

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____Леонтєв П.В.
_____2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «**Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000**»
(Дипломний проєкт)

Керівник проєкту:
доцент

Толбатов В.А.

Дипломник:
студент групи СУ-81

Процик Д.О.

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	2		
3			Реферат	1		
4	A4	СУ-81 6.151.18 ПЗ	Пояснювальна записка	47		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A3	СУ-81 6.151.18 А1	Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000. Функціональна схема автоматизації	1		
6	A4	СУ-81 6.151.18 ПЕ	Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000. Перелік елементів	1		
7	A3	СУ-81 6.151.18 С1	Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000. Схема електрична принципова підключень	7		
8	A3	СУ-81 6.151.18 СК	Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000. Схема інформаційно-матеріальних протоків.	1		

					СУ-81 6.151.18.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Процик Д.О.				Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000. Відомість проекту	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Толбатов В.А.						2	2
Реценз.						СумДУ, СУ-81		
Н. Контр.								
Затверд.	Леонтьєв П.В..							

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Леонт'єв П.В.

_____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Процику Д.О.

1. Тема проєкту: Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу К3100000. Затверджено наказом ректора університету. №0360-VI від “17” травня 2022р.
2. Термін здавання студентом закінченого проєкту “12” червня 2022р.
3. Вихідні дані до проєкту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз предметної області, система автоматизованого керування зерносховищем, вибір засобів автоматизації, розробка SCADA.
5. Перелік графічних матеріалів: 37 рисунків, 22 таблиць, 4 додатків.
6. Календарний план проєктування

Номер етапу	Зміст етапу проєктування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2022 – 17.04.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2022 – 25.04.2022
3	Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу К3100000	26.04.2022 – 05.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	06.05.2022 – 16.05.2022
5	Створення SCADA системи.	17.05.2022 – 22.05.2022
6	Оформлення дипломного проєкту та супровідної документації	23.05.2022 – 31.05.2022

7. Дата видачі завдання “17” травня 2022р.

Керівник проєкту:
доцент

Толбатов В.А.

До виконання прийняв:
студент-дипломник
групи СУ-81

Процик Д.О.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизованого керування зерносховищем

Розробник:
студент групи СУ-81

Процик Д.О.

Погоджено:
доцент

Толбатов В.А.

1. Назва і галузь застосування: система автоматизованого керування зерносховищем; аграрні підприємства, підприємства по відвантаженню та зберіганню зерна, підприємство з виготовлення горизонтальних зерносховищ.

2. Підстави для проектування: Наказ декана Сумського державного університету №0360-VI від “17” травня 2022р;

3. Мета і призначення проекту: Оглянути систему, розробити функціональні схеми автоматизації; Створити систему автоматизованого керування зерносховищем.

4. Джерела розроблення: конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. Режим роботи об'єкта: режим роботи за графіком, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням.

6. Умови експлуатації СК: живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; живлення промислового комп'ютера – 220В; 50Гц; Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.

7. Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2022 – 17.04.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2022 – 25.04.2022
3	Вдосконалення системи автоматизованого керування зерносховищем	26.04.2022 – 05.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	06.05.2022 – 16.05.2022
5	Розробка SCADA системи	17.05.2022 – 22.05.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	23.05.2022 – 31.05.2022

РЕФЕРАТ

Процик Д.О. Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2022 р.

Дипломний проект містить 47 аркушів пояснювальної записки, 37 рисунків, 22 таблиць, 3 схеми та Додатків А,Б,В,Г. При виконанні дипломного проекту було використано 24 літературних джерел.

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис системи автоматизованого керування зерносховищем. Розроблено технічне завдання. Розроблено основні технічні креслення та алгоритми роботи. В ході проекту була розроблена система автоматизованого керування зерносховищем, призначена для використання підприємствами які займаються зберіганням, транспортуванням та сортуванням різних видів сільськогосподарських культур, в тому числі, і зерна.

Ключові слова: система керування, зерносховище, зберігання, горизонтальне сховище, транспортери.

ABSTRACT

Protsyk D.O. The automation of grain storage process in the KZ100000 storage. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2022

The diploma project contains 47 sheets of explanatory note, 37 figures, 22 tables, 3 diagrams, 24 literature sources and Appendices A, B, V, G. were used during the diploma project.

This diploma project is aimed at creating and describing an automated granary management system. The technical task is developed.

The basic technical drawings and algorithms of work are developed. During the project, an automated granary management system was developed, designed for use by enterprises engaged in storage, transportation and sorting of various types of crops, including grain.

Key words: control system, granary, storage, horizontal storage, conveyors.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000

Керівник проекту:
доцент

Толбатов В.А.

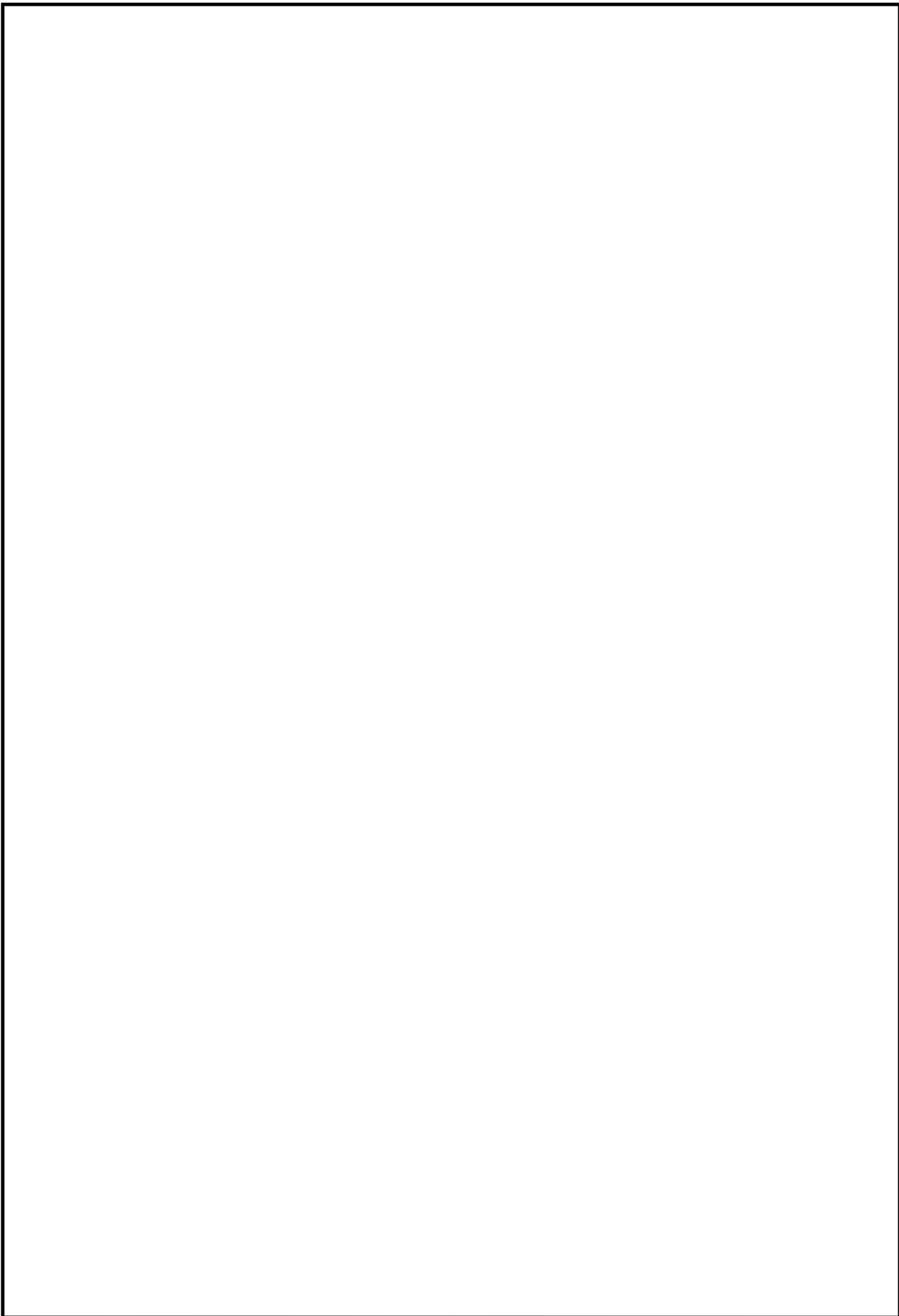
Виконав:
студент групи СУ-81

Процик Д.О.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА.....	5
1.1 Особливості зберігання зерна в горизонтальному силосі.	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Переваги над стандартними вертикальними силосами.	8
1.3 Перелік технологічних параметрів, їх статистичні та динамічні характеристики.	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Особливості технологічного процесу зберігання зерна.....	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЗЕРНОСХОВИЩЕМ.....	13
2.1 Аналіз технологічного процесу зберігання зерна	13
2.2 Функціональні задачі керування	13
2.3 Опис контурів керування	13
2.3.1 Контур підтримки заданої температури в силосі.....	13
2.3.2 Контур регулювання рівня зерна в силосі.....	14
2.3.3 Контури керування перекидним клапаном та стрічковими транспортерами	15
2.4 Функціональна схема автоматизації.....	13
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	19
3.1 Підбір ПЛК та ПК.....	20
3.2 Підбір давачів.....	30
3.3 Підбір виконавчих механізмів.....	34
РОЗДІЛ 4 SCADA- СИСТЕМА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЗЕРНОСХОВИЩА.....	42
4.1 Поняття SCADA.....	42
4.2 Вибір програмного забезпечення (ПЗ) та розробка мнемосхеми	42
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
Додаток А.....	49
Додаток Б	50
Додаток В	51
Додаток Г	58

					СУ-81 6.151.18.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Процик Д.О.</i>			Автоматизація процесу зберігання зерна у сховищі типу КЗ100000 Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Толбатов В.А.</i>					2	47
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-81		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Леонтьев П.В.</i>						



					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

САК – Система автоматичного керування;

ВМ – виконавчий механізм;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПК – промисловий комп'ютер;

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

ДПШЗ – давач положення шиберної заслонки;

ДССК – давач сходу стрічки конвеєра.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Збереження та раціональне використання всього вирощеного врожаю, отримання максимальної кількості виробів із сировини сьогодні є одним із найважливіших державних завдань.

Продукти харчування, що виробляються із зерна злакових рослин (печений хліб, крупа, макаронні та інші вироби з борошна), є складовою частиною їжі людини. Зерна і насіння злакових рослин безперечно мають вплив на життя кожної людини. Аналіз споживання продовольства у світі показує, що приблизно 55% білків, 70% вуглеводів і 15% жирів доводиться на частку зерна і насіння. Крім того, вони є важливим концентрованим кормовим засобом і, в певній мірі, технічною сировиною.

Зберігання, що є фінальною фазою виробництва зерна, - це наука, яка вивчає особливості зерна і зернових мас в цілому як об'єктів зберігання, а також вплив фізичних, хімічних і біологічних факторів на стан зерна. Зберігання зерна і зернових продуктів вимагає грандіозної матеріально-технічної бази і спеціалістів, які володіють достатніми знаннями та досвідом. [1]

Автоматизація виробничих процесів - основний напрямок, по якому в даний час просувається виробництво в усьому світі. Все, що раніше виконувала сама людина, її функції, не тільки фізичні, але і інтелектуальні, поступово переходять до техніки, яка сама виконує технологічні цикли і здійснює контроль за ними.

Впровадження новітніх інформаційних технологій та останніх розробок в сфері промислової автоматизації підприємств зберігання і переробки зерна має значний вплив на підвищення ефективності керування, зростання конкурентоспроможності підприємств в цілому.

Зберігання і переробка зерна - це складний, багатоступінчастий, енергоємний процес, який вимагає використання досконалих, надійних систем автоматизації зберігання і переробки зерна для досягнення високої ефективності роботи даної галузі.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

1.1 Особливості зберігання зерна в горизонтальному силосі

Інноваційний тип зерносховища з горизонтальними силосами розроблено з урахуванням перспектив збільшення врожайності зернових та олійних культур, що спричинять збільшення потреб у зерносховищах.

Застосування технології горизонтальних силосів допоможе знизити вартість будівництва та реконструкції елеваторів для зберігання зерна за одночасного поліпшення якості, збільшення термінів зберігання та зниження поточних витрат на зберігання, що сприятиме зниженню собівартості зерна. [2]

Підраховано, що вартість будівництва елеваторів у розрахунку на 1 тону зерна, що зберігається, становить від 60 доларів на 1 тону, тоді як у металевих елеваторів вона становить від 100 доларів і вище. Розрахунки показали, що для довготривалого зберігання зерна в металевих силосах потрібно втричі більше електроенергії, ніж у горизонтального силоса.

Особливістю горизонтальних силосів є спосіб та пристрій вивантаження зерна із силосу. Цей спосіб відрізняється тим, що транспортер (рис. 1.1) для вивантаження зерна із силосів знаходиться всередині силосу, а не під ним, і для цього не потрібний додатковий підземний поверх[3].

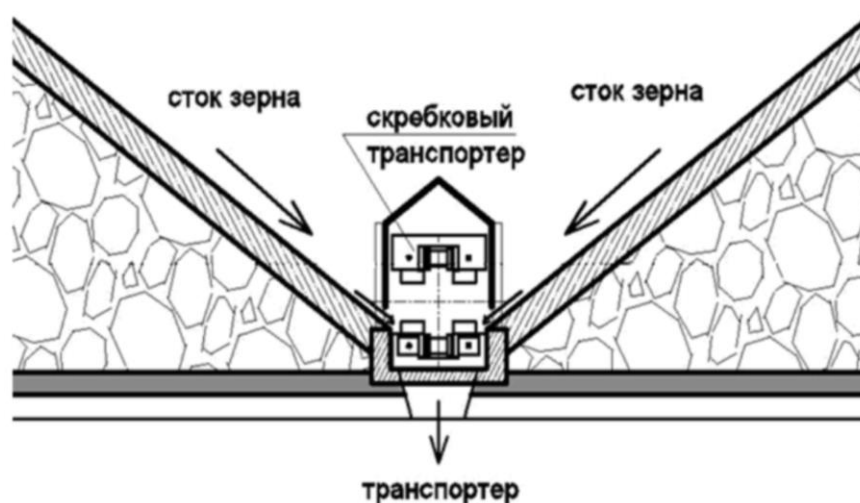


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд транспортера для вивантаження зерна із горизонтального силосу

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для вивантаження зерна всередині силосу (бункера) на підлозі встановлюються ланцюгові транспортери невеликої продуктивності 20-50 т/годину, тоді можна вивантажувати зерно зі складу паралельно кількома транспортерами. Підлога між транспортерами робиться з ухилом до транспортерів. Над ланцюгами транспортерів встановлені коробки.

На ланцюговий транспортер сипкий матеріал подається через бічні зазори безпосередньо на нижню робочу гілку ланцюга, зазори можна регулювати засувками.

Ззовні силосів встановлюються натяжні та приводні станції, а всередині силосу пропускання лише ланцюги захищені коробами.

Зерно може завантажуватися по всій довжині ланцюгового транспортера під власною вагою, чим забезпечується рівномірність вивантаження продукту та виключається утворення так званої «воронки».

Зерно із силосу вивантажується повністю, немає потреби у ручній роботі. Від початку і до кінця вивантаження швидкість подачі продукту на транспортер не змінюється. Також, відпадає необхідність у конусах і засувках, внаслідок цього, розмір силосу в перерізі може бути більшим, ніж для силосів з конусами, а це дозволяє зменшити висоту силосу та насипу зерна. Відповідно, значно покращуються умови для природної аерації зернової маси, що в нинішніх реаліях економічно.

У зерносховищах горизонтального типу вентиляція [5] проводиться через верхні осьові вентилятори, і природним способом, через вікна. Також передбачено аспіраційну систему транспортерів. При включенні аспірації холодне вологе повітря, що опускається вниз, через коробки транспортерів, висмоктується аспірацією, що сприяє кращій аерації зернової маси, при цьому витрати істотно нижчі, ніж при роботі вентиляторів в режимі нагнітання. [4]

Існує можливість передбачити стаціонарне встановлення для активного вентилявання зерна. При цьому один вентилятор може обслуговувати велику кількість силосів. Для цього можна підвести повітропровід, з'єднаний з вентилятором до галерей транспортерів.

Під дахом сховища утворюється додатковий простір, що є позитивним фактором, так як перешкоджає різкому збільшенню відносної вологості повітря при випаровуванні вологи з поверхні зерна, і є термоізолюючим шаром, що перешкоджає перегріву зерна від нагріву покрівлі, сприяє кращому повітрообміну, що, по суті, є безвитратним сушінням зерна в комфортному режимі від нагріву ангару за сонячний день.

Зерносховища споруджують із каменю, цегли, залізобетону, металу та ін. Вибір будівельних матеріалів залежить від місцевих умов, цільового призначення зерносховищ (тривалого або короткочасного зберігання зерна) та економічних міркувань.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правильно побудовані зерносховища з каменю, цегли та залізобетону дозволяють також уникнути різко виражених явищ термовологопровідності у зерновій масі. Досвід показав, що зерно значно легше зберігати в сховищах, побудованих з матеріалів не тільки міцних, а й з поганою теплопровідністю.

1.2 Переваги над стандартними вертикальними силосами

Якщо критичний перегрів зернової маси відбувається у вертикально орієнтованих (основних сьогодні) силосах, то перекидати доводиться більшість зернової маси. Відмінною особливістю зерносховища [6] з горизонтальними силосами є можливість «точкової» (локальної) реалізації режиму аварійної рециркуляції.

Завдяки тому, що вивантажувальний транспортер розташований по всій довжині горизонтального силосу, зерносховище можна поділити на кілька секцій і перекидати зерно лише в тій секції, де виявлено критичний перегрів. Це дозволить значно зекономити електроенергію і, крім того, якщо відбулося «критичне» перегрівання, при якому зерно чорніє і не може більше використовуватися, то вивантажувати зіпсоване зерно (безповоротно) із зерносховища можна лише з однієї секції.

Для реалізації локального режиму аварійної рециркуляції зерна вивантажувальний транспортер обладнується секційними засувками по одній засувці на кожен секцію. Використання секційних засувок дозволяє поділити зерносховище на кілька секцій по довжині вивантажувального транспортера, не поділяючи ці секції стінами.

З урахуванням вищесказаного, можна зробити висновок, що даний тип силосу економічно і технологічно доцільний у порівнянні з існуючими і має такі переваги:

а) Стіни силосів не з металу, а з бетону, що мають низьку теплопровідність, завдяки цьому зерно захищене від добових перепадів температури та конденсації на внутрішній поверхні стін;

б) Вивантаження зерна із силосів повністю механізоване;

в) Міцність, довговічність, пожежна безпека;

г) Зниження висоти силосу дозволяє заощаджувати електроенергію, що витрачається на підйом продукту, перекачування, відповідно знижуються поточні витрати на зберігання, зменшується травмування зерна, що особливо актуально для олійних культур, для яких протипоказано зберігання з великою висотою насипу (не більше 12-14 метрів) ;

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) Наявність можливості локальної рециркуляції зернової маси при загрозі перегріву також сприяє економії електроенергії, зниження поточних витрат на зберігання та зменшення псування зерна;

е) Відсутність підземного поверху та мінімальні підземні роботи. Транспортери розташовуються безпосередньо всередині силосу вище за рівень ґрунту, відповідно мінімальні підземні роботи; покращуються умови для природної аерації зернового насипу;

ж) Можливість рівномірної подачі зерна по всій довжині транспортера, можливість встановлення постійного завантаження;

з) При розвантаженні можуть працювати одночасно усі нижні транспортери, тому зернова маса, яка при завантаженні самосортується, при розвантаженні знову змішується.

До недоліків горизонтальних силосів можна віднести відносно велику площу забудови порівняно з металевими силосами. За однакових обсягів зберігання площа збільшується від 1,2 до 1,5 разів. [7]

На (рис. 1.2 - а) показано внутрішній пристрій зерносховища з горизонтальними силосами, з поперечним розміщенням верхнього транспортера та двосхилим дахом.

На (рис. 1.2 - б) показано внутрішній пристрій зерносховища з горизонтальними силосами, з поздовжнім розміщенням верхнього транспортера та арочним склепінням з холодногнутих тонколистових сталевих профілів.

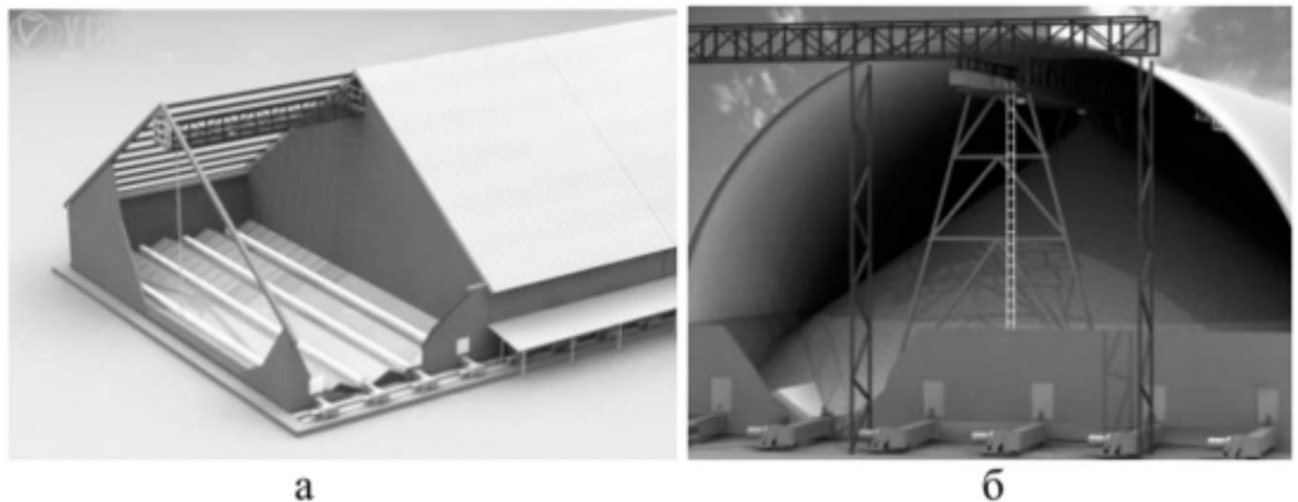


Рисунок 1.2 – Внутрішній пристрій зерносховища з горизонтальними силосами

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Перелік технологічних параметрів, їх статичні та динамічні характеристики

До показників, якими при систематичному спостереженні за процесом зберігання можна безпомилково визначити стан зернової маси, відносять її температуру, вологість, вміст домішок, показники свіжості (колір і запах).

У партіях насіння додатково перевіряють його схожість та енергію проростання. Періодичність перевірки зернової маси за цими показниками залежить від її стану та умов зберігання (пори року, типу сховищ, висоти насипу). Так, чим фізіологічно активніша зернова культура, тим частіше перевіряється її температура. [8]

Наприклад, у сухому зерні вона вимірюється один раз на 15 днів, а в сирому неохолодженому зерні – щодня. Терміни перевірки зерна на зараженість кліщами та комахами залежать від температури: при температурі вище 15 ° С - один раз на 10 днів, при температурі нижче 5 ° С - один раз на місяць. Залежно від вологості та температури встановлені терміни спостережень за іншими показниками.

Вологість зерна визначається 2 рази на місяць, а особлива увага приділяється зерну, яке зберігається біля стінок і у верхньому шарі, де можливо самозгрівання в першу чергу.

Зараженість шкідниками хлібних запасів визначається залежно від температури зернових мас:

- якщо вище 10 ° С, то 1 раз на 10 днів;
- нижче 10 ° С - раз на 15 днів;
- нижче 0 ° С - раз на місяць.

Характеристики свіжості визначають одночасно з відбором зерна на визначення вологості та спостереженням за температурою.

1.4 Особливості технологічного процесу зберігання зерна

На (рис. 1.3) зображена технологічна схема завантаження, вивантаження зерна

Готове до зберігання зерно подається в норію за допомогою приймального патрубку. У свою чергу, норія спрямовує зерно [9] на верхній транспортер, який заповнює силос.

Вивантаження із силосів здійснюється за допомогою нижнього транспортера, який спрямовує зерно на норію. Для завантаження зерна в кузови машин передбачено встановлення перекидного клапана на норії. [10]

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Транспортер подає зерно на норію, яка піднімає його до рівня. Перекидний клапан переключається в режим вивантаження та зерно надходить у розвантажувальне сопло.

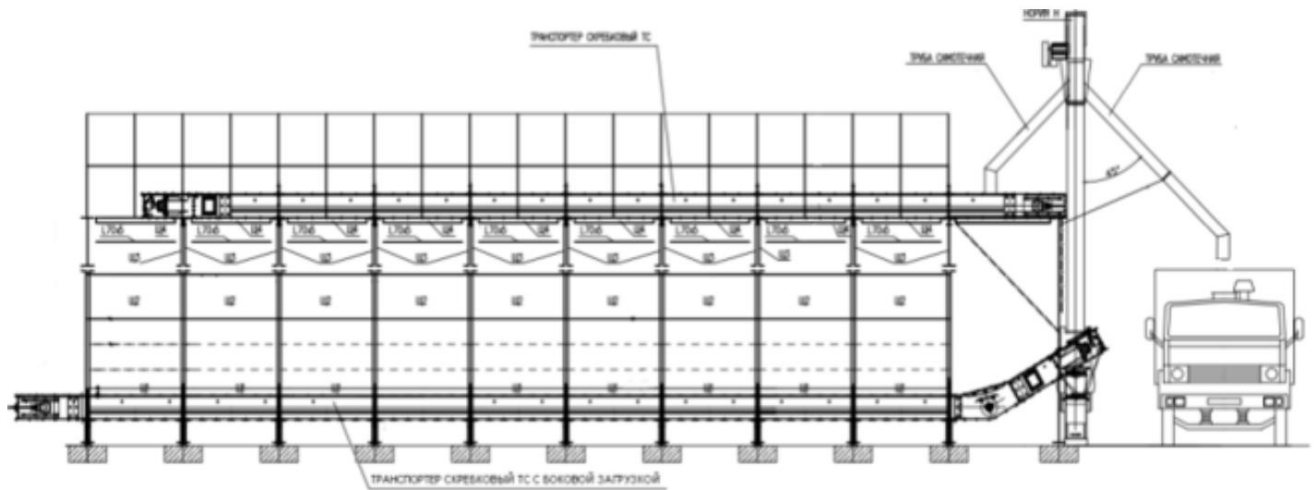


Рисунок 1.3 – Схема вивантаження зерна

Технологічною схемою передбачено внутрішнє переміщення зерна. При необхідності додаткової очистки зерна для доведення його до потрібного стану або ж за необхідності додаткової сушки.

До складу зерноскладища входять:

1. Розвантажувальна платформа;
2. Норія подачі зерна;
3. Силос зберігання зерна;
4. Верхній транспортер;
5. Нижній транспортер;

Для підйому зерна на потрібний рівень застосовується норія (рис 1.4). Норії стрічкові використовуються для підйому сипких вантажів по вертикалі.

Складається норія із замкнутої стрічки, яка огинає два кінцеві барабани (верхній і нижній) і служить тяговим органом. Робочими органами норії є укріплені на стрічці ковші.

Обидві гілки стрічки (робоча та неодружена) поміщені в металевих прямокутних трубах, що з'єднують черевик і головку. Швидкість руху стрічки 22-36 м/с.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Для переміщення зерна по горизонталі застосовуються ланцюговий скребковий транспортер (рис 1.5).



Рисунок 1.4 – Схема норії



Рисунок 1.5 – Скребковий транспортер

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

12

Ланцюговий транспортер з зануреними скребками працює шляхом суцільного волочіння сипких матеріалів за допомогою скребоків, що знаходяться на замкнутому ланцюгу, розташованому в закритому металевому коробі. [11]

Для перемикання режимів розвантаження/завантаження застосовуються перекидні клапани (рис 1.6) з електричними приводами. Заслінка перекидного клапана дозволяє керувати режимом роботи всього зерносховища шляхом зміни положення.

У режимі завантаження зерно [12] після норії через перекидний клапан потрапляє на верхній транспортер і потрапляє до бункера для зберігання зерна.

У режимі вивантаження зерно через перекидний клапан потрапляє в патрубок. Через нього відбувається завантаження зерна в кузови машин.

Крім основного технологічного обладнання, до зерносховища входить допоміжне обладнання. Досягши верхнього рівня зерна в силосі відбувається закривання засувки і зерно перестає надходити в заданий сектор силосу. [13] Подібні засувки виконують процес вивантаження зерна із силосу.



Рисунок 1.6 – Перекидний клапан з електроприводом

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЗЕРНОСХОВИЩЕМ

2.1 Аналіз технологічного процесу зберігання зерна

Технологічний процес зберігання зерна можна представити у вигляді схеми інформаційно – матеріальних потоків СУ-81 6.151.18 С1

2.2 Функціональні задачі керування

Сучасний елеваторний комплекс або зерносховище має у своєму складі велику кількість обладнання і вимагає простого централізованого керування технологічними процесами. Це забезпечується застосуванням сучасних систем автоматизованого управління. [14]

Проаналізувавши схему інформаційно-матеріальних потоків виділимо основні функціональні задачі управління, необхідні для забезпечення матеріальних потоків:

- Завантаження та вивантаження зерна;
- Підтримання відповідної температури зерна;
- Забезпечення прийнятної вологості повітря.

З основних функціональних завдань можна виділити значну кількість підзадач:

1. Визначення рівня зерна у силосі;
2. Керування роботою двигуна конвеєра;
3. Контроль положення стрічки конвеєра;
4. Керування засувками подачі зерна;
5. Контроль обертів двигуна основного вентилятора системи вентилявання;
6. Керування витяжним вентилятором системи аспірації

2.3 Опис контурів керування

2.3.1 Контур підтримки заданої температури в силосі

До завдань контуру керування температури зерна входить отримання миттєвих значень температури в різних точках силосу за допомогою термopідвісок, що включають у собі давачі температури.

Також даним контуром передбачено управління вентилятором с чистим повітрям для регулювання температури зерна, а вентилятором системи аспірації управління здійснюється по показанням давача температури або ж вологості.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При регулюванні температури в силосі слід пам'ятати, що при ввімкненні вентиляторів, разом із температурою буде змінюватись і вологість в силосі, тому необхідно передбачити регулювання, базуючись на двох давачах: температури та вологості.

Також передбачено аналогове управління вентиляторами аспірації та чистого повітря для того, щоб плавно змінювати температуру та вологість в силосі.

Схему контуру керування температурою наведено на рис. 2.1

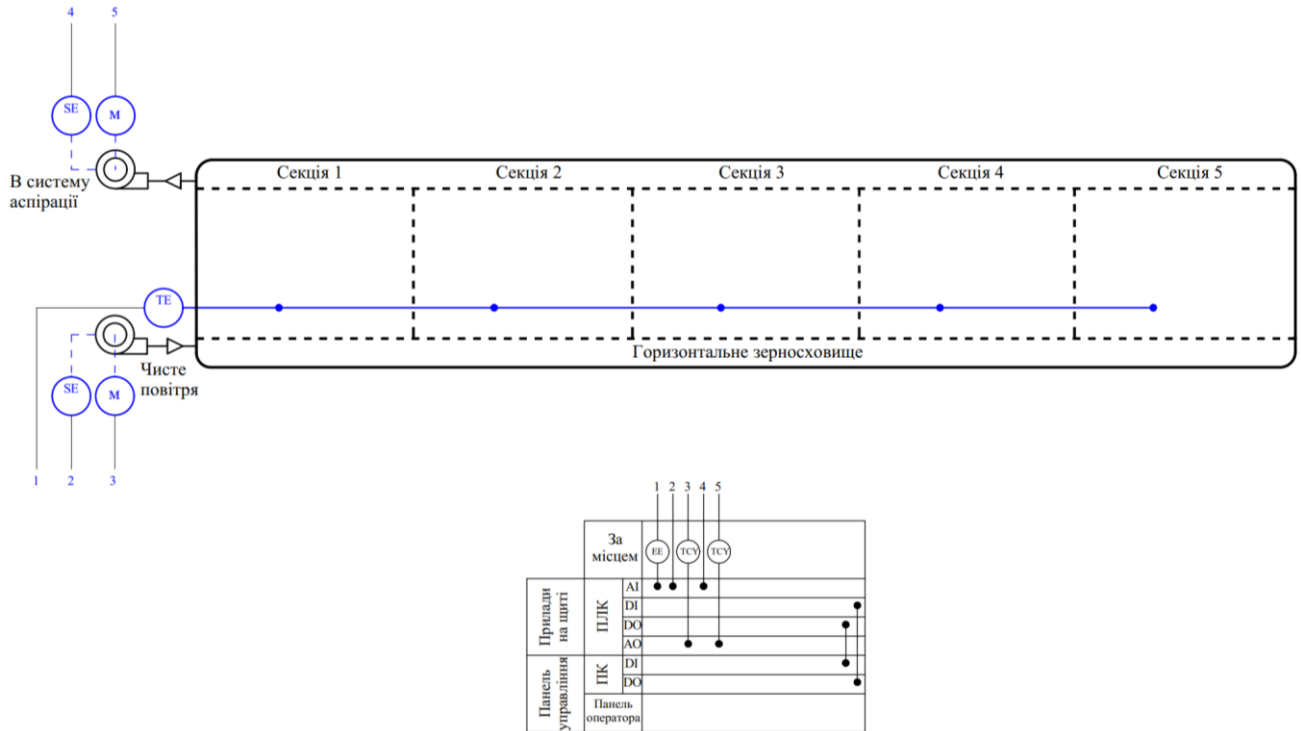


Рисунок 2.1 – Контур керування температурою

2.3.2 Контур регулювання вологості – температури в силосі

Основною задачею контура регулювання вологості повітря (рис. 2.2) є отримання миттєвих значень вологості за допомогою давачів вологості в кожній з 5 секцій зерносховища та керування системою активної вентиляції та почерговим відкриттям засувки для переміщення зерна між секціями для кращої аерації та більш плавного регулювання параметру.

Система повинна бути гнучкою в плані регулювання температури та вологості, так як ці два параметри тісно зв'язані між собою.

Також при ввімкненні засувок перемішування потрібно ввімкнути скребковий транспортер подачі зерна. Передбачено контроль за станом стрічки на транспортері.

Чим зерно вологіше, тим інтенсивніше воно дихає. Інтенсивність дихання дуже сухих зерен (пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи та бобових вологістю до 11-12% та високоолійних вологістю 4...5%) мізерна.

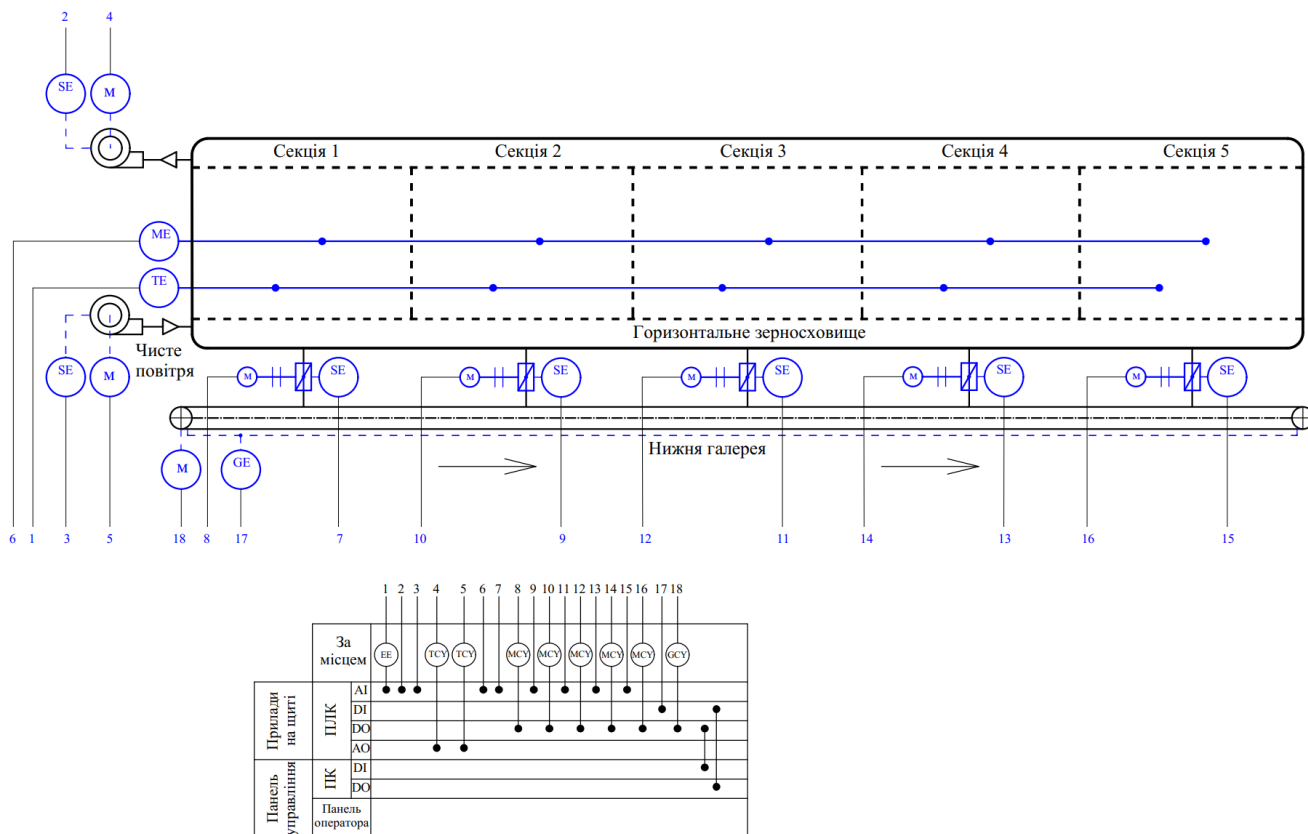


Рисунок 2.2 – Контур керування вологості – температури

2.3.3 Контур регулювання рівня зерна в силосі

Контур регулювання рівня зерна (рис. 2.3) забезпечує загрузку силоса при спрацюванні аналогового датчика рівня. Також до задач контура можна віднести відкриття засувки на загрузку зерна в силос. Передбачено аналоговий контроль положення засувки заповнення зерна.

Також для підтримки рівня необхідно вмикнути верхню галерею (транспортер подачі зерна) для рівномірного розподілення зерна по 5 умовним секціям.

Також на програмному рівні реалізована система заборони подачі зерна в силос, якщо всередині нього показники температури та вологості не відповідають нормі, або ж якщо відкрита хоча б одна засувка на видалення зерна з силосу.

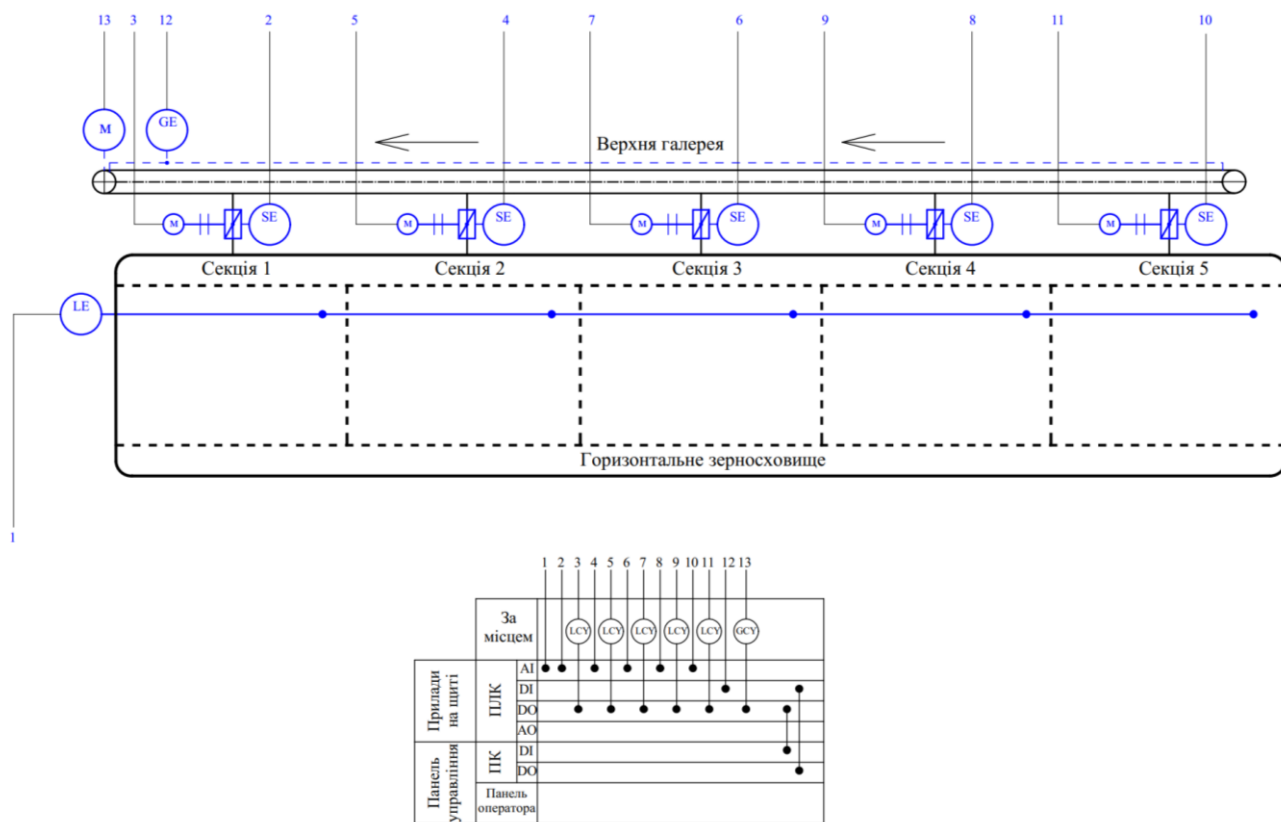


Рисунок 2.3 – Контур регулювання рівня зерна

2.3.4 Контур контролю та керування перекидним клапаном та стрічковими транспортерами (рис 2.4).

Перекидний клапан призначений для перемикання потоків зерна та керування режимом роботи зерносховищем. Основним елементом перекидного клапана є ковш, який залежно від положення визначає шлях потоку зерна. Перекидний клапан встановлюється на вершині норії.

Положення ковша перекидного клапана визначається програмою керування залежно від вибраного режиму роботи. У режимі «Завантаження» та «Перемішування» ковш зафіксовано в одному положенні, а в режимі «Вивантаження» ковш встановлюється в іншому положенні.

У режимі перемішування керування перекидним клапаном виконується від сигналу на включення даного сигналу. У цьому режимі відбувається відкривання всіх заслінок, включення транспортерів. Рух зерна відбувається по замкнутому колу.

У режимі "Завантаження" зерно вивантажується машинами у вивантажувальну яму, потім по норії через перекидний клапан подається на верхній транспортер і через верхні заслінки надходить у секції зерносховища для зберігання.

При активізації режиму «Завантаження» відбувається включення норії, транспортера, відкривання верхніх заслінок та закривання нижніх, переведення перекидного клапана у відповідне положення.

У режимі «Вивантаження» зерно проходить шлях: Секції зерносховища – Нижні заслінки – Нижній транспортер – Норія – Перекидний клапан – Кузов машини. При надходженні сигналу на включення даного режиму, подаються сигнали на включення нижнього транспортера, норії, а також відкривання нижніх заслінок і переведення перекидного клапана в відповідне положення.

Також в даному контрі реалізовано контроль обриву стрічок транспортерів та норії.

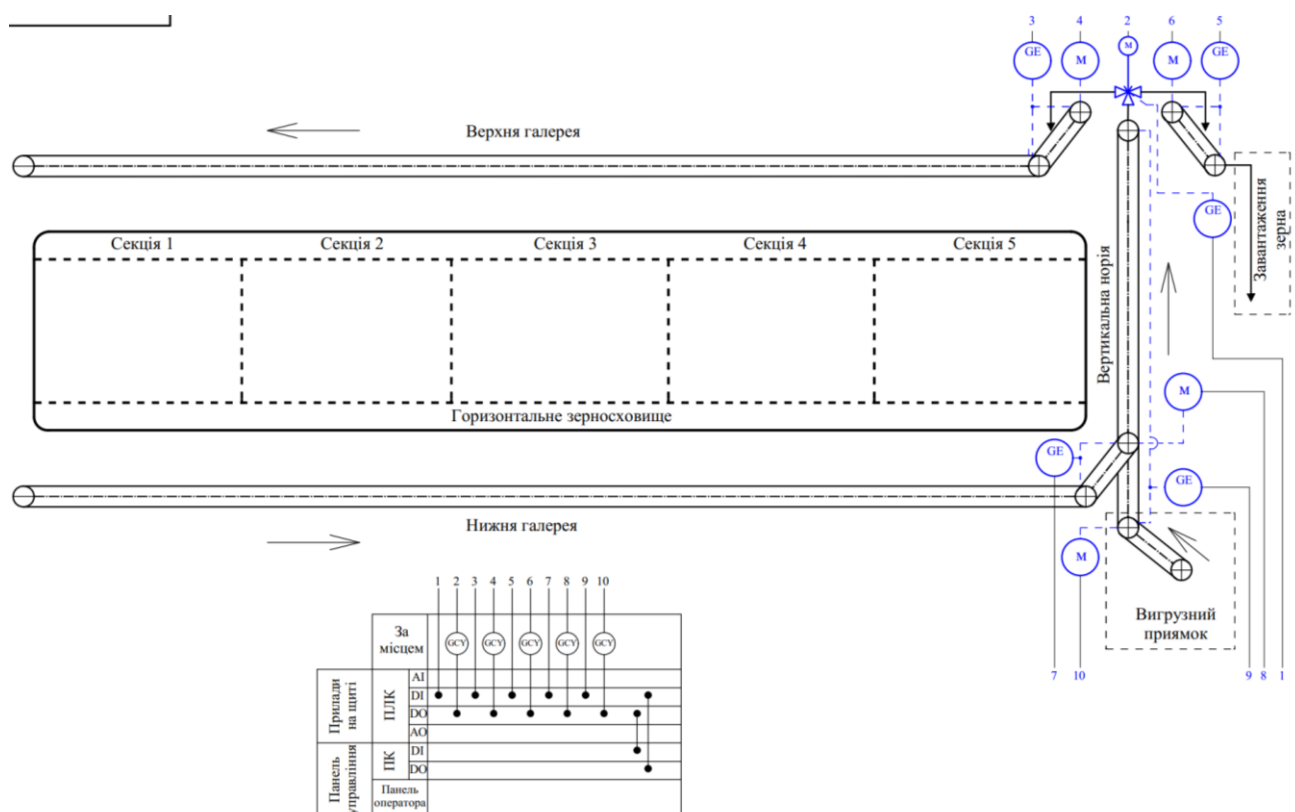


Рисунок 2.4 – Контур контролю та керування перекидним клапаном та стрічковими транспортерами

За результатами аналізу контурів керування, можемо скласти таблицю вхідних та вихідних сигналів див. табл. 1 та 2.

Таблиця 1 – Таблиця вхідних сигналів

Таблиця вхідних сигналів			
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу
1	Рівень зерна	0 – 100%	Аналоговий
2	Температура зерна	-55 – +125 С	Аналоговий
3	Вологість зерна	5 – 95%	Аналоговий
4	Положення вентиляторів	0 – 100%	Аналоговий
5	Сход стрічок транспортера	0 – 1	Дискретний

Таблиця 2 – Таблиця вихідних сигналів

Таблиця вихідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Виконавчий механізм
1	Подача чистого повітря	0 – 100%	Аналоговий	Вентилятор ВЦ 4-75(8 кВт)
2	Відведення повітря в систему аспірації	0 – 100%	Аналоговий	Вентилятор ВРП-4 (5,5 кВт)
3	Керування заслонками завантаження зерна в силос	0 – 1	Дискретний	Засувка рейкова з електроприводом УЗР (2,5 кВт)
4	Керування заслонками вивантаження зерна в силос	0 – 1	Дискретний	Засувка рейкова з електроприводом УЗР (2,5 кВт)
5	Керування стрічками верхнього та нижнього транспортера	0 – 1	Дискретний	Мотор – редуктор РС 80 – NMRV (7,5 кВт)

Продовження таблиці 2

Таблиця вихідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Виконавчий механізм
6	Керування стрічками допоміжних транспортерів	0 – 1	Дискретний	Мотор – редуктор РС 80 – NMRV (4 кВт)
7	Керування стрічкою норії	0 – 1	Дискретний	Мотор – редуктор РС 80 – NMRV (7,5 кВт)
8	Керування перекидним клапаном	0 – 1	Дискретний	Клапан перекидний КОР (Е) (2 кВт)

2.4 Функціональні схема автоматизації

Функціональні схеми автоматизації є основним проєктним документом, що визначає структуру та рівень автоматизації технологічного процесу проєктованого об'єкта та оснащення його приладами та засобами автоматизації (у тому числі засобами обчислювальної техніки).

Функціональні схеми являють собою креслення, на яких за допомогою умовних зображень показують технологічне обладнання, комунікації, органи управління, прилади та засоби автоматизації, засоби обчислювальної техніки та інші агрегатні комплекси із зазначенням зв'язків між приладами та засобами автоматизації, таблиці умовних позначень та пояснення до схеми.

Пропонується схема автоматизації на кресленні СУ-81 6.151.18 С1

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Підбір ПЛК та ПК

В якості ПЛК для системи автоматизованого керування було обрано SIEMENS S7 – 300. Даний контролер задовольняє всі технічні вимоги, є надійним на відміну від аналогів та має адекватну ціну. Перевагами S7 – 3000 є:

- реалізація простих та середніх задач;
- оперативний і простий процес знайомства з контролером;
- зручний у використанні стандартний набір команд і доступні для розуміння принципи програмування дозволяють значно знижувати витрати часу на розробку проектів;
- оперативний і простий процес знайомства з контролером;
- широкий спектр модулів для максимальної адаптації згідно завдання;
- використання локальних та розподілених структур вводу – виводу та проста налагодка мережевої конфігурації;
- зручна конструкція та робота з природним охолодженням;
- висока потужність завдяки наявності великої кількості функцій.

В порівнянні з контролерами попередньої серії (рис 3.1.1), лінійка плк S7 – 300 (рис. 3.1.2.) має більш гнучку мережеву архітектуру та більше можливостей при модернізації існуючої системи управління. Тому і було обрано даний контролер так як повністю задовольняє наші потреби у потужності та кількості необхідних функцій.

Центральный процессор	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
Встроенная загрузочная память:	1 МБ	1 МБ	4 МБ	4 МБ	4 МБ
• расширение	Картой памяти SIMATIC Memory Card емкостью до 2 Гбайт				
Встроенная рабочая память	30 КБ	50 КБ	75 КБ	100 КБ	125 КБ
Энергозависимая память	10 КБ для сохранения данных при перебоих в питании контроллера				
Адресное пространство ввода-вывода	1024 байт на ввод/ 1024 байт на вывод				
Типовое время выполнения	Логических операций - 0.08 мкс; операций со словами - 1.7 мкс; математических операций с плавающей запятой - 2.3 мкс				
ПИД регулирование	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Встроенные скоростные счетчики	6x100 кГц	6x100/30 кГц	6x100/30 кГц	6x100/30 кГц	4x1МГц/6x100 кГц
Импульсные выходы	Только в моделях с транзисторными выходами или при использовании SB 1222				
	4x100 кГц	4x100 кГц	4x100 кГц	4x100 кГц	4x1 МГц/100 кГц
Часы	Встроенные, аппаратные, запас хода 20 суток (1 год с платой буферной батареи)				
Интерфейс PROFINET	1xRJ45, 10/100 Мбит/с				
Максимальная конфигурация	1xSB/CB/BB + 3xCM	1xSB/CB/BB + 3xCM + 2xSM	1xSB/CB/BB + 3xCM + 8xSM	1xSB/CB/BB + 3xCM + 8xSM	1xSB/CB/BB + 3xCM + 8xSM
К-во встроенных каналов:					
• ввода дискретных сигналов	6x24VDC	8x24VDC	14x24VDC	14x24VDC	10x24VDC+4x5VDC
• вывода дискретных сигналов	4	6	10	10	6x24VDC +4x5VDC
• ввода аналоговых сигналов	2x 0...10 В, 10 бит				
• вывода аналоговых сигналов	-	-	-	2x 0...20мА, 10 бит	
К-во каналов на систему, не более:	В системе локального ввода-вывода				
• ввода дискретных сигналов	10	44	146	146	146
• вывода дискретных сигналов	8	42	142	142	142
• ввода аналоговых сигналов	3	19	67	67	67
• вывода аналоговых сигналов	1	9	33	35	35

Рисунок 3.1.1 – ПЛК SIEMENS S7 – 1200

CPU	312	314	315-2 DP	315-2 PN/DP	317-2 DP	317-2 PN/DP	319-3 PN/DP
Рабочая память	32 КБ	128 КБ	256 КБ	384 КБ	512 КБ	1 МБ	2 МБ
Время выполнения операций, мкс:							
• логических	0.1	0.06	0.05	0.05	0.05	0.025	0.01
• с фиксированной точкой	0.32	0.16	0.12	0.12	0.2	0.04	0.02
• с плавающей точкой	1.1	0.59	0.45	0.45	1.0	0.16	0.04
Кол-во флагов/таймеров/счетчиков	1024/128/128	2048/256/256	16384/256/256	16384/256/256	32768/512/512	32768/512/512	65536/2048/2048
Кол-во каналов ввода-вывода, дискретных/ аналоговых, не более	256/64	1024/256	16384/1024	16384/1024	65536/4096	65536/4096	65536/4096
Встроенные интерфейсы	MPI	MPI	MPI + DP	MPI/DP + PROFINET	MPI/DP + DP	MPI/DP + PROFINET	MPI/DP + DP + PROFINET
Кол-во активных коммуникационных соединений, не более	6	12	16	16	32	32	32
Габариты, мм	40x125x130	40x125x130	40x125x130	40x125x130	80x125x130	40x125x130	120x125x130

CPU	312C	313C-2 PtP	313C-2 DP	313C	314C-2 PtP	314C-2 DP	314C-2PN/DP
Рабочая память	64 КБ	128 КБ	128 КБ	128 КБ	192 КБ	192 КБ	192 КБ
Время выполнения операций, мкс:							
• логических	0.1	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
• с фиксированной точкой	0.32	0.2	0.2	0.2	0.016	0.16	0.16
• с плавающей точкой	1.1	0.72	0.72	0.72	0.59	0.59	0.59
Кол-во флагов/таймеров/счетчиков	1024/128/128			2048/256/256			
Кол-во каналов ввода-вывода, - дискретных/ аналоговых, не более	256/64	1008/248	16256/1015	1008/253	1008/253	16048/1006	16048/1006
Встроенные интерфейсы	MPI	MPI + PtP	MPI + DP	MPI	MPI + PtP	MPI + DP	MPI/DP+PN
Кол-во активных коммуникационных соединений, не более	6	8	8	8	12	12	12
Кол-во встроенных							
• дискретных входов/ выходов:	10/6	16/16	16/16	24/16	24/16	24/16	24/16
• аналоговых входов/ выходов:	-/-	-/-	-/-		4 AI (I/U) + 1 AI (Pt100)/2 AO		
Встроенные функции:							
• скоростные счетчики, кГц	2x10	3x30	3x30	3x30	4x60	4x60	4x60
• импульсные выходы, кГц	2x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	4x2.5	4x2.5	4x2.5
• ПИД-регулирование	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
• позиционирование	Нет	Нет	Нет	Нет	По 1 оси	По 1 оси	По 1 оси
Габариты, мм		80x125x 130				120x125x130	

Рисунок 3.1.2 – ПЛК SIEMENS S7 – 300

Програмований логічний контролер SIMATIC S7-300 - призначений для побудови систем автоматизації низького та середнього ступеня складності. Модульна конструкція контролера S7-300, робота з стандартним охолодженням, можливість застосування структур локального та розподіленого вводу-виводу, широкі комунікаційні можливості, безліч функцій, що підтримуються на рівні операційної системи, висока зручність експлуатації та обслуговування забезпечують можливість отримання оптимальних рішень для побудови систем автоматичного керування технологічними процесами у різних галузях промислового виробництва. [15]

Цей продукт згідно з вимогами MEK 61131-3 (IEC 61131-3) має п'ять мов програмування:

- IL (Instruction List) - асемблер-подібна мова;
- ST (Structured Text) - структурований текст (Pascal - подібна мова);
- LD (Ladder Diagram) – мова релейних діаграм;
- FBD (Function Block Diagram) – мова функціональних блоків;
- SFC (Sequential Function Chart) – мова діаграм станів.

На підставі розроблених алгоритмів та певних величин, програма управління буде виконана мовою SFC.

SFC - графічна мова, призначена для написання програм послідовного управління технологічним процесом, що описує його у формі, близькій до діаграми станів.

Основними елементами мови є:

- стани, у яких виконуються певні дії, одночасно можуть бути активні кілька станів, один із станів є початковим;
- Переходи зі стану в стан, для кожного переходу задаються логічна умова переходу до наступного кроку;
- альтернативне розгалуження алгоритму, коли з поточного стану можливі переходи до кількох станів.
- паралельне розгалуження, на відміну від альтернативного, має загальну умову переходу на кілька паралельно працюючих гілок;
- Перехід до заданого стану;
- Зупинення процесу.

В якості ПЛК для системи автоматизованого керування було обрано SIEMENS S7 – 300 (рис 3.1).



Рисунок 3.1 – ПЛК SIEMENS S7 – 300

1. Центральний процесор 6ES7315-2EH14-0AB0 (рис 3.2)

SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP, центральний процесор з 384 КБ, робоча пам'ять, 1-й інтерфейс MPI/DP 12 Мбіт/с, 2-й інтерфейс Ethernet, PROFINET, з 2-портовим комутатором.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Рисунок 3.2 – Модуль центрального процесора CPU 315-2 PN/DP

Технічні характеристики центрального процесора CPU 315-2 PN/DP можемо переглянути в таблиці 3.

Таблиця 3 – Технічні характеристики центрального процесора CPU 315-2 PN/DP

Характеристики	Значення
Живлення	24 В
Споживання струму (номінальне)	750 mA
Споживання струму (режим холостого ходу), тип.	150 mA
Нормальний струм увімкнення	2 А
Інтерфейси:	
Число інтерфейсів Industrial Ethernet 1; 2 порти (комутатор) RJ45	1
Число інтерфейсів RS 485 1; комбінований MPI/PROFIBUS DP	1
Адресна область:	
Входи	2 048 byte
Виходи	2 048 byte
у тому числі децентралізованих:	
Входи	2 048 byte
Виходи	2 048 byte

2. Аналоговий вхідний модуль 6ES7331-7NF10-0AB0 (рис. 3.3)



Рисунок 3.3 – Модуль вводу аналогових сигналів SM 331

Технічні характеристики модуля SM 331 [17] можемо переглянути в таблиці 4.

Таблиця 4 – Технічні характеристики модуля SM 331

Характеристики	Значення
Кількість входів	8
Живлення	24 В
Потужність	3 Вт
Діапазони уніфікованого сигналу:	
По напрузі	+/-5/10V,1-5V
По струму	+/-20mA,0/4-20mA
Час інтеграції та перетворення/роздільна здатність на канал:	
Роздільна здатність із перевищенням діапазону (біт, включаючи знак), макс.	16 біт
Час інтеграції	23 / 72 / 83 / 95 мс

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

25

3. Аналоговий вихідний модуль 6ES7332-7ND02-0AB0 (рис. 3.4)



Рисунок 3.4 – Модуль виводу аналогових сигналів SM 332

Технічні характеристики модуля SM 332 [18] можемо переглянути в таблиці 5.

Таблиця 5 – Технічні характеристики модуля SM 332

Характеристики	Значення
Кількість виходів	4
Живлення	24 В
Потужність	4 Вт
Діапазони уніфікованого сигналу:	
По напрузі	+/-5/10V, 1-5V, -10V - +10V
По струму	+/-20mA, 0/4-20mA
Час інтеграції та перетворення/роздільна здатність на канал:	
Роздільна здатність із перевищенням діапазону (біт, включаючи знак), макс.	16 біт
Вихідна напруга, струм короткого замикання, макс.	40 мА

4. Дискретний вхідний модуль 6ES7332-7ND02-0AB0 (рис. 3.5)



Рисунок 3.5 – Модуль вводу дискретних сигналів SM 321

Технічні характеристики модуля SM 321 можемо переглянути в таблиці 6.

Таблиця 6 – Технічні характеристики модуля SM 321

Характеристика	Значення
Кількість входів	16
Живлення:	24 В
для сигналу «0»	-5 до +30В
для сигналу «1»	-13 до -30В
Потужність, Вт	3.5
Допустимий вхідний струм, мА	7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

27

5. Дискретний вихідний модуль 6ES7322-1BL00-0AA0 (рис. 3.6)



Рисунок 3.6 – Модуль виводу дискретних сигналів SM 322

Технічні характеристики модуля SM 322 можемо переглянути в таблиці 7.

Таблиця 7 – Технічні характеристики модуля SM 322

Характеристика	Значення
Кількість виходів	32
Живлення	24 В
Вихідний струм:	
для сигналу «1» номінальне значення 0,5 А	0,5 А
для сигналу "0" залишковий струм, макс. 0,5 мА	0,5 мА
Захист від короткого замикання	1 А
Потужність, Вт	6.6
Допустимий вхідний струм, мА	7

6. Блок живлення 6ES7307-1EA01-0AA0 (рис. 3.7)

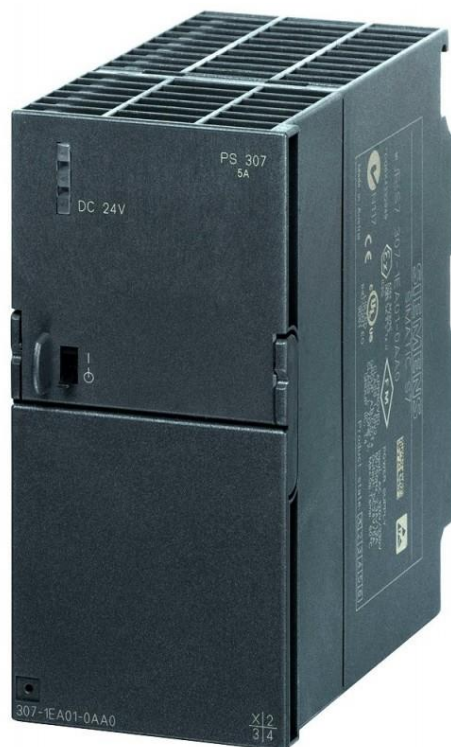


Рисунок 3.7 – Блок живлення PS307

Технічні характеристики блока живлення PS307 можемо переглянути в таблиці 8.

Таблиця 8 – Технічні характеристики блока живлення PS307

Характеристика	Значення
Вхідні дані:	
тип електромережі	1-фазний змінний струм
Напруга живлення при змінному струмі:	
початкове значення	Автоматичний вибір діапазону напруга живлення
1 – й режим	при номінальному значенні змінного струму 120 В
2 – й режим	при номінальному значенні 230 В змінного струму
Вхідна напруга:	
1 – й режим	при 85 ... 132 В змінного струму
2 – й режим	при 170 ... 264 В змінного струму
Вихідні дані:	
крива напруги на виході	Керована ізольована напруга постійного струму
вихідна напруга при номінальному значенні постійного струму	24 В
Вихідний струм:	
номінальне значення	5 А
номінальний діапазон	0 ... 5 А
Виведена активна потужність типова	120 Вт

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

29

7. Монтажна шина 6ES7390-1AE80-0AA0 (рис. 3.8)



Рисунок 3.8 – Монтажна шина S7-300

Промисловий комп'ютер (ПК) – це комп'ютер, який повинен забезпечувати роботу усіх програмних засобів у промисловому технологічному процесі на підприємствах. Оскільки ПК зазвичай працюють в важких умовах, тому їх корпуси зазвичай повинні бути захищені від зовнішніх факторів, таких як:

- підвищена вібрація та удари;
- різкі перепади температур навколишнього середовища;
- підвищена волога, взаємодія з водою, пил.

В якості ПК обираємо Siemens [16] SIMATIC IPC647E (рис 3.9) (6AG4112-3FA02-4AX1).



Рисунок 3.9 – Siemens SIMATIC IPC647E

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переглянути технічні характеристики ПК SIMATIC IPC647E можна в таблиці 9.

Таблиця 9 – Технічні характеристики промислового комп'ютера SIMATIC IPC647E

Характеристика	Значення
Інтерфейси	- 3 x LAN 10/100/1000 Mbit/s Ethernet interface. - 4x USB3.1 Gen2 (Type A), 2x USB3.1 Gen2 (Type C) на задній панелі; 2 порти USB3.1 Gen1 (тип A) на передній панелі; 1 вбудований порт USB3.1 Gen2 (тип A); 1x внутрішній слот M.2;
Процесори	- Core i5-8500 (6C/6T, 3,0 (4,1) ГГц, 9 МБ кеш-пам'яті, ТБ, АМТ); Плата 4 слоти: 2x PCIe x16 (8), 1x PCIe x16 (4), 1x PCIe x16 (1);
Оперативна пам'ять	16 ГБ DDR4 SDRAM (2x 8 ГБ), двоканальний
Розширення графіки	- PCI-Express графічна карта x16, (з підтримкою двох моніторів: 2 x VGA або 2 x DVI-D з адаптером), 256 МБ, дозвіл до 2048 x 1536 пікселів, 75 Гц, 32-бітний колір; - Адаптер для кабелю (DVI-I в VGA) для вбудованого графічного інтерфейсу (1 x VGA) для підключення монітора з аналоговим входом.
Накопичувачі	- 1 TB HDD 3.5" SATA
ОС	- Windows 10 Enterprise 2016 LTSC, Multi Language (En, De, Fr, It, Sp), 64 bit [for Core i3/i5]

ПЛК та ПК спілкуються по протоколу INDUSTRIAL ETHERNET (PROFINET). Схему електричну принципову підключення до ПЛК зображено на кресленні СУ-81 6.151.18 С1.

3.2 Підбір давачів

В якості давача рівня використовується рівнемір марки VEGAFLEX 82 (рис 3.10) з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА. Принцип дії датчиків даної марки заснований на тому, що високочастотні мікрохвильові імпульси поширюються вздовж стержневого або тросового зонда, зануреного в рідке або сипуче середовище, що вимірюється, і відбиваються від її поверхні.

Виходячи з часу поширення імпульсу від випромінювання до прийому та заданої висоти ємності, рівнемір визначає відстань до поверхні продукту та розраховує рівень заповнення.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікрохвильові рівнеміри працюють незалежно від шуму, коливань тиску або температури, змін щільності, пари чи пилу. Наліпання на зонді чи стінках ємності не впливають на вимірювання.



Рисунок 3.10 – Рівнемір VEGAFLEX 82

Таблиця 10 – Характеристики рівнеміра VEGAFLEX 82

Характеристика	Значення
Застосування	легкі або важкі сипучі продукти
Виконання:	змінний тросовий зонд (ø 4 мм, ø 6 мм або ø 11 мм), змінний стрижневий зонд (ø 16 мм);
Діапазон виміру	трос до 75 м, стрижень до 6 м;
Приєднання	G ³ / ₄ , NPT або фланці від DN25, 1";
Робоча температура	-40...+200 °C
Робочий тиск	-1...+40 бар (-100...+4000 кПа
Точність виміру	± 2 мм
Тип сигналу	4 – 20 мА, струмова петля
Живлення	24 В

Для вимірювання вологості зерна використовується мікрохвильовий датчик марки FIZEPR-SW100 (рис 3.11). Принцип роботи вологоміра ґрунтується на зондуванні середовища радіохвилями метрового діапазону.

Вибір діапазону обумовлений тим, що довжина хвилі повинна перевищувати розміри гранул досліджуваного матеріалу, інакше сигнал, що зондує, буде послаблюватися і розсіюватися на неоднорідностях.

Прилад складається з електронного блоку та давача. Давач вологоміру містить зонд, виконаний у вигляді трубки нержавіючої сталі діаметром від 14 до 30 мм.

Таке рішення обумовлює міцність і довговічність датчика, стійкість до механічних навантажень, ударів, стирання абразивними матеріалами.



Рисунок 3.11 – Вологомір FIZEPR-SW100 з електронним блоком

Таблиця 11 – Характеристики вологоміра FIZEPR-SW100

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювання вологості	0...100%
Абсолютна похибка вимірювання у діапазоні вологості:	
0...6%	0,3%
6...8%	0,4%
8...10%	0,5%
10...20%	1%
20...50%	2,5%
50...100%	5%
Діапазон вимірювання діелектричної проникності	1...100 %
Діапазон робочих температур експлуатації датчика	-20...145°C
Вимірювальний діапазон калібрування датчика	5...80°C
Вихідний інтерфейс цифровий струмовий	RS485 Modbus RTU, 4 - 20mA
Напруга живлення електронного блоку: номінальне допустиме	24В
Довжина кабелю зв'язку між датчиком та електронним блоком	2...4м

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

33

Для вимірювання температури зерна використовується термопідвіска ТП-ДМ (рис 3.12).

Термопідвіска ТП-ДМ (рис. 3.12) має діаметр 12 мм та є первинним вимірювальним приладом, призначеним для безпосереднього контактного вимірювання температури зернопродуктів в силосах елеваторів, підлогових складах, металевих ємностях. [19]

Конструктивно термопідвіска виконана у вигляді гладкого кабелю з елементами кріплення на кінцях: зовні поліетиленова оболонка, далі набір вантажонесучих сталевих дротів, під ними поліетиленова трубка, всередині якої розміщується шлейф з цифровими датчиками температури DS18b20 виробництва компанії Maxim Integrated.

Термопідвіска може містити від 1 до 24 датчиків в залежності від її довжини та області застосування.

Для підключення термопідвісок до системи автоматизації використовується електронний блок БИТ-12Д- 24 з можливістю підключення до 24 термопідвісок ТП-ДМ. Живлення блоку – 24В постійної напруги.

Термопідвіски зі ступенем захисту оболонки IP54 мають декілька давачів температури встановлених через однакову відстань



Рисунок 3.12 – Термопідвіска ТП-ДМ

Таблиця 12 – Характеристика термopідвіски ТП-ДМ

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювань	- 40 до + 100 С
Основна похибка вимірювань	1,5 %
Кількість давачів	До 24
Діаметр	12 мм

Для контролю справності транспортерів оберемо давачі контролю сходу стрічки ДКСЛ – Н – 03 (рис. 3.13)

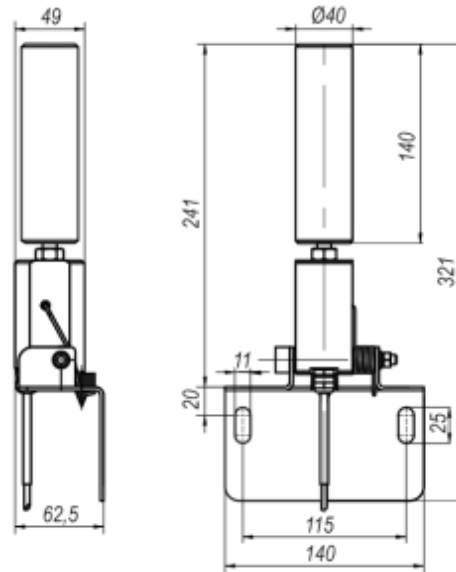


Рисунок 3.13 – Давач сходу стрічки ДКСЛ – Н – 03

Таблиця 13 – Технічні характеристики давача РОСМА РПД-Д

Характеристика	Значення
Кут спрацьовування	20 град.
Комутована потужність	30 Вт
Ступінь захисту	IP67
Напруга	24 В

3.3 Підбір виконавчих механізмів

Вентилятор – основна частина вентиляційної системи. Для використання в бункерах для зерна зазвичай використовуються промислові радіальні вентилятори низького тиску.

Для забезпечення повної активної вентиляції зерна найкраще використовувати вентилятор ВЦ 4-75 (рис. 3.14). Даний вентилятор обладнаний асинхронним двигуном АИР

132 М2 (рис. 3.15) та частотним перетворювачем INVT CHV160A-011-4 (рис 3.16) для керування обертами двигуна. [20].



Рисунок 3.14 – Вентилятор ВЦ 4-75

Таблиця 13 – Технічні характеристики вентилятора ВЦ 4-75 з двигуном АИР 132 М2 [21]

Характеристика	Значення
Тип	Асинхронний
Продуктивність	15200 м ³ /год
Тиск	2100 Па
Потужність	11 кВт
Частота обертів	3000 об/хв
Струм	22 А
Захист	IP 54
Напруга, В	380
КПД, %	92,8



Рисунок 3.15 – Двигун АІР 132 М2

Таблиця 14 – Технічні характеристики частотного перетворювача INVT CHV160A-011-4

Характеристика	Значення
Число фаз/напруги на вході/виході	3 фази / 380В; 50/60Гц
Пусковий момент	0.5 Гц 180%
КПД	90%
Кількість аналогових вх/вих	По 2
Кількість дискретних входів	8
Кількість дискретних виходів	3
Частота	50 Гц
Потужність	11 кВт
Вхідний струм (номінал)	25 А



Рисунок 3.14 – Перетворювач частоти INVT CHV160A-011-4

Витяжний вентилятор системи аспірації призначений для видалення із зерносховища легкозаймистих частин, таких як: зерновий пил, сміття і т.д.

Для виконання поставленої задачі найкраще підходить вентилятор ВРП-4 (рис. 3.15) з електродвигуном АІР100L2 (рис. 3.16) та частотним перетворювачем INVT GD300-5R5G-4 (рис. 3.17). [22]

Частотний перетворювач в системі аспірації потрібен для плавного регулювання обертами двигуна.

					<i>СУ-81 6.151.18.ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.15 – Вентилятор системи аспірації ВРП-4



АИР 100L2
5,5 кВт - 3000 об/мин

Рисунок 3.16 – Електродвигун АИР100L2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

39

Таблиця 15 – Технічні характеристики вентилятор ВРП-4 з електродвигуном АИР100L2

Характеристика	Значення
Тип	Асинхронний
Продуктивність	6200 м3 /год
Тиск	1200 Па
Потужність	5,5 кВт
Частота обертів	3000 об/хв
Струм	14 А
Захист	IP 54
Напруга, В	380
КПД, %	90



Рисунок 3.17 – Частотний перетворювач INVT GD300-5R5G-4

Таблиця 16 – Технічні характеристики частотного перетворювача INVT GD300-5R5G-4

Характеристика	Значення
Число фаз/напруги на вході/виході	3 фази / 380В; 50/60Гц
Пусковий момент	0.5 Гц 180%
КПД	90%
Кількість аналогових вх/вих	По 2
Кількість дискретних входів	8
Кількість дискретних виходів	3
Частота	50 Гц
Потужність	5,5 кВт
Вхідний струм (номінал)	16 А

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

40

Для регулювання рівня в силосі використовуємо рейкові заслінки УЗР - 400 (рис. 3.18). Дані заслінки можуть комплектуватися різними типами двигунів з редукторами, а також опціонально встановлення аналогового або дискретного давача положення заслінки.



Рисунок 3.18 – Рейкова заслінка УЗР-400

Таблиця 17 – Технічні характеристики рейкової засувки УЗР – 400

Характеристика	Значення
Перетин	450 x 450 мм
Час відкривання засувки	11 сек
Потужність	2,5 кВт

Для керування стрічками транспортерів застосуємо двигун – редуктор РС 80 – NMRV 75 (рис. 3.19). Компактний і багатофункціональний одноступінчастий мотор-редуктор.

Таблиця 18 – Технічні характеристики двигуна – редуктора РС 80 – NMRV 75

Характеристика	Значення
Потужність двигуна	7,5 кВт
Передаточне число	25
Напруга	220 В
Пусковий струм	20 А
Номінальний струм	10 А

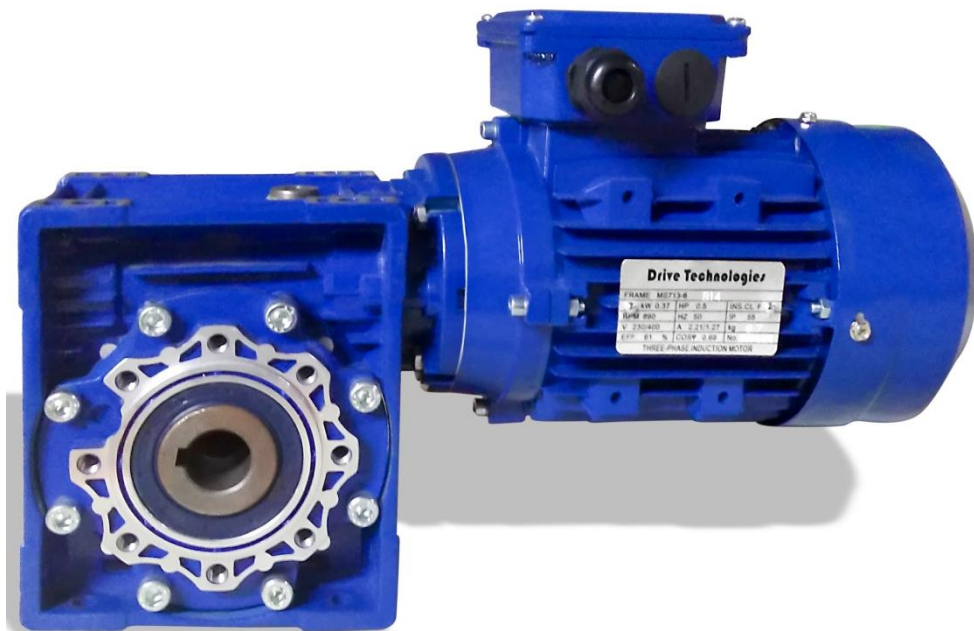


Рисунок 3.19 – Двигун – редуктор PC 80 – NMRV 75

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.18.ПЗ

Арк.

42

РОЗДІЛ 4 SCADA – СИСТЕМА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЗЕРНОСХОВИЩА

4.1 Поняття SCADA

SCADA (supervisory control and data acquisition, система диспетчерського управління та збору даних) – це комп'ютерний додаток, який потрібен для моніторингу та керування технологічними процесами на виробничих підприємствах на високому диспетчерському рівні.

4.2 Вибір програмного забезпечення (ПЗ) та розробка мнемосхеми [23]

Для створення системи SCADA системи було обрано ПЗ «Zenon» від виробника Coda Data.

На рис. 4.1. зображено дерево проекту, панель інструментів, тощо. [24]

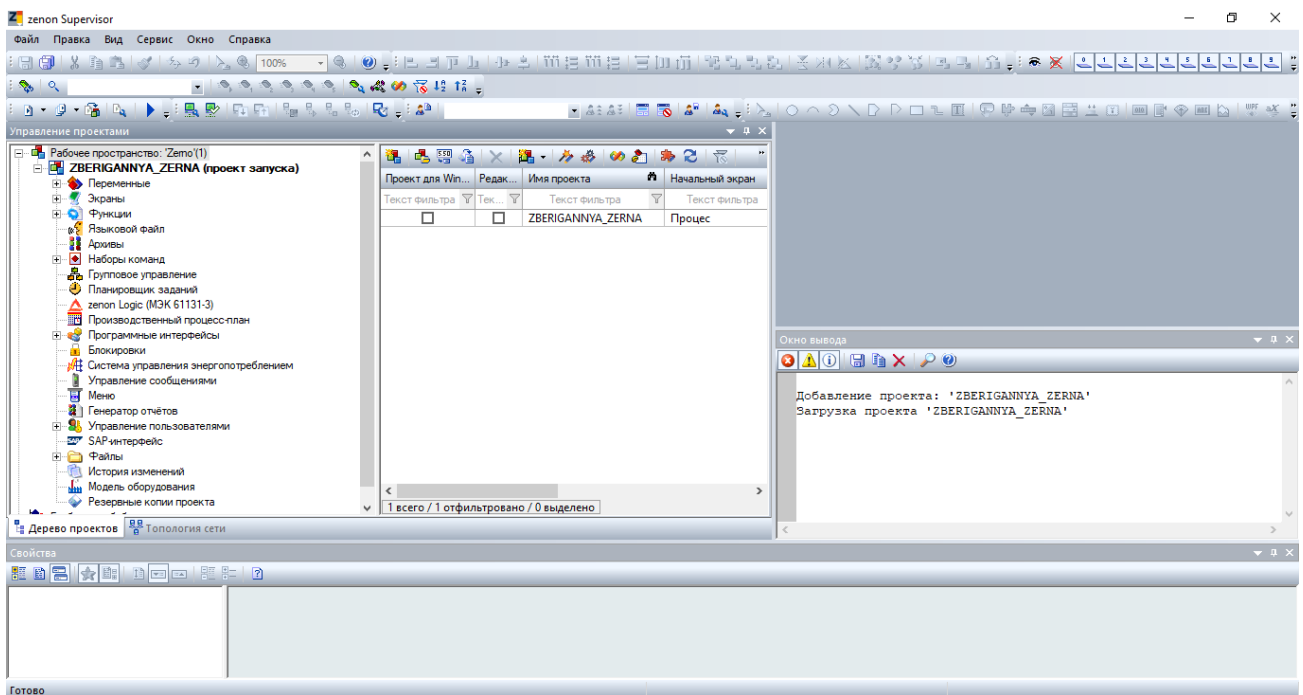


Рисунок 4.1 – Интерфейс Zenon

На рис. 4.2 зображено перелік діючих екранів. На екрані «Процес» відображено сам основний процес (зберігання зерна), екран «Навігація» потрібен для орієнтування в даному людині – машинному інтерфейсі, екран «Тривоги» призначений для відображення тривог, які виникають в процесі експлуатації зерносховища, та екран «Архів» - для відображення архівних даних процесу.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

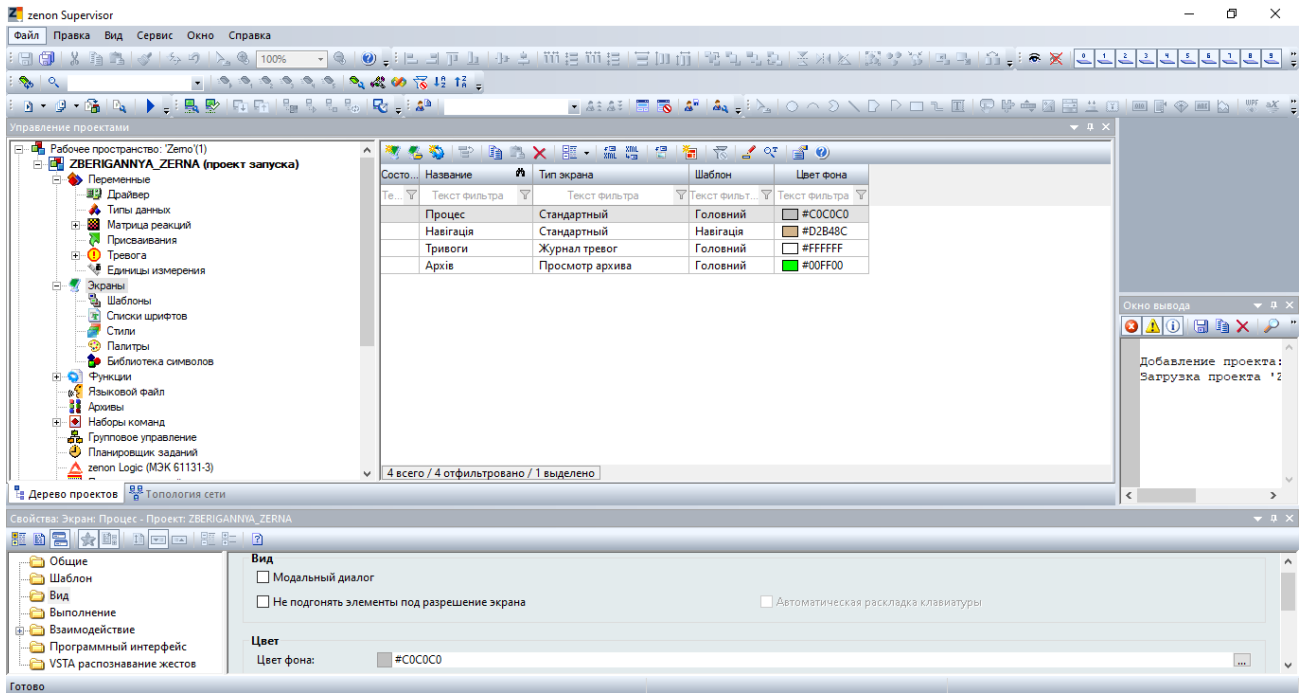


Рисунок 4.2 – Перелік робочих екранів

На рис. 4.3. та рис. 4.4. відображено перелік активних змінних проекту. Також вказано тип даних та одиниці виміру і шкали.

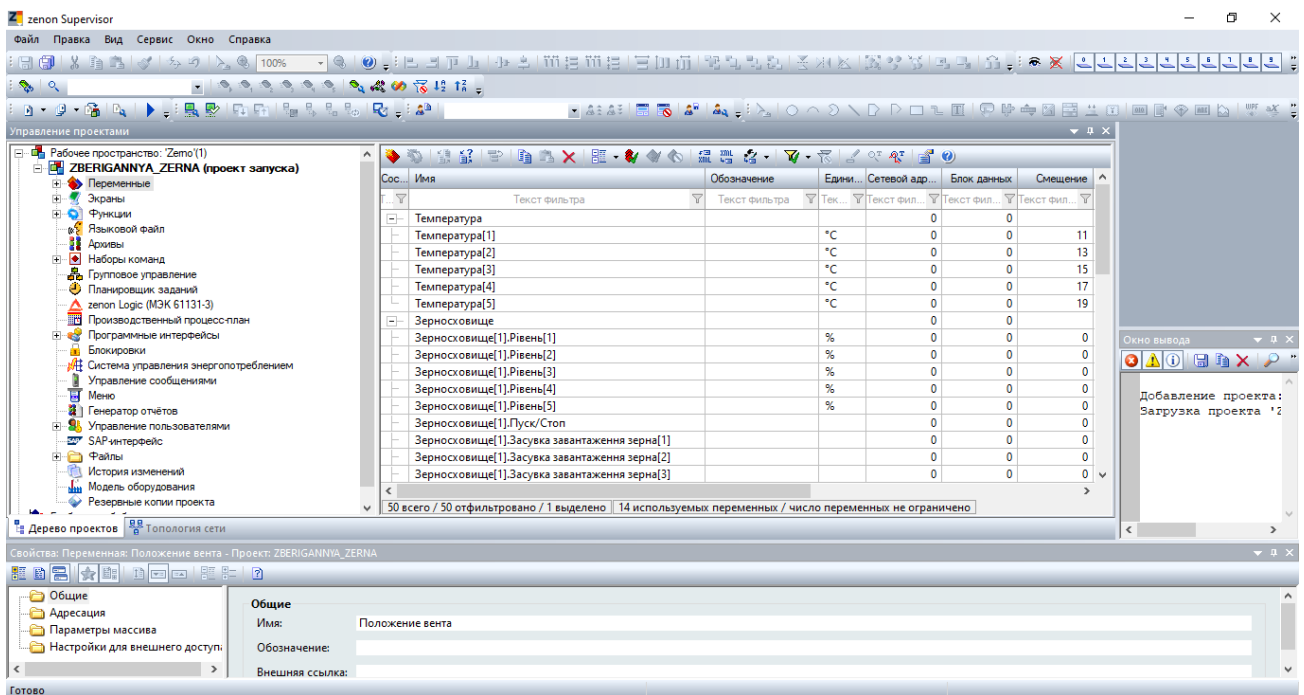


Рисунок 4.3 – Перелік змінних проекту

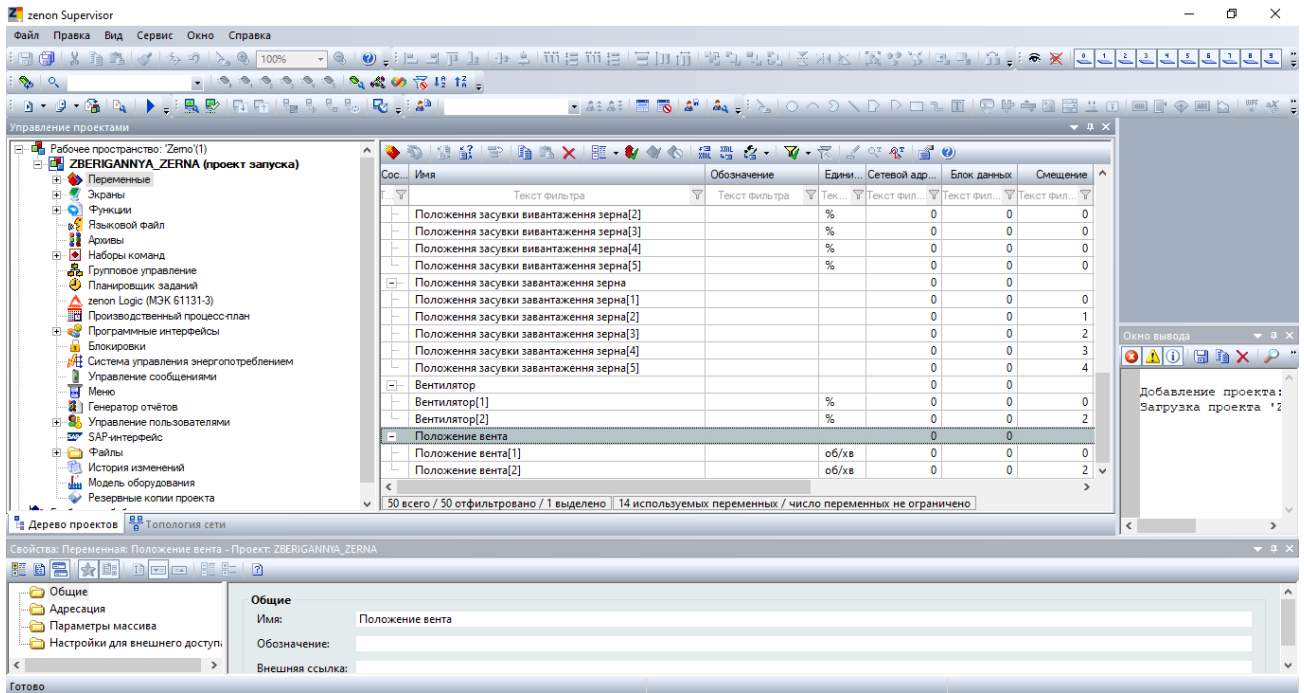


Рисунок 4.4 – Продовження переліку змінних проекту

На рис. 4.5. зображено робочий процес створення скادا системи для автоматизації зберігання зерна в горизонтальному силосі.

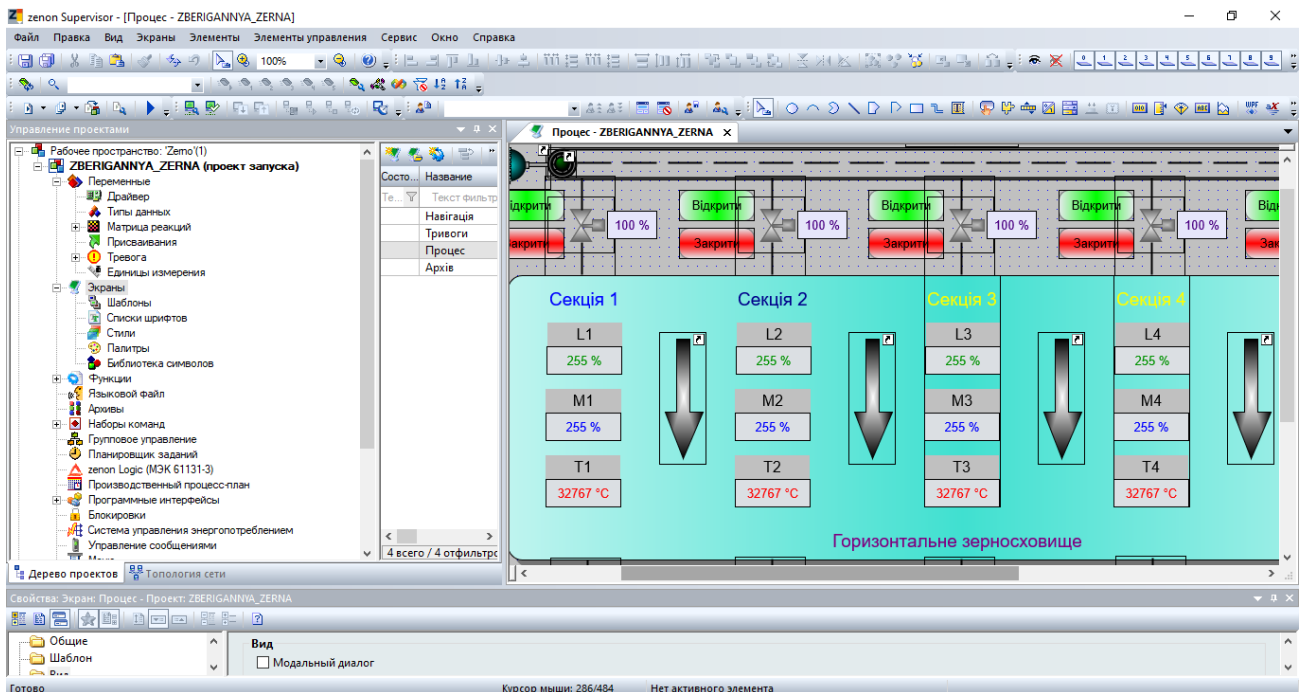


Рисунок 4.5 – Робочий процес створення скادا системи

На рис. 4.6. зображено готовий проєкт в режимі «Вивантаження». Ми можемо бачити положення вентиляторів та шиберних засувок, а також можемо в ручному режимі керувати двигунами стрічок.

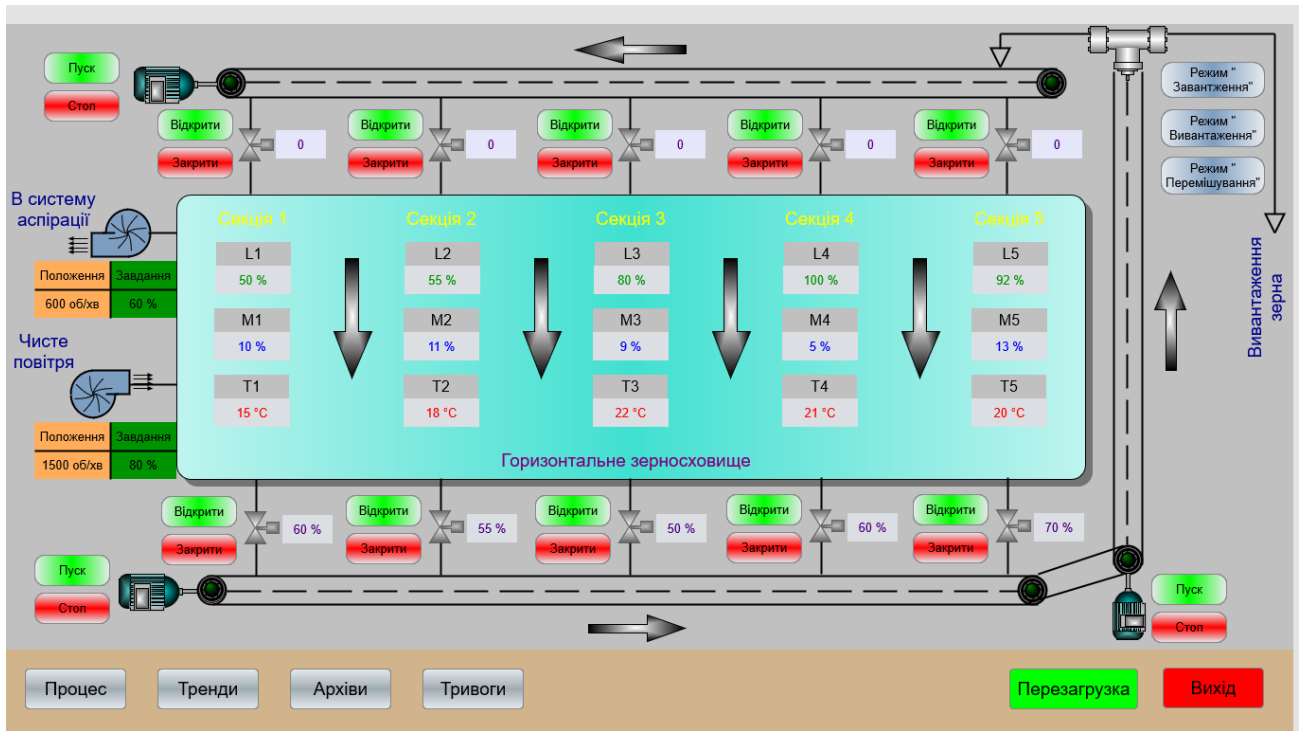


Рисунок 4.6 – Режим роботи «Вивантаження»

На рис. 4.7. зображено виконання режиму «Завантаження».

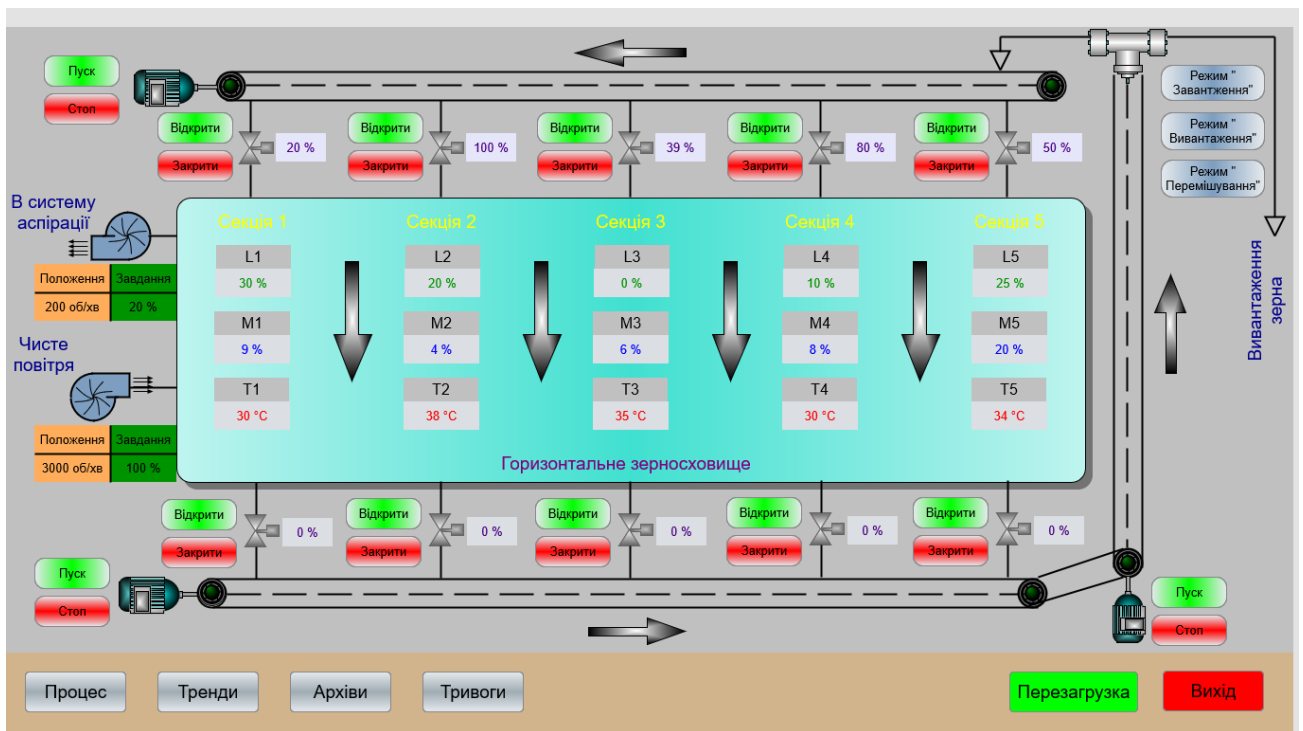


Рисунок 4.7 – Режим «Завантаження»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

Завдання автоматизації комплексу по зберіганню зерна на сьогоднішній день є досить актуальним. Сучасні засоби АСУ ТП зернопереробних підприємств забезпечують зниження втрат при зберіганні і переробці зерна, заощадження енергоресурсів зернопереробних підприємств, елеваторів, мінімізацію впливу людського фактора, ризиків виникнення аварійних ситуацій роботи автоматизованих технологічних комплексів по зберіганню і переробці зерна.

Останні розробки в області АСУ ТП зернопереробної галузі дають можливість автоматично прогнозувати процес самозігрівання зерна, що є дуже необхідним в забезпеченні підвищення ефективності зберіганню зерна

У дипломному проєкті було розроблено систему автоматизованого керування зерносховищем. а саме проведено аналіз об'єкта:

В результаті аналізу технологічного процесу було розроблено схему інформаційно – матеріальних потоків. З її використанням розроблено функціональну схему автоматизації. Детально розглянуті окремі контури керування: рівня, температури та вологості зерна або споріднених культур в горизонтальному силосі. Також було реалізовано контур регулювання обертами двигуна вентиляторів системи аспірації та чистого повітря. Були використані давачі сходу стрічок транспортера для контролю за процесом завантаження.

Обрані технічні засоби автоматизації, а саме: датчики температури, вологості, та рівня, виконуючі механізми - двигуни, засувки, вентилятори. Був обраний програмований логічний контролер (SIEMENS SIMATIC S7-300) з необхідними модулями. Розроблено схему електричну приципову підключення до ПЛК.

Для розробки SCADA було обрано програмне забезпечення «Zenon», фірми Coda Data.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Е.М.Вобликов. Технология элеваторной промышленности: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2020. – 384 с
2. Галкін П. В., Ключник І. І. Програмування ПЛК в CODESYS : навчальний посібник. Харків : ФОП Панов А. М., 2019. 92 с.
3. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників / Н. М. Осокіна, І. І. Мостов'як, О. П. Герасимчук, В. В. Любич та ін. – Умань; Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2019. – 248 с
4. ДСТУ Б А.2.4-16 – 2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів. Автоматизації в схемах. Введеній у 2008 році зі скасуванням ГОСТ 21.404-85.
5. Активне вентилявання та сушіння зерна [Текст] : навч. посіб. / О. І. Гапонюк, М. В. Остапчук, Г. М. Станкевич, І. І. Гапонюк. – Одеса: ВМВ, 2014. – 326 с.
6. Подпратов Г. І, Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. – К.: Аграрна освіта, 2014. – 393 с.
7. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздєв; ред.О.В. Дацишина. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 488с
8. Сільськогосподарські будівлі та споруди [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-44/16.htm>
9. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А. Я. Соколов, В. Ф. Журавлев. - М.: Колос, 2014. – 445с.
10. Пузік Л. М. Технологія зберігання і переробки зерна. / Л. М. Пузік, В. К. Пузік. – Х.: Точка, 2013. – 311 с.
11. Занько М. Правильний контроль зерна під час зберігання / М. Занько // Пропозиція. – 2015. – С. 104 – 107.
12. Трисвятский Л. А. Хранение зерна / Л. А. Трисвятский – М.: Агропромиздат, 2013. – 351 с.
13. Автоматизація елеваторів та зерносховищ [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.elevatorasu.com/asu tp/automation.php](http://www.elevatorasu.com/asu_tp/automation.php)
14. Норенков И.П. Системы промышленной автоматизации. // Информационные технологии. №11. – 2001. – С.7 – 14.

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Куцик А. С., Місюренко В. О. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 200с.

16. General technical specification SIMATIC IPC647E [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10224666?tree=CatalogTree>.

17. Datasheet SIEMENS SM 331 [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ru/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatsheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6ES7223-1BH32-0XB0%26language%3Den>

18. Datasheet SIEMENS SM 321 [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу до ресурсу: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ru/Catalog/DatasheetDownload?downloadUrl=teddatsheet%2F%3Fformat%3DPDF%26caller%3DMall%26mlfbs%3D6AG1234-4HE322XB0%26language%3Den>

19. Давачі температури ТМ [Електронний ресурс]. – 2019. - Режим доступу до ресурсу: <https://prosfimann.com.ua/imsages/companies/1/PsDF/MBT%203560.pdf?1592907540313>

20. Вентилятор високої продуктивності [Електронний ресурс]. – 2017. - Режим доступу до ресурсу: <https://vent-a.com.uga/pr3876-vc-14-46-%E2%84%968-sg-dv.%C2%A055-kvt-1000-ob.min/>

21. Двигуни великої потужності [Електронний ресурс]. – 2018. - Режим доступу до ресурсу: https://xn--80aqy.com.dua/katalog_elektrovdigatelei_air/air-250dm6-55-kvt-1000-ob-min/

22. Перетворювач частоти 11 кВт [Електронний ресурс]. – 2017. - Режим доступу до ресурсу: <https://invt.com.ua/p1s000674244-preobrazovatel-chastoty-1115.htm>

23. Програмне забезпечення Zenon [Електронний ресурс]. – 2021. - Режим доступу до ресурсу: <http://copa-data-zenon.com.ua/>

24. Кангин В. В. Разработка SCADA–систем. Программные аспекты. – Lambert Academic Publishing, 20

					СУ-81 6.151.18.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

