● LT4_M	REAL		Датчик рівня LT 10a			%MW114
● LT4_MANAUTO	BOOL					

Рис. 5.2.1 Реалізація змінних в середовищі Unity Pro XL

Name	Type	Value	Comment	Alias	Alias of	Address
● LT4_MANAUTO	BOOL					%MW144
● LT4_SP	REAL					%M20
● LT4_TRON	EBOOL					%IW0.2.4
● LT5	INT		Датчик рівня LT 11a			%MW116
● LT5_M	REAL		Датчик рівня LT 11a			%IW0.2.5
● LT6	INT		Датчик рівня LT 12a			%MW118
● LT6_M	REAL		Датчик рівня LT 12a			%IW0.2.6
● LT7	INT		Датчик рівня LT 13a			%MW120
● LT7_M	REAL		Датчик рівня LT 13a			%MW146
● LT7_MANAUTO	BOOL					%M21
● LT7_SP	REAL					%IW0.2.7
● LT7_TRON	EBOOL					%MW122
● LT8	INT		Датчик рівня LT 14a			%MW148
● LT8_M	REAL		Датчик рівня LT 14a			%M22
● LT8_MANAUTO	BOOL					%IW0.3.0
● LT8_SP	REAL					%MW124
● LT8_TRON	EBOOL					%MW148
● LT9	INT		Датчик рівня LT 15a			%M22
● LT9_M	REAL					%IW0.4.1
● LVS1	INT		Клапан подачі пари 16			%QW0.4.2
● LVS1_M	REAL		Клапан подачі пари 16			%MW200
● LVS2	INT		Клапан подачі пари 26			%QW0.4.2
● LVS2_M	REAL		Клапан подачі пари 26			%MW202
● LVS3	INT		Клапан подачі пари 36			%QW0.4.3
● LVS3_M	REAL		Клапан подачі пари 36			%MW204
● LVS4	INT		Клапан подачі пари 46			%QW0.4.4
● LVS4_M	REAL		Клапан подачі пари 46			%MW206
● LVS4b	INT		Клапан подачі пари 46			%QW0.4.5
● LVS4b_M	REAL		Клапан подачі пари 46			%MW208
● LVS4c	INT		Клапан подачі пари 46			%QW0.4.6
● LVS4c_M	REAL		Клапан подачі пари 46			%MW210
● LVS5	INT		Клапан труб. збірника конденсату 136			%QW0.4.7
● LVS5_M	REAL		Клапан труб. збірника конденсату 136			%MW212
● LVS6	INT		Клапан труб. збірника конденсату 146			%QW0.5.0
● LVS6_M	REAL		Клапан труб. збірника конденсату 146			%MW214
● LVS6b	INT		Клапан труб. збірника конденсату 14e			%QW0.5.1
● LVS6b_M	REAL		Клапан труб. збірника конденсату 14e			%MW216
● LVS7	INT		Клапан подачі живильної води 216			%QW0.5.2
● LVS7_M	REAL		Клапан подачі живильної води 216			%MW218
● LVS8	INT		Циліндр розподілу живильної води 24a			%QW0.4.0
● LVS8_M	REAL		Циліндр розподілу живильної води 24a			%MW220
● LVS9	INT					

Рис. 5.2.2 Реалізація змінних в середовищі Unity Pro XL

	Used	Symbol	Range	Scale	Filter
0	<input checked="" type="checkbox"/>	TT1	Thermo K	1/10 °C	0
1	<input checked="" type="checkbox"/>	TT2	Thermo K	1/10 °C	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	TT3	Thermo K	1/10 °C	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	TT4	Thermo K	1/10 °C	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	TT5	Thermo K	1/10 °C	0
5	<input checked="" type="checkbox"/>	TT6	Thermo K	1/10 °C	0
6	<input type="checkbox"/>		Thermo K	1/10 °C	0
7	<input type="checkbox"/>		Thermo K	1/10 °C	0

Рис. 5.4 Конфігурування модуля ART 0814

	Used	Symbol	Range	Scale	Filter
0	<input checked="" type="checkbox"/>	LT1	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
1	<input checked="" type="checkbox"/>	LT2	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	LT3	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	LT4	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	LT5	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
5	<input checked="" type="checkbox"/>	LT6	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
6	<input checked="" type="checkbox"/>	LT7	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
7	<input checked="" type="checkbox"/>	LT8	1.5 V / 4.20 mA	%..	0

Рис. 5.5 Конфігурування модуля АМІ 0800

	Used	Symbol	Range	Scale	Filter
0	<input checked="" type="checkbox"/>	LT9	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
1	<input checked="" type="checkbox"/>	FT1	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	FT2	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
3	<input checked="" type="checkbox"/>	FT3	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	FT4	1.5 V / 4.20 mA	%..	0
5	<input type="checkbox"/>		+/- 10 V	%..	0
6	<input type="checkbox"/>		+/- 10 V	%..	0
7	<input type="checkbox"/>		+/- 10 V	%..	0

Рис. 5.6 Конфігурування модуля АМІ 0800

	Symbol	Range	Scale
0	LVS8	4.20 mA	%..
1	LVS1	4.20 mA	%..
2	LVS2	4.20 mA	%..
3	LVS3	4.20 mA	%..
4	LVS4	4.20 mA	%..
5	LVS4b	4.20 mA	%..
6	LVS4c	4.20 mA	%..
7	LVS5	4.20 mA	%..

Рис. 5.7 Конфігурування модуля АМО 0802

Масштабування та перетворення входів/виходів

```
(*Аналогові входи*)
SCALING_LT1 (IN:=Int_to_Real (LT1),
             Para:=PARA_LT1_SCALING,
             OUT=>LT1_M);
SCALING_LT2 (IN:=Int_to_Real (LT2),
             Para:=PARA_LT2_SCALING,
             OUT=>LT2_M);
SCALING_LT3 (IN:=Int_to_Real (LT3),
             Para:=PARA_LT3_SCALING,
             OUT=>LT3_M);
SCALING_LT4 (IN:=Int_to_Real (LT4),
             Para:=PARA_LT4_SCALING,
             OUT=>LT4_M);
SCALING_LT5 (IN:=Int_to_Real (LT5),
             Para:=PARA_LT5_SCALING,
             OUT=>LT5_M);
SCALING_LT6 (IN:=Int_to_Real (LT6),
             Para:=PARA_LT6_SCALING,
             OUT=>LT6_M);
SCALING_LT7 (IN:=Int_to_Real (LT7),
             Para:=PARA_LT7_SCALING,
             OUT=>LT7_M);
SCALING_LT8 (IN:=Int_to_Real (LT8),
             Para:=PARA_LT8_SCALING,
             OUT=>LT8_M);
SCALING_LT9 (IN:=Int_to_Real (LT9),
             Para:=PARA_LT9_SCALING,
             OUT=>LT9_M);
SCALING_TT1 (IN:=Int_to_Real (TT1),
             Para:=PARA_TT1_SCALING,
             OUT=>TT1_M);
SCALING_TT2 (IN:=Int_to_Real (TT2),
             Para:=PARA_TT2_SCALING,
             OUT=>TT2_M);
SCALING_TT3 (IN:=Int_to_Real (TT3),
             Para:=PARA_TT3_SCALING,
             OUT=>TT3_M);
SCALING_TT4 (IN:=Int_to_Real (TT4),
             Para:=PARA_TT4_SCALING,
             OUT=>TT4_M);
SCALING_FT1 (IN:=Int_to_Real (FT1),
             Para:=PARA_FT1_SCALING,
             OUT=>FT1_M);
```

Рис. 5.12.1 Масштабування вхідних аналогових сигналів

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.							


```

TC1_SMPL(T#1s, 0);
TC1(EN:=TC1_SMPL.Q,
    PV:=FT1_M,
    SP:=FT1_SP,
    MAN_AUTO:=FT1_MANAUTO,
    PARA:=TC1_PARA,
    TR_I:=M1_M,
    TR_S:=FT1_TRON,
    OUT:=M1_M);

TC2_SMPL(T#1s, 0);
TC2(EN:=TC2_SMPL.Q,
    PV:=FT1_M,
    SP:=FT1_SP,
    MAN_AUTO:=FT1_MANAUTO,
    PARA:=TC2_PARA,
    TR_I:=M2_M,
    TR_S:=FT1_TRON,
    OUT:=M2_M);

TC3_SMPL(T#1s, 0);
TC3(EN:=TC3_SMPL.Q,
    PV:=FT1_M,
    SP:=FT1_SP,
    MAN_AUTO:=FT1_MANAUTO,
    PARA:=TC3_PARA,
    TR_I:=M3_M,
    TR_S:=FT1_TRON,
    OUT:=M3_M);

TC4_SMPL(T#1s, 0);
TC4(EN:=TC4_SMPL.Q,
    PV:=TT1_M,
    SP:=TT1_SP,
    MAN_AUTO:=TT1_MANAUTO,
    PARA:=TC4_PARA,
    TR_I:=LVS1_M,
    TR_S:=TT1_TRON,
    OUT:=LVS1_M);

```

Рис. 5.16 Приклад реалізації ФБ PI_V

Режим трекінгу(слідкування) потрібний для можливості зміни значення виходу на виконавчий механізм безпосередньо з програми.


```

1:
if LT4_M>=60.0 and TT1_M>=80.0 and TT3_M>=80.0 and TT3_M>=80.0 and TT4_M>=80.0 then

    M4_M:=0.5;
    M5_M:=0.5;
    M7_M:=true;
    M8_M:=true;
    M9_M:=true;
    M10_M:=true;
    M11_M:=true;

    TT1_SP:=66.5;
    TT2_SP:=71.0;
    TT3_SP:=71.0;
    TT4_SP:=70.0;

    FT1_TRON:=false;
    FT1_SP:=125.0;

    FT4_TRON:=false;
    FT4_SP:=130.0;

    LT7_TRON:=false;
    LT7_SP:=60.0;

    LT8_TRON:=false;
    LT8_SP:=60.0;

    TM1_Time:=T#5m;
    TM1_Start:=1;
    StepProgStart:=2;
end_if;

```

Рис. 5.17.2 Реалізація програми користувача(Секція Start)

```

2:
if TM1.Q then
    TM1_Start:=0;
    TM1_Time:=T#0m;
    FT2_TRON:=false;
    FT2_SP:=50.0;

    LT4_TRON:=false;
    LT4_SP:=60.0;
end_if;
END_CASE;

```

Рис. 5.17.3 Реалізація програми користувача(Секція Start)

```

CASE StepProgStop OF
  0:
  if Stop then
    StepProgStart:=0;

    FT1_SP:=0.0;
    LT4_SP:=30.0;

    StepProgStop:=1;
  end_if;
  1:
  if LT4_M<=30.0 and FT1_M<=5.0 then

    M7_M:=false;
    M8_M:=false;

    TT1_TRON:=true;
    TT2_TRON:=true;
    TT3_TRON:=true;
    TT4_TRON:=true;

    LVS1_M:=0.0;
    LVS2_M:=0.0;
    LVS3_M:=0.0;
    LVS4_M:=0.0;
    LVS4b_M:=0.0;
    LVS4c_M:=0.0;

    FT2_SP:=20.0;

    LT4_SP:=10.0;

    StepProgStop:=2;
  end_if;
  2:
  if FT1_M<=5.0 and FT2_M<=20.0 then

    FT4_SP:=0.0;
    StepProgStop:=3;
  end_if;

```

Рис. 5.18.1 Реалізація програми користувача(Секція Stop)

```

3:
if LT4_M<=10.0 and FT2_M<=5.0 and FT4_M<=20.0 then

    LT4_TRON:=true;
    LVS8_M:=100.0;

    FT2_SP:=0.0;

    FT4_SP:=0.0;

    M4_M:=0.0;
    M5_M:=0.0;
    M9_M:=false;
    M10_M:=false;

    StepProgStop:=4;
end_if;

4:
if Clean then

    TT1_TRON:=false;
    TT2_TRON:=false;
    TT3_TRON:=false;
    TT4_TRON:=false;

    TT1_SP:=100.0;
    TT2_SP:=100.0;
    TT3_SP:=100.0;
    TT4_SP:=100.0;
end_if;

END_CASE;

```

Рис. 5.18.2 Реалізація програми користувача(Секція Stop)

Налагодження програми користувача на імітаторі ПЛК

Середовище UNITY PRO надає ряд засобів для налагодження роботи програми користувача, зокрема: - вбудовані анімаційні засоби редакторів мов; - анімаційні таблиці; - графічні операторські екрани; - трендові утиліти (Trending Tool); - засоби налагоджування панелі Debug; За допомогою цих засобів можна подивитися та змінити значення змінних в різній формі представлення, зупинити програму в потрібному місці і т.п.

У даному випадку для реалізації аперіодичної ланки застосовано готовий функціональний блок LAG_FILTER.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.				

```

%M100:=%S5;
%M101:=RE(%M100);

(*Температура*)
LAG_TT1(IN:=INT_TO_REAL(LVS1),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#120s);
TT1:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_TT1.out));

LAG_TT2(IN:=INT_TO_REAL(LVS2),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#120s);
TT2:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_TT2.out));

LAG_TT3(IN:=INT_TO_REAL(LVS3),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#120s);
TT3:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_TT3.out));

LAG_TT4(IN:=INT_TO_REAL(LVS4+LVS4b+LVS4c),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#120s);
TT4:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_TT4.out));

if M6_M>=0.01 then TT5_M:=TT1_M*0.9; end_if;

if LVS7_M>=0.01 then TT6_M:=TT4_M*0.9; end_if;

if TT1_M<-50.0 then TT1_M:=-50.0; end_if;
if TT1_M>150.0 then TT1_M:=150.0; end_if;
if TT2_M<-50.0 then TT2_M:=-50.0; end_if;
if TT2_M>150.0 then TT2_M:=150.0; end_if;
if TT3_M<-50.0 then TT3_M:=-50.0; end_if;
if TT3_M>150.0 then TT3_M:=150.0; end_if;
if TT4_M<-50.0 then TT4_M:=-50.0; end_if;
if TT4_M>150.0 then TT4_M:=150.0; end_if;
if TT5_M<-50.0 then TT5_M:=-50.0; end_if;
if TT5_M>150.0 then TT5_M:=150.0; end_if;
if TT6_M<-50.0 then TT6_M:=-50.0; end_if;
if TT6_M>150.0 then TT6_M:=150.0; end_if;

M5_M:=M4_M;

```

Рис. 5.19.1 Реалізація секції імітації

```

(*Рівень*)
LAG_LT4(IN:=INT_TO_REAL(FT2+FT1/2+LVS9),
        GAIN:=1.9,
        LAG:=T#420s);
LT4:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_LT4.out));

LAG_LT4b(IN:=INT_TO_REAL(LVS8*2+REAL_TO_INT(INT_TO_REAL((M4+M5))*1.4)),
        GAIN:=1.9,
        LAG:=T#420s);
LT4:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_LT4.out-LAG_LT4b.out));

if M10_M then LT4_M:=LT4_M-LT4_M*0.001; end_if;

LT1_M:=LT4_M+2.134;
LT2_M:=LT4_M-1.891;
LT3_M:=LT4_M+1.546;

if Start then LVS9:=7000; end_if;

LAG_LT7(IN:=INT_TO_REAL((LVS1+LVS2+LVS3)),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#420s);
LT7:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_LT7.out));

LAG_LT7b(IN:=INT_TO_REAL(LVS5*8),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#420s);
LT7:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_LT7.out-LAG_LT7b.out));

LAG_LT8(IN:=INT_TO_REAL((LVS1+LVS2+LVS3)+(LVS5/2)+(LVS6b*-1)),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#420s); |

LAG_LT8b(IN:=INT_TO_REAL(LVS6*14),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#420s);
LT8:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_LT8.out-LAG_LT8b.out));

if LVS6_M>=0.01 then M12_M:=true; else M12_M:=0; end_if;

if %M101 then

if FT4_M>0.0 then LT9:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(LT9)+FT4_M*0.05)); end_if;
if LT9_M>=60.0 then LT9:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT((INT_TO_REAL(LT9)-10.0))); end_if;

end_if;

```

Рис. 5.19.2 Реалізація секції імітації

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.				70

```

LT5_M:=LT4_M-10.0;

LT6_M:=LT5_M+2.134;

if LT1_M<0.0 then LT1_M:=0.0; end_if;
if LT1_M>100.0 then LT1_M:=100.0; end_if;
if LT2_M<0.0 then LT2_M:=0.0; end_if;
if LT2_M>100.0 then LT2_M:=100.0; end_if;
if LT3_M<0.0 then LT3_M:=0.0; end_if;
if LT3_M>100.0 then LT3_M:=100.0; end_if;
if LT4_M<0.0 then LT4_M:=0.0; end_if;
if LT4_M>100.0 then LT4_M:=100.0; end_if;
if LT5_M<0.0 then LT5_M:=0.0; end_if;
if LT5_M>100.0 then LT5_M:=100.0; end_if;
if LT6_M<0.0 then LT6_M:=0.0; end_if;
if LT6_M>100.0 then LT6_M:=100.0; end_if;
if LT7_M<0.0 then LT7_M:=0.0; end_if;
if LT7_M>100.0 then LT7_M:=100.0; end_if;
if LT8_M<0.0 then LT8_M:=0.0; end_if;
if LT8_M>100.0 then LT8_M:=100.0; end_if;
if LT9_M<0.0 then LT9_M:=0.0; end_if;
if LT9_M>100.0 then LT9_M:=100.0; end_if;

(*Витрата*)
LAG_FT1(IN:=INT_TO_REAL(M1+M2+M3),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#120s);
FT1:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_FT1.out));

LAG_FT2(IN:=INT_TO_REAL(LVS7),
        GAIN:=1.0,
        LAG:=T#120s);
FT2:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_FT2.out));

LAG_FT4(IN:=INT_TO_REAL(-M6*5),
        GAIN:=2.5,
        LAG:=T#250s);
FT4:=WRITE_INPUT_INT(REAL_TO_INT(LAG_FT4.out));

FT3_M:=INT_TO_REAL(LVS9/100);

```

Рис. 5.19.3 Реалізація секції імітації

```

if FT1_M<0.0 then FT1_M:=0.0; end_if;
if FT1_M>200.0 then FT1_M:=200.0; end_if;
if FT2_M<0.0 then FT2_M:=0.0; end_if;
if FT2_M>200.0 then FT2_M:=200.0; end_if;
if FT3_M<0.0 then FT3_M:=0.0; end_if;
if FT3_M>200.0 then FT3_M:=200.0; end_if;
if FT4_M<0.0 then FT4_M:=0.0; end_if;
if FT4_M>200.0 then FT4_M:=200.0; end_if;

if autoall then
  FT1_MANAUTO:=true;
  FT2_MANAUTO:=true;
  LT4_MANAUTO:=true;
  FT4_MANAUTO:=true;
  LT7_MANAUTO:=true;
  LT8_MANAUTO:=true;
  TT1_MANAUTO:=true;
  TT2_MANAUTO:=true;
  TT3_MANAUTO:=true;
  TT4_MANAUTO:=true;
end_if;

if StepProgStop=4 then LV9:=0; end_if;

if simulFoam then LE1_M:=1; LE2_M:=1; LE3_M:=1; LE4_M:=1; elsif not simulFoam then LE1_M:=0; LE2_M:=0; LE3_M:=0; LE4_M:=0; end_if;
if simulSieve then LT6_M:=LT5_M-10.5; else LT6_M:=LT5_M+2.134; end_if;

if M7_M then GSGQ1_M:=1; elsif not M7_M then GSGQ1_M:=0; end_if;
if M8_M then GSGQ2_M:=1; elsif not M8_M then GSGQ2_M:=0; end_if;
if M10_M then GSGQ3_M:=1; elsif not M10_M then GSGQ3_M:=0; end_if;

if StepProgStop=1 then FT4_SP:=70.0; end_if;
if StepProgStop=3 then FT4_SP:=20.0; end_if;

TM1_TimeLeft:=TM1.ET;

```

Рис. 5.19.4 Реалізація секції імітації

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.				72

6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

За допомогою програмного забезпечення Schneider Electric Vijeo Citect було розроблено SCADA-систему, яка дає можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

В даному випадку мною було вибрано не стандартний метод додавання змінних. Надстройка для MS Excel «Add-in» значно спрощує процес додавання та редагування змінних.

1	NAME	TYPE	UNIT	ADDR	RA	RAW	ET	ENG	FORM
2	M7_M	DIGITAL	IODev	%M0					
3	M8_M	DIGITAL	IODev	%M1					
4	M9_M	DIGITAL	IODev	%M2					
5	M10_M	DIGITAL	IODev	%M3					
6	M11_M	DIGITAL	IODev	%M4					
7	M12_M	DIGITAL	IODev	%M5					
8	LE1_M	DIGITAL	IODev	%M6					
9	LE2_M	DIGITAL	IODev	%M7					
10	LE3_M	DIGITAL	IODev	%M8					
11	LE4_M	DIGITAL	IODev	%M9					
12	GSGQ1_M	DIGITAL	IODev	%M10					
13	GSGQ2_M	DIGITAL	IODev	%M11					
14	GSGQ3_M	DIGITAL	IODev	%M12					
15	Stop	DIGITAL	IODev	%M14					
16	FT1_M	REAL	IODev	%MW100	0	200	0	200	m/год ###EU
17	FT2_M	REAL	IODev	%MW102	0	200	0	200	m3/год ###EU
18	FT3_M	REAL	IODev	%MW104	0	200	0	200	m3/год ###EU
19	FT4_M	REAL	IODev	%MW106	0	200	0	200	m3/год ###EU
20	LT1_M	REAL	IODev	%MW108	0	100	0	100	% ###.EU
21	LT2_M	REAL	IODev	%MW110	0	100	0	100	% ###.EU
22	LT3_M	REAL	IODev	%MW112	0	100	0	100	% ###.EU
23	LT4_M	REAL	IODev	%MW114	0	100	0	100	% ###.EU
24	LT5_M	REAL	IODev	%MW116	0	100	0	100	% ###.EU
25	LT6_M	REAL	IODev	%MW118	0	100	0	100	% ###.EU
26	LT7_M	REAL	IODev	%MW120	0	100	0	100	% ###.EU
27	LT8_M	REAL	IODev	%MW122	0	100	0	100	% ###.EU
28	LT9_M	REAL	IODev	%MW124	0	100	0	100	% ###.EU
29	TT1_M	REAL	IODev	%MW126	20	150	20	150	°C ###.EU
30	TT2_M	REAL	IODev	%MW128	20	150	20	150	°C ###.EU
31	TT3_M	REAL	IODev	%MW130	20	150	20	150	°C ###.EU
32	TT4_M	REAL	IODev	%MW132	20	150	20	150	°C ###.EU
33	TT5_M	REAL	IODev	%MW134	20	150	20	150	°C ###.EU
34	TT6_M	REAL	IODev	%MW136	20	150	20	150	°C ###.EU
35	FT1_SP	REAL	IODev	%MW138	0	200	0	200	m/год ###
36	FT2_SP	REAL	IODev	%MW140	0	200	0	200	m3/год ###
37	FT4_SP	REAL	IODev	%MW142	0	200	0	200	m3/год ###
38	LT4_SP	REAL	IODev	%MW144	0	100	0	100	% ###
39	LT7_SP	REAL	IODev	%MW146	0	100	0	100	% ###
40	LT8_SP	REAL	IODev	%MW148	0	100	0	100	% ###

Рис. 6.1.1 Змінні теги та їх настройки

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації процесу отримання дифузійного соку у нахиленому дифузійному апараті	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кислюк Д. І.					73	5
Перевір.		Романов М. С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри.		Ельперін І. В.						

41	TT1_SP	REAL	IODev	%MW150	0	150	0	150	°C	###
42	TT2_SP	REAL	IODev	%MW152	0	150	0	150	°C	###
43	TT3_SP	REAL	IODev	%MW154	0	150	0	150	°C	###
44	TT4_SP	REAL	IODev	%MW156	0	150	0	150	°C	###
45	AUTOALL	DIGITAL	IODev	%M15						
46	Clean	DIGITAL	IODev	%M16						
47	FT1_TRON	DIGITAL	IODev	%M17						
48	FT2_TRON	DIGITAL	IODev	%M18						
49	FT4_TRON	DIGITAL	IODev	%M19						
50	LT4_TRON	DIGITAL	IODev	%M20						
51	LT7_TRON	DIGITAL	IODev	%M21						
52	LT8_TRON	DIGITAL	IODev	%M22						
53	TT1_TRON	DIGITAL	IODev	%M23						
54	TT2_TRON	DIGITAL	IODev	%M24						
55	TT3_TRON	DIGITAL	IODev	%M25						
56	TT4_TRON	DIGITAL	IODev	%M26						
57	LVS1_M	REAL	IODev	%MW200	0	100	0	100	%	###EU
58	LVS2_M	REAL	IODev	%MW202	0	100	0	100	%	###EU
59	LVS3_M	REAL	IODev	%MW204	0	100	0	100	%	###EU
60	LVS4_M	REAL	IODev	%MW206	0	100	0	100	%	###EU
61	LVS4b_M	REAL	IODev	%MW208	0	100	0	100	%	###EU
62	LVS4c_M	REAL	IODev	%MW210	0	100	0	100	%	###EU
63	LVS5_M	REAL	IODev	%MW212	0	100	0	100	%	###EU
64	LVS6_M	REAL	IODev	%MW214	0	100	0	100	%	###EU
65	LVS6b_M	REAL	IODev	%MW216	0	100	0	100	%	###EU
66	LVS7_M	REAL	IODev	%MW218	0	100	0	100	%	###EU
67	LVS8_M	REAL	IODev	%MW220	0	100	0	100	%	###EU
68	M1_M	REAL	IODev	%MW222	0	100	0	100	%	###EU
69	M2_M	REAL	IODev	%MW224	0	100	0	100	%	###EU
70	M3_M	REAL	IODev	%MW226	0	100	0	100	%	###EU
71	M4_M	REAL	IODev	%MW228	0	2	0	2	об/хв	###EU
72	M5_M	REAL	IODev	%MW230	0	2	0	2	об/хв	###EU
73	M6_M	REAL	IODev	%MW232	0	100	0	100	%	###EU
74	TC1_FT1_M1_TI	ULONG	IODev	%MW312	0	3600000	0	3600	c	###EU
75	TC2_FT1_M2_KP	REAL	IODev	%MW330	0	100	0	100		###.#
76	TC2_FT1_M2_TI	ULONG	IODev	%MW332	0	3600000	0	3600	c	###EU
77	TC3_FT1_M3_KP	REAL	IODev	%MW350	0	100	0	100		###.#
78	TC3_FT1_M3_TI	ULONG	IODev	%MW352	0	3600000	0	3600	c	###EU
79	TC4_TT1_LVS1_KP	REAL	IODev	%MW370	0	100	0	100		###.#
80	TC4_TT1_LVS1_TI	ULONG	IODev	%MW372	0	3600000	0	3600	c	###EU

Рис. 6.1.2 Змінні теги та їх настройки

81	TC5_TT2_LVS2_KP	REAL	IODev	%MW390	0	100	0	100		###.#
82	TC5_TT2_LVS2_TI	ULONG	IODev	%MW392	0	3600000	0	3600	c	###EU
83	TC6_TT3_LVS3_KP	REAL	IODev	%MW410	0	100	0	100		###.#
84	TC6_TT3_LVS3_TI	ULONG	IODev	%MW412	0	3600000	0	3600	c	###EU
85	TC7_TT4_LVS4_KP	REAL	IODev	%MW430	0	100	0	100		###.#
86	TC7_TT4_LVS4_TI	ULONG	IODev	%MW432	0	3600000	0	3600	c	###EU
87	TC8_FT2_LVS7_KP	REAL	IODev	%MW450	0	100	0	100		###.#
88	TC8_FT2_LVS7_TI	ULONG	IODev	%MW452	0	3600000	0	3600	c	###EU
89	TC9_LT4_LVS8_KP	REAL	IODev	%MW470	0	100	0	100		###.#
90	TC9_LT4_LVS8_TI	ULONG	IODev	%MW472	0	3600000	0	3600	c	###EU
91	TC10_FT4_M6_KP	REAL	IODev	%MW490	0	100	0	100		###.#
92	TC10_FT4_M6_TI	ULONG	IODev	%MW492	0	3600000	0	3600	c	###EU
93	TC11_LT7_LVS5_KP	REAL	IODev	%MW510	0	100	0	100		###.#
94	TC11_LT7_LVS5_TI	ULONG	IODev	%MW512	0	3600000	0	3600	c	###EU
95	TC12_LT8_LVS6_KP	REAL	IODev	%MW530	0	100	0	100		###.#
96	TC12_LT8_LVS6_TI	ULONG	IODev	%MW532	0	3600000	0	3600	c	###EU
97	TC1_FT1_M1_KP	REAL	IODev	%MW310	0	100	0	100		###.#
98	TM1_Time	ULONG	IODev	%MW158	0	3600000	0	360	хв	###.#EU
99	TM1_TimeLeft	ULONG	IODev	%MW160	0	3600000	0	360	хв	###.#EU
100	Start	DIGITAL	IODev	%M13						
101	TM1_Start	DIGITAL	IODev	%M27						

Рис. 6.1.3 Змінні теги та їх настройки

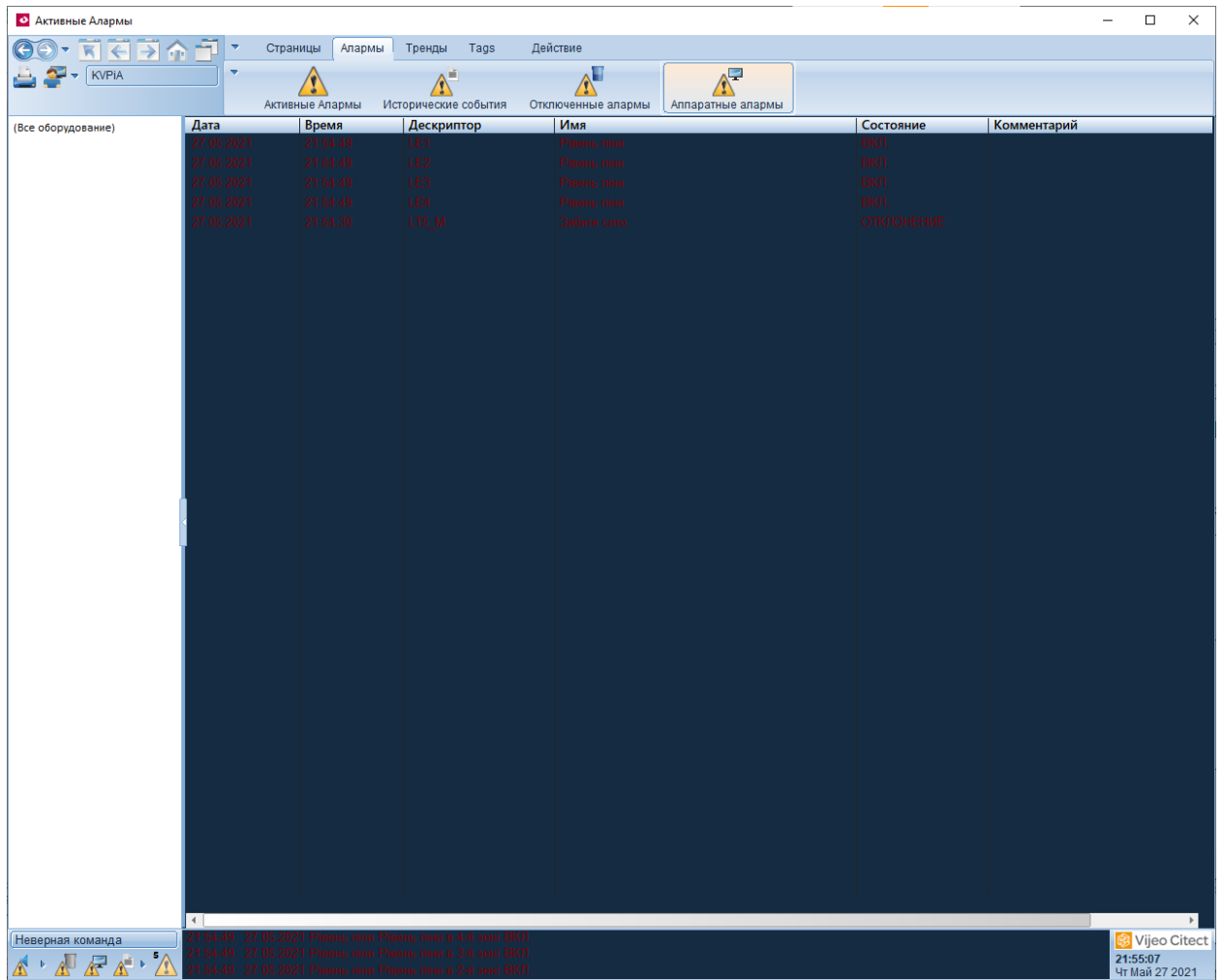


Рис. 6.3 Реалізація вікна тривоги

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі розроблено вдосконалення системи автоматичного управління отримання дифузійного соку. Запропонована система передбачає збільшення техніко – економічних показників, що значною мірою впливає на стабільну роботу всього підприємства та принесення прибутку.

В проекті застосовані новітні засоби автоматизації вітчизняного та закордонного виробництва, що значно підвищують рівень надійності спроектованої системи і забезпечують якісне регулювання виробничим процесом отримання дифузійного соку. Використання контролера Modicon M340, що є порівняно недорогим на ринку автоматизації, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему керування, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу на мнемосхемі, ручне керування виконавчими механізмами, покращення ТЕПів та якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних налаштувань регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення для управління технологічним процесом з допомогою програмного забезпечення Unity Pro XL від фірми Schneider Electric. Це дає можливість застосовувати для оперативного управління SCADA – програму отже, є можливість отримувати дані про перебіг процесу як в реальному часі так і з історичної бази даних.

Проведені дослідження дали змогу обрати оптимальні налаштування регуляторів, визначити вплив різних збурень на об'єкт управління та розробити методи їх компенсації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.				

Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації:
навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
2. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
3. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
4. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
5. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
6. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
7. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
8. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
9. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

10. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / Уклад.: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. [Електронний ресурс]. – К.: НУХТ, 2020. – 73 с.

11. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.

12. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.

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

14. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.				