

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

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

«04» червня 2024 р.

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

«04» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації процесу зберігання та
транспортування зерна

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

Собіна Максим Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Мацебула Дмитро Валерійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Олег Коробцов
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Собіні Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації зберігання та транспортування зерна

керівник роботи ст. викл. Мацебула Дмитро Валерійович

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

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

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. _____
3. Креслення встановлення технічного засобу. _____

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Максим СОБІН

_____ (підпис)

Керівник роботи Дмитро МАЦЕБУЛА

_____ (підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу зберігання та транспортування зерна.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – індуктивного датчика IFM IGS209, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програма для управління процесом транспортування зерна. Програма розроблена для ПЛК М340 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпеченні UNITY PRO XL та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Ключові слова: зерно, транспортування, М340, IFM.

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

Annotation

This qualification paper deals with the development of a system for automating the process of grain storage and transportation.

The qualification paper presents a description of the technological process, tasks for the automation system, an automation scheme, a specification of technical means of automation, an assembly diagram of a technical means of automation – an inductive sensor IFM IGS209, a scheme for connecting sensors and actuators to a PLC, and extended schemes for connecting a technical means.

An algorithm and a program for managing the grain transportation process have been developed. The program was developed for the M340 PLC by Schneider Electric. The SCADA-program interface of the technological process is developed in the UNITY PRO XL software, and the display mnemonic view is presented in the note.

Keywords: grain, transportation, M340, IFM.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	16
Розділ 2. Система автоматизації	17
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	17
2.2. Схема автоматизації	34
2.3. Специфікація засобів автоматизації	37
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	39
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	39
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	41
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	42
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	45
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	47
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	56
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних UNITY PRO XL	56
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	57
Висновки	58
Список використаної літератури	59

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

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.

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.

Сучасний зерновий термінал є складною комбінацією взаємопов'язаних технологічних операцій, в яких бере участь цілий комплекс різного обладнання та механізмів. Дрібна неполадка або збій в одній ланці ланцюжка, які не

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

помічені вчасно, можуть стати причиною зупинки всієї лінії, і як наслідок, обернутися втратою прибутку для підприємства.

Оснащення автоматизованою системою управління (АСУ) елеватора дозволить уникнути цих та багатьох інших проблем, пов'язаних із розширенням потужностей та збільшенням виробничого потенціалу підприємства, та забезпечить безперебійну, ефективну роботу всього зернового комплексу.

Автоматизована система управлінням технологічним процесом (АСУ ТП) елеватора дозволяє в повністю автоматичному режимі ефективно вирішувати цілу низку важливих завдань, серед яких:

- автоматизоване управління процесами прийому, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна;
- автоматизація збору, обробки та надання достовірної інформації про стан обладнання елеваторного комплексу оперативному та диспетчерському персоналу для контролю та прийняття рішень;
- забезпечення виконання планових завдань із транспортування вантажу з мінімально необхідною чисельністю експлуатаційного та обслуговуючого персоналу;
- підвищення ефективності та терміну служби обладнання;
- зниження виробничих втрат та скорочення експлуатаційних витрат.

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

Розділ 1.

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Завантаження зерна. Система бункерного завантаження зерна призначена для високопродуктивного завантаження зерна у вагони зерновози.

Вантажний пристрій станції на один вагон являє собою спеціальні ємності з конічним дном, встановлені на міцній металевій конструкції безпосередньо над вагоном. У фермерських елеваторах можливе пряме навантаження з конвеєра у вагон без буферних ємностей. Для комерційних ліфтів обов'язково встановлюють один, два або більше контейнерів в залежності від швидкості завантаження.



Рисунок 1.1 - Загальний вигляд системи вивантаження зерна у залізничні вагони

					Кваліфікаційна робота		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Собіна М.С.					
Керівник		Мацебула Д.В.				9	8
Зав.каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Для подачі зерна з елеватора на лінію навантаження застосовується герметичний скребковий конвеєр.

Кількість одночасно вивантажувальних вагонів - 1, 2 або 3 на залізничній колії. Ліній навантаження може одна, дві, три. Загальна продуктивність конвеєрної лінії - 300 т/год, для своєчасного на оптимального процесу подачі зерна слід дотримуватись діапазону швидкості ланцюгового конвеєру в межах 0,05 - 0,68 м/с. Завантаження здійснюється з резервуарів з конічним дном з різною ємністю. Кожен самопливом безпосередньо у вагон-зерновоз. Перевагою даного виду завантаження є те, що вагон завантажується одночасно в чотири завантажувальні люки вагона, тим самим скорочуючи час простою вагона під навантаженням.

Після навантаження рекомендується зважування вагона з вантажем на вагонних терезах, розташованих на шляхах розвантаження або на залізничній станції.

Для зважування зерно спочатку надходить у живильний бункер автоматичних елеваторних ваг, а звідти через випускний отвір з клапаном у ківш, з'єднаний із зважувальним механізмом. При заповненні ковша точно встановленою порцією вантажу клапан випускного отвору бункера автоматично закривається, ківш перекидається, і зерно висипається в приймач системи, що підводить. Ківш, що звільнився, повертається в попереднє положення, клапан живильного бункера відкривається і процес повторюється. Масу зерна визначає спеціальний механізм - лічильник, що враховує вантаж, що пройшов через ківш, за кількістю схилів. Елеваторні ваги дозволяють за один прийом зважити весь зерновий вагон.

Для завантаження вагонів зерном застосовують спеціальні пристрої - розкидачі, якими обладнають стрічкові або ланцюгові конвеєри. Зерно стрічкою

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

конвеєра подається в приймальний пристрій розкидача, звідки надходить на крильчатку, що обертається, яка направляє його до торцевих стін і розрівнює всередині вагона. Продуктивність розкидачів дозволяє підвищити завантаження вагона на 3-5 т.

Для визначення якості зерна беруть проби: при механізованому завантаженні з транспортерної стрічки, в інших випадках з вагона вагонним щупом після навантаження.

Навантаження у спеціальні вагони бункерного типу для перевезення вантажів насипом виконується на пунктах, обладнаних пристроями для подачі вантажів зверху за допомогою навантажувальних пристроїв (спеціальних лотків, відпускних труб).

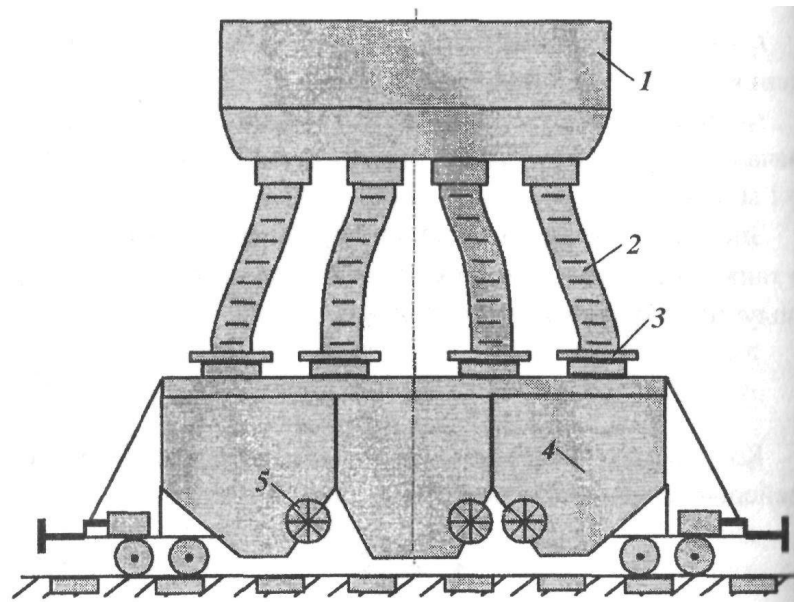


Рисунок 1.2 - Схема завантаження залізничних вагонів на елеваторі
(1 - бункер, 2 - відпускні труби, 3 - горловина люка, 4 - бункер, 5 штурвал)

До розрахункової технологічної норми на навантаження вагонів бункерного типу включаються витрати часу на наступні операції:

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

- підготовчі операції - відкривання двох-трьох кришок завантажувальних люків з виходом на дах вагона та відмиканням запорів та фіксаторів, заправка у люки кінців відпускних труб, встановлення жолобів, лотків. Як правило, з цими операціями повинні поєднуватись операції закріплення троса маневрової лебідки;

- заключні операції - вихід на дах вагона, прибирання відпускних труб, жолобів, лотків, очищення даху вагона від вантажу, що прокидається, закривання завантажувальних люків, замикання затворів і фіксаторів, навішування запірнопломбувальних пристроїв. З цими операціями повинні поєднуватись операції відчіплення троса маневрової лебідки, очищення останнього вагона зовні.

При завантаженні групи вагонів витрати часу на основні операції завантаження включається також час на пересування вагонів маневровими засобами. Час на дозувальні операції повинен поєднуватися з основними операціями завантаження, для чого місця навантаження повинні бути оснащені ваговимірювальними та дозуючими пристроями, що забезпечують завантаження маси вантажу, що відповідає технічній нормі завантаження вагона.

Вивантажують зерно на елеваторах з приймальними скринями (бункерами), а також на млинових комбінатах та механізованих складах.

Виробничі елеватори на млинових комбінатах одночасно приймають під розвантаження цілий маршрут.

На станції призначення вагони із зерновими вантажами зважують, а потім після подачі під вивантаження оглядають у комерційному відношенні (справність вагонів та пломб) представник місцевої організації хлібопродуктів та приймач дороги, у присутності якого розкривають вагони та розвантажують їх. При зважуванні враховують норму природних втрат, що залежить від відстані перевезення.

Навантаження відбувається через відпускну трубу елеватора з бункера вантажного з вихідним горизонтальним отвором діаметром 350 мм. Насипна маса

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

зерна $0,75 \text{ т/м}^3$, вагон у середньому завантажується $Q_v = 65 \text{ т}$. У процесі завантаження вагони послідовно пересувають на довжину вагона і щонайменше трьох разів перевстановлюють відпускну трубу. Довжина вагонів по осях автозчепів $L_v = 14,7 \text{ м}$. Швидкість руху троса маневрової лебідки $V_l = 0,18 \text{ м/с}$.

Закріплення троса маневрової лебідки згідно з хронометражними даними займає $1,5 \text{ хв}$ і поєднується з операціями підйому робітників на верхній майданчик, виходу їх на дах вагона, відкриття двох завантажувальних люків і заправки відпускну труби в перший люк вагона. На підготовчі операції потрібно 3 хв , на операцію відкривання (закривання) бункерного затвора - 5 с , тривалість заключних операцій з прибирання відпускну труби, закриття люків на останньому вагоні групи, приведення в дію фіксаторів, а також звільнення троса маневрової лебідки

При розвантаженні зерна на елеваторах вагони розвантажують у приймальні бункера лише після повного звільнення їх від раніше вивантаженого зерна. Розвантажувати вагони необхідно без простоїв в очікуванні звільнення приймальних бункерів і так, щоб конвеєри та ковшові норії не працювали вхолосту. Тому при масовому надходженні зерна на елеватори час на розвантаження та перестановку вагонів має бути рівно необхідним на повне звільнення приймальних бункерів або більше його.

Особливість вивантаження зерна у склади млинових комбінатів у тому, що здебільшого частина звільнених вагонів використовується без особливої очистки навантаження борошна. Продукти переробки зерна, що перевозяться в тарі (борошно, крупа), приймають до перевезення і здають вантажоодержувачам за кількістю місць та за вагою, що встановлюється зважуванням на вагонних терезах, а за відсутності їх у пункті навантаження - на товарних терезах.

Крім того, можливе безпосереднє навантаження зерна з вагона-зерновоза в автомобіль.

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

Зберігання зерна. Зберігання зерна – етап, від правильності виконання якого залежать основні властивості зернової культури і тривалість її зберігання. Забезпечити збереження зерна можна тільки на елеваторах. У сховищі підтримуються необхідні умови для зернової культури, що сприяють збереженню кількості і якості продукції.

В середньому зерно може зберігатися на елеваторі півроку. Серед елеваторних послуг на частку зберігання припадає 50%, відвантаження близько 34%, сушки – 6%. Найменший показник – прийом зерна з залізничного транспорту – 5%.

Завдяки експортної спрямованості в сегменті зернових, елеваторні потужності зосереджені в південній і центральній частині України.

Елеватори повністю укомплектовані з урахуванням всіх технічних вимог зерносховищ, це дозволяє давати гарантію на збереження зернової сировини. Дотримуються правила і стосовно приймання, зберігання, розвантаження і передачу зерна для подальшого транспортування.

Все це дозволяє зберегти зерно протягом тривалого періоду та його якісні характеристики.

Силос — це циліндричне зерносховище, дно якого може мати конусоподібну чи пласку форму. Основними елементами конструкції такої місткості для зерна є основна циліндрична металева частина великого обсягу з додатковими ребрами жорсткості, а також покрівля, що захищає від опадів, вітру, сонячного світла й інших чинників навколишнього середовища, що негативно впливають на процес зберігання зерна. Слід також зауважити на товщину та якість оцинкування металевих силосів. Адже чим товщим є оцинкування сталі, тим міцнішою буде конструкція і тим кращим є захист від корозії. Зазначимо, що для регіонів із поганими кліматичними умовами рекомендується показник оцинкування листів, починаючи від 350 г/м².

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Вибираючи металевий силос під час будівництва зерносховища передусім слід визначитися з реальними виробничими потребами, що має задовольняти ця конструкція. Тобто, чи там зберігатиметься тільки власне зерно чи також надаватимуться послуги для сторонніх компаній. Зерно яких саме культур, якими будуть його усереднені обсяги щосезону. А також на який період буде розраховано зберігання партії зерна. На основі цих даних можна розрахувати як тип силосу, так і параметри для його виготовлення, місткість, а також потребу в додатковому обладнанні.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд силосів для зберігання зерна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.2 Розробка завдання системи автоматизації

Таблиця 1. Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
1	Зерновий ємнісний бункер	Рівень у бункері	3-4 м	Керування	Стабілізація
				Контроль	Відображення
					Сигналізація
2	Залізнична колія	Маса завантаженого вагону	50-70 т	Контроль	Стабілізація
					Відображення
					Реєстрація
3	Ланцюговий конвеєр	Швидкість обертання конвеєру	0,05 - 0,68 м/с	Регулювання	Стабілізація
				Контроль	Відображення
					Реєстрація
4	Норія	Швидкість обертання конвеєру	0,68 м/с	Контроль	Відображення
5	Силос	Рівень у силосі	20 м	Керування	Стабілізація
				Контроль	Сигналізація
					Відображення

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимір рівня

Для виміру рівня при проходженні процесу зберігання та транспортування зерна використані радарні датчики рівня Vegapuls 69 (рис 2.1)



Рисунок 2.1 – Радарний датчик рівня Vegapuls 69

					Кваліфікаційна робота		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Собіна М.С.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Мацебула Д.В.				17	22
Зав.каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Застосування датчика рівня:

- Діапазон вимірювання: до 120 м;
- Приєднання: фланці від DN80 або монтажна скоба;
- Робоча температура: $-40 \dots + 200 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Робочий тиск: $-1 \dots + 3 \text{ бар}$ ($-100 \dots + 300 \text{ кПа}$);
- Точність вимірювання: $\pm 5 \text{ мм}$.

Принцип роботи датчика рівня: полягає у підвищеній частоті випромінюваного сигналу, що забезпечує надійне вимірювання рівня. VEGAPULS 69 може бути оснащений пластиковою інкапсульованою антеною або інноваційною лінзоподібною антеною з металевим фланцем. Продукти з поганими відбивними властивостями, наприклад, пластмасовий порошок або деревна стружка, тепер можна достовірно виміряти.

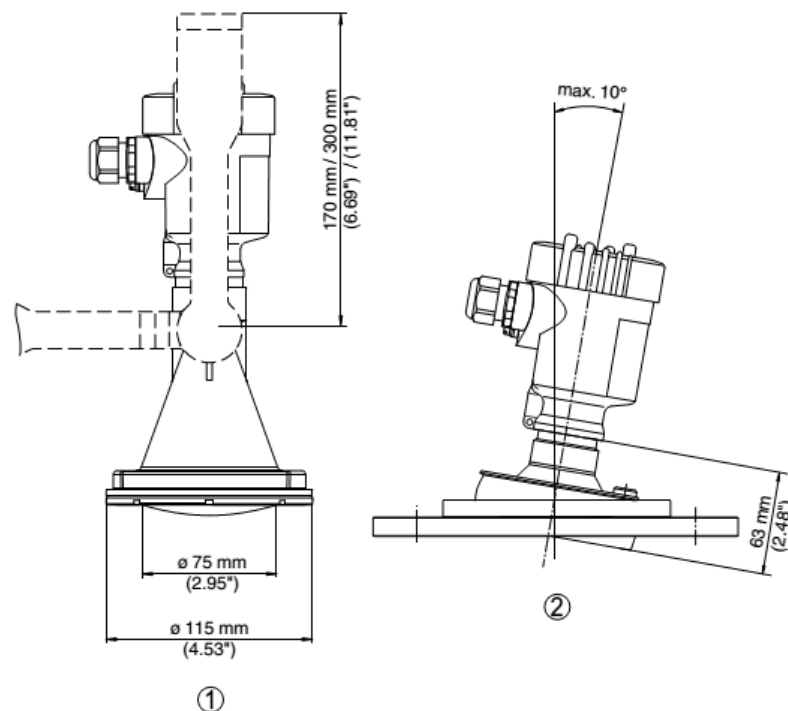


Рисунок 2.2 – Монтаж датчика рівня VEGAPULS 69

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

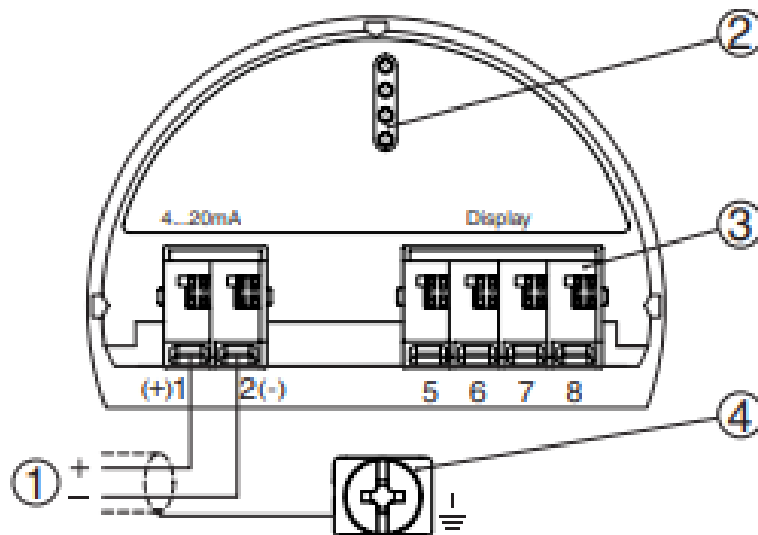


Рисунок 2.3 – Підключення VEGAPULS 69

(1 - Живлення, вихід сигналу, 2 - Для модуля індикації та налаштування або інтерфейсного адаптера, 3 - Для виносного блоку індикації та налаштування, 4 - Клема заземлення для підключення екрана кабелю)

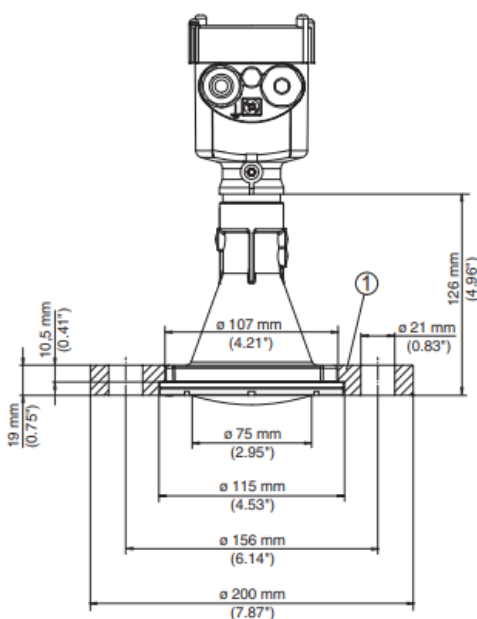


Рисунок 2.4 - Розміри VEGAPULS 69

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

19

Вимір маси

Для виміру маси завантаженості залізничного вагону використаний тензодатчик Flintek RC3D та нормуючий перетворювач Flintek FT-112.

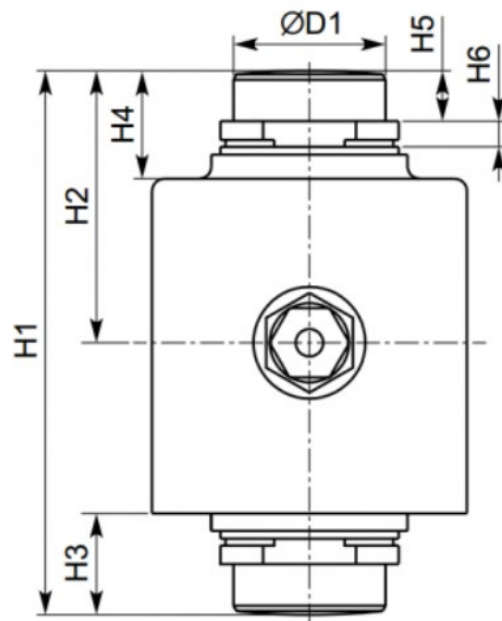


Рисунок 2.5 - Тензодатчик Flintek RC3D

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

Клас точності за ГОСТ 30129-96	C1/C3
Категорія точності з документації виробника	GP, C1, C3, C4
Кількість поверних інтервалів	- /1000 /3000 /4000
Робочий коефіцієнт передавання	200000
Комбінована похибка РКП	±0,04 %
Тип АЦП	сигма-дельта
Швидкість перетворення	3 -70 изм./сек
Цифровий фільтр	FIR, ковзне середнє
Внутрішня роздільна здатність	1/550000
Асинхронний інтерфейс	RS-485A
Діапазон напруги живлення, В/ Споживаний струм, мА	9...12/≤40
Перевантаження допустиме	200 %
Перевантаження, що руйнує	300 %
Матеріал датчика та пружного елемента	Сталь неіржавка 1.4548
Кабель	6 житловий, екранований
Довжина кабелю	18 метрів
Клас захисту від повітряної пилу та вологи	IP68
Маса тензодатчика	7 кг

Рисунок 2.6 – Характеристики тензодатчика Flintek RC3D



Type	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	D1	D2	S _{max} *	RF**
RC3D-30 t / 40 t	150	75	31	33	13	11.7	39	84	39	81	12	27 kN
RC3D-50 t	178	89	32	34	17	8.5	44	94	44	99	9	51 kN

Рисунок 2.7 – монтажні розміри тензодатчика Flintek RC3D

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Ваговий індикатор FT-112D – це цифровий високоточний багатофункціональний пристрій, призначений для спільної роботи з цифровими тензодатчиками серії RC3D. Прилад оснащений інноваційним функціоналом SmartAPP та розрахований на найрізноманітніші галузі промислового застосування, включаючи харчову, фармацевтичну та хімічну промисловість. Передбачено використання цифрових виходів та з'єднань із зовнішньою ПК-периферією по промисловій мережній шині.



Рисунок 2.8 - Ваговий індикатор FT-112D

Застосування вагового індикатору:

- Метрологічне схвалення для 10.000 перевірочних інтервалів;
- Можливість одночасного підключення до 16 тензодатчиків серії RC3D;
- Подача електроживлення на тензодатчики через LPK24 (12 В пост.струму / 1,3 А);
- 5-ступінчастий програмований адаптивний фільтр;
- Штатні комунікаційні інтерфейси RS232C, RS485, Ethernet TCP/IP, USB;

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

- Гніздо SD-карти для Алібі-пам'яті;
- Функціонал SmartAPP;
- Можливість нескладної модернізації з додаванням передбачених опцій;
- Калібрування як із застосуванням контрольних вантажів, так і без них (електронне калібрування);
- Напряга живлення 100...240 В змінного струму;
- Блок LPK24 із вбудованим захистом від перепадів напруги;
- Клас захисту IP67.

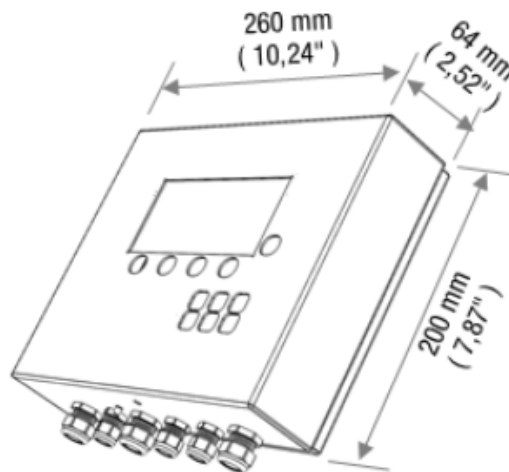


Рисунок 2.9 – Монтажні розміри вагового індикатора FT-112D

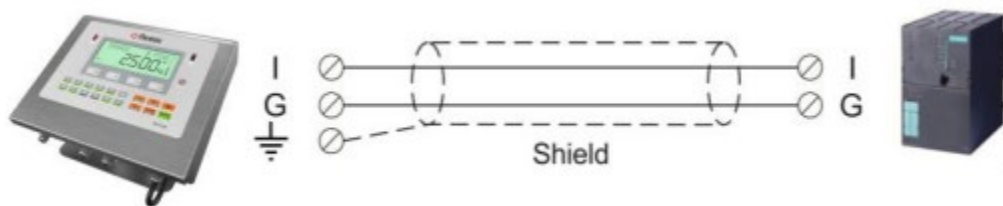


Рисунок 2.10 – Підключення аналогового індикатора до контролера

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

Вимір швидкості

Для виміру швидкості при проходженні процесу зберігання та транспортування зерна використані індуктивні датчики IFM IGS209.



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд індуктивного датчика IGS209

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

Застосування датчика швидкості:

- Напруга живлення DC 10...30 V;
- Тип напруги Постійного струму;
- ВихідPNP/NPN;
- Стан виходу NO;
- Довжина корпусу 70 мм;
- Електричне підключення Роз'єм M12;
- Матеріал Латунь вкрита білою бронзою, чутлива поверхня: PBT (полібутилентерефталат);
- Індикатори Стан виходу: 4 жовтих світлодіода; Допомога при налаштуванні: 1 червоний світлодіод;
- Температура навколишнього середовища -25...70 °С.

Принцип роботи датчика швидкості: Індуктивні датчики, зокрема індуктивні датчики наближення, мають низку переваг у промисловості та автоматизації. Однією з ключових переваг є безконтактне виявлення, що означає відсутність фізичного контакту між датчиком і цільовим об'єктом. Ця особливість усуває потребу в механічних деталях або фізичному зносі, що призводить до підвищення надійності та довговічності. Індуктивні датчики наближення також можуть виявляти металеві об'єкти, не потребуючи прямої видимості. Вони можуть виявляти об'єкти крізь неметалеві матеріали, такі як пластик або скло, що робить їх придатними для застосування там, де цільовий об'єкт може бути прихований або недоступний. Датчики широко використовуються для виявлення присутності, підрахунку об'єктів, контролю положення та моніторингу швидкості. Вони знаходять широке застосування в промисловій автоматизації, робототехніці, складальних лініях, конвеєрних системах і пакувальному обладнанні.

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

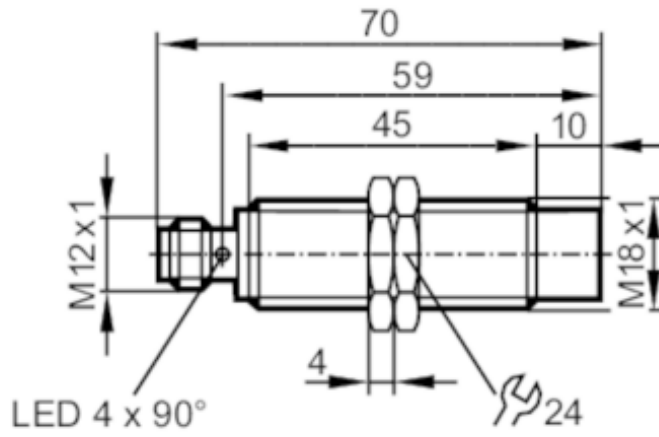


Рисунок 2.12 – Монтажні розміри датчика IGS209

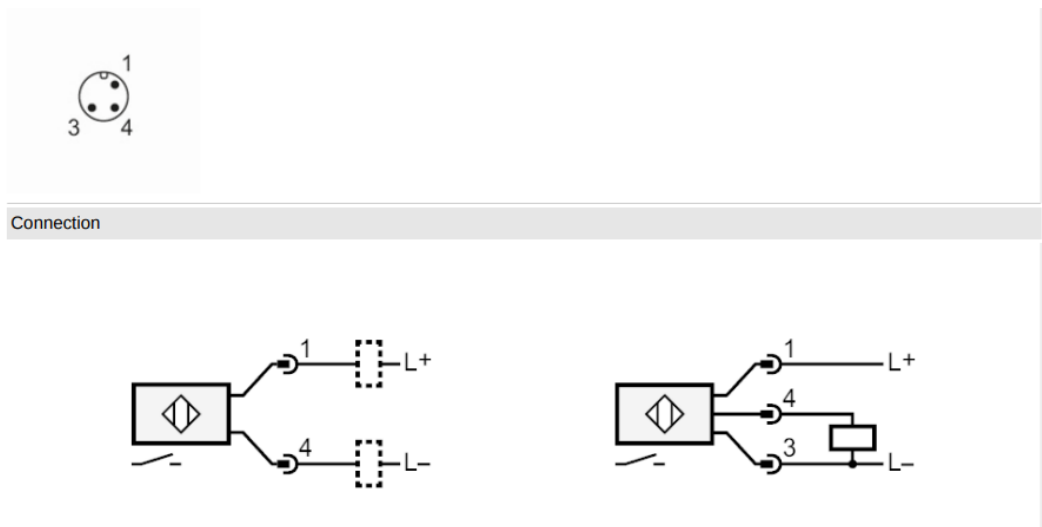


Рисунок 2.13 – Підключення датчика IGS209

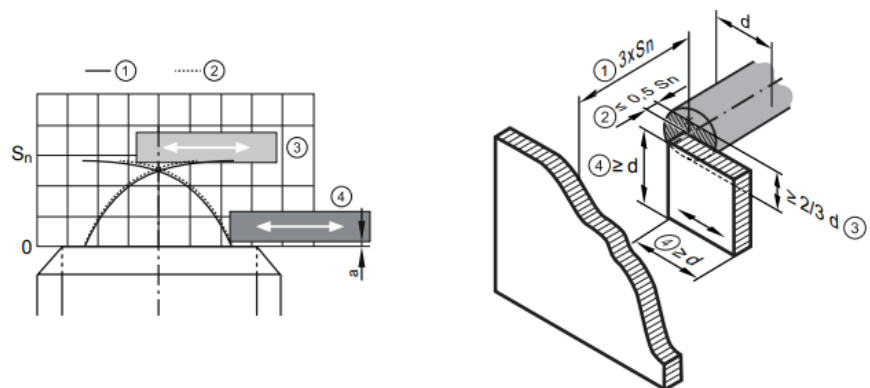


Рисунок 2.14 - Бічний підхід і діапазони

Реверсивні пускачі

Для роботи електродвигуна, зокрема для зміни напрямку його обертання використані реверсивні пускачі ПМЕ-113.



Рисунок 2.15 – Загальний вигляд реверсивного пускача ПМЕ-113

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

Призначення реверсивного пускача : для дистанційного керування асинхронним електродвигуном. Моделі укомплектовані тепловим реле необхідні для захисту від струмових навантажень. Магнітний пускач ПМЕ 113 у відкритому виготовленні, без захисної коробки. Всі складані елементи закриті пластиковими платинами.

Тип контактора	Реверсивний
Теплове реле	Ні
Кількість фаз	3
Наявність корпусу	Так
Номинальна напруга котушки	Двадцять чотири
Тип керуючого струму	Змінний
Номинальний струм	10 А
Частота струму	50 Гц
Максимальна потужність	10 кВт
Стан	Вживані
Користувальницькі характеристики	
Напруга ланцюга	220В, 380В, 660В
Напруга котушки управління	36В, 110В, 220В, 380В

Рисунок 2.16 – Основні технічні характеристики магнітного пускача ПМЕ-113

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

Електричні засувки

Для управління проходженням процесу транспортування зерна використані електричні засувки У10-ЗРЕ-400.

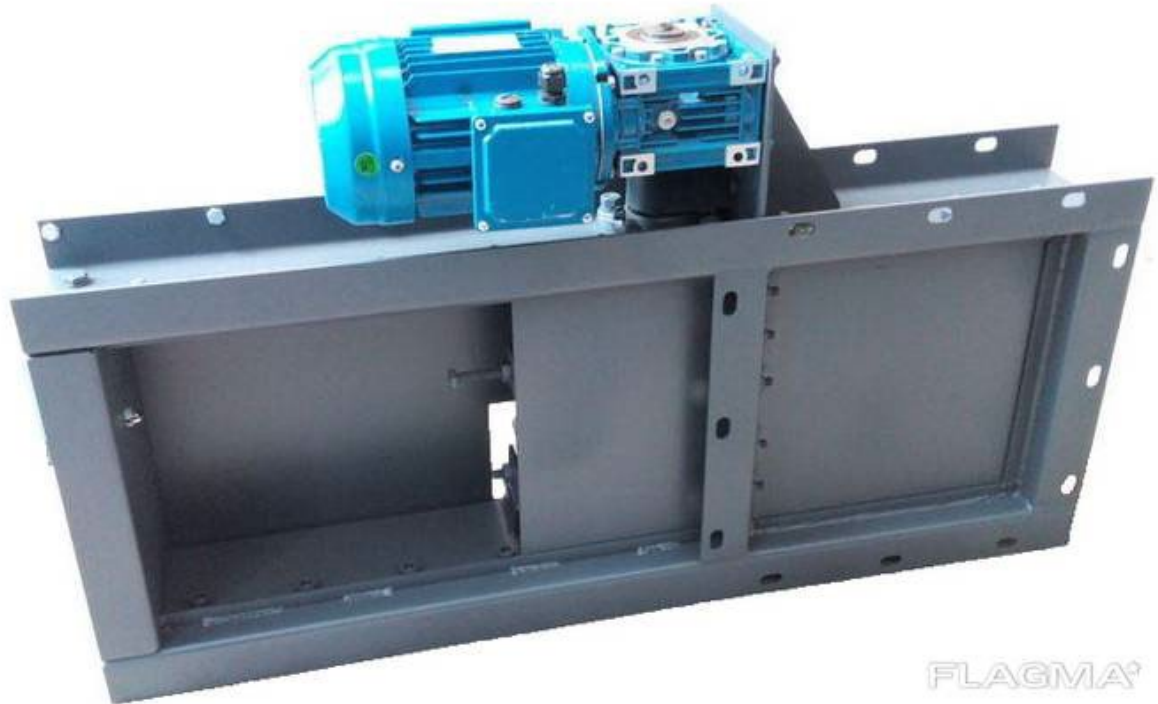


Рисунок 2.17 – Загальний електричної засувки У10-ЗРЕ-400

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

Принцип роботи електричної засувки: засувка з електроприводом є звареним прямокутним корпусом, усередині якого по напрямних переміщається шибер. У нижній частині шибера прикріплені зубчасті рейки, які сполучаються із зубчастими шестернями, насадженими на приводний вал. Вал з'єднаний з мотор-редуктором. Окремо встановлюється шафа електрична з пуско-регулювальною апаратурою. Відкриття засувки наводиться натисканням кнопки "Відкрити". Для автоматичної зупинки шиберу встановлено два безконтактні індуктивні вимикачі. Для закриття засувки використовується кнопка "Закрити". За необхідності екстреної зупинки служить кнопка "Стоп".

Технічні характеристики електричної засувки:

- час відкриття та закриття засувки: 7 сек;
- номінальна напруга: 380В;
- споживана потужність: 0.25 кВт.



Рисунок 2.18 – Конструкція електричної засувки У10-ЗРЕ-400

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

Частотний перетворювач

Для регулювання швидкості обертів асинхронного двигуна використано частотний перетворювач Lenze 8200 Vector 0,25 - 90 кВт.



Рисунок 2.19 – Загальний вигляд частотного перетворювача Lenze 8200 Vector 0,25 - 90 кВт

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

Основні області застосування: для механізмів горизонтального транспортування вантажів, фасувально-пакувального обладнання, спеціальних механізмів, екструдерів, машин, насосів та витяжок.

Модулі зв'язку і комунікації дозволяють адаптувати перетворювач частоти до специфічним вимогам у відповідності з кількістю дискретних і аналогових входів і виходів, а також з відповідним інтерфейсом по шині зв'язку. Перетворювач має два інтерфейси, один з яких може використовуватися з модулем зв'язку, а інший з модулем комунікації.

Входи і виходи

Аналогові входи Аналогові виходи	3 модулем Standard	1 вхід, опціонально біполярний 1 вихід
	3 модулем Application	2 входи, опціонально біполярні 2 виходи
Дискретні входи Дискретні виходи	3 модулем Standard	4 входи, 1 частотний вхід одноканальний 0 .. 10кГц; двоканальний 0 .. 1кГц (Опція) 1 вхід "Старт/Стоп"

Рисунок 2.20 – Характеристики входів та виходів Lenze 8200 Vector

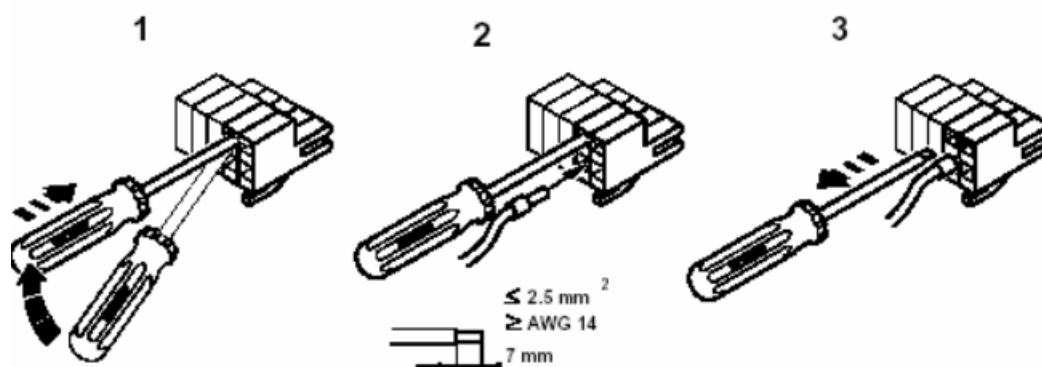


Рисунок 2.21 – Підключення проводів у роз'єми

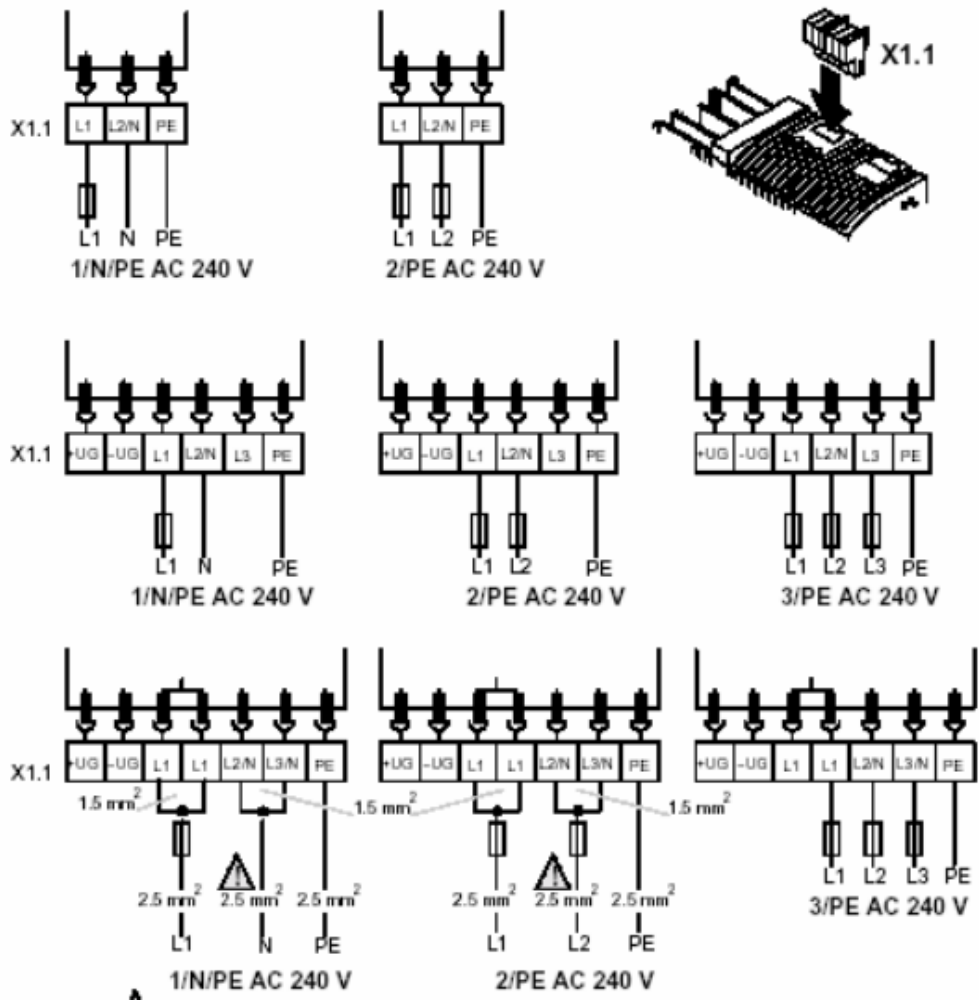


Рисунок 2.22 – Підключення до живлення 240В

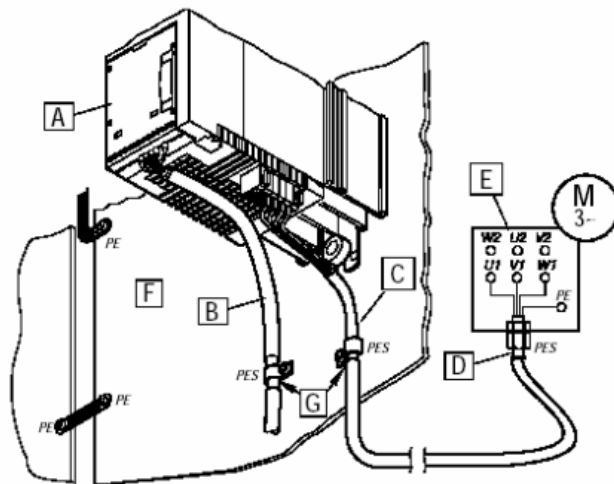


Рисунок 2.23 - Монтаж частотного перетворювача Lenze 8200 Vector

2.2 Схеми автоматизації

На функціональній схемі автоматизації процесу зберігання та транспортування зерна створені основні вузли керування, контролю, та управління, такі як: регулювання рівня; контроль швидкості ланцюгового конвеєра; контроль швидкості норії; контроль маси навантаження залізничного вагону; керування двигунами конвеєра.

Контур контролю та регулювання рівня в ємнісних бункерах

Опис контура

Рівень в ємнісних бункерах вимірюється радарним датчиком рівня VEGAPULS 69 (поз. 1а, 2а, 3а, 4а) Від них уніфіковані сигнали з технологічного об'єкта поступають уніфіковані електричні сигнали 4-20 мА від них надходять до модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810 ПЛК М340. ПЛК керує задвижками У10 – ЗРЭ – 400 (1в, 2в, 3в, 4в, 5в, 6в, 7в, 8в) за допомогою реверсивних пускачів ПМЕ-113 (КМ1..КМ16). Сигналізація реалізована за допомогою сигнальних арматур, встановлених на щиті. Інформація передається до ЕОМ, де вона відображається на екрані оператора.

Контур контролю маси навантаження залізничного вагону

Опис контура

Маса завантаженості залізничного вагону вимірюється тензодатчиком Flintek RC3D (поз. 5а), сигнал з якого подається на нормуючий та показуючий перетворювач Flintek FT-112 (поз. 5б), з якого сигнал подається на аналоговий

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

модуль контролера ВМХ АМІ 0810. Інформація передається до ПК, де вона відображається, реєструється на екрані оператора.

Контур контролю та керування ланцюговим конвеєром

Опис контура

Керування ланцюговим конвеєром реалізовано за допомогою частотного перетворювача (поз. 6б), у комплекті до нього входить датчик контролю обертів IFM IGS209 (поз. 6а), сигнал з якого надходить на дискретний вихід ВМХ DDO 1602 ПЛК, інформація передається до ПК, де вона відображається, реєструється на екрані оператора.

Контур контролю норії

Опис контура

Контроль обертів норії реалізовано наступним чином: за місцем встановлено датчик контролю обертів IFM IGS209 (поз. 7а), сигнал з якого надходить на дискретний вихід ВМХ DDO 1602 ПЛК, інформація передається до ПК, де вона відображається на екрані оператора.

Контур контролю та регулювання рівня в силосі

Опис контура

Контроль, регулювання, сигналізація рівня у силосі реалізовано: у силосі встановлений радарний датчик рівня VEGAPULS 69 (поз. 8а), Від нього уніфікований сигнал поступає до аналогового модуля ВМХ АМІ 0810 ПЛК. ПЛК

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

керує задвижкою У10 – ЗРЭ – 400 (9в) за допомогою риверсивних пускачів ПМЕ-113 (96).

Сигналізація реалізована за допомогою сигнальних арматур, встановлених на щиті. Інформація передається до ЕОМ, де вона відображається на екрані оператора.

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

2.3 Специфікація засобів автоматизація

Таблиця 3. Специфікація приладів та 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, 2а, 3а, 4а, 8а	по місцю	Радарний датчик рівня в уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24DC, діапазон вимірювання 120 м.	Vegapuls 69	5	Vega, Німеччина
2	5а	по місцю	Датчик ваговимірювальний тензорезисторний, напруга живлення 24DC, найбільша межа вимірювання 40 т.	RC3D	1	Flintek, США
3	5б	по місцю	Ваговий індикатор, перетворювач з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24DC, максимальний опір навантаження 500 Ом, мінімальний опір навантаження 10кОМ	FT-112D	1	Flintek, США
4	6а, 7а	по місцю	Індуктивний датчик, напруга живлення 10..30DC, діапазон сприйняття $12 \pm 10 \%$,	IGS209	2	IFM Electronic, Німеччина
5	6б	на щиті	Частотний перетворювач діапазон потужності 0.55-90 кВт, напруга живлення 380В.	Lenze 8200 Vector	1	СВ Альтера, м. Київ
6	1-9б	по місцю	Збірка реверсивних магнітних пускачів рейкової засувки	ПМЕ-113	9	Україна

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
7	1-9в	по місто	Засувка рейкова з електроприводом	У10-ЗРЕ-400	9	Україна
8	КМ 1- КМ 16	по місто	Реверсивний пускач, номінальна напруга котушки 24В, кількість фаз – 3, максимальна потужність – 10кВт	ПМЕ-113	16	Україна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Система автоматизації процесу зберігання та транспортування зерна побудована на ПЛК М340 від компанії Schneider Electric. Модулі для ПЛК М340 представлено в таблиці 3.1 та їх компонування наведено на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 Використання модулів для ПЛК340

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесорний модуль Schneider Electric Modicon M340.
BMX CPS 2000	1	Блок живлення ПЛК
BMX AMI 0810	1	Модуль аналогових входів (8 входів)
BMX AMO 0410	1	Модуль аналогових виходів (4 виходи)
BMX DDI 1602	1	Модуль дискретних входів (16 входів)
BMX DDO 1602	1	Модуль дискретних виходів (16 виходів)

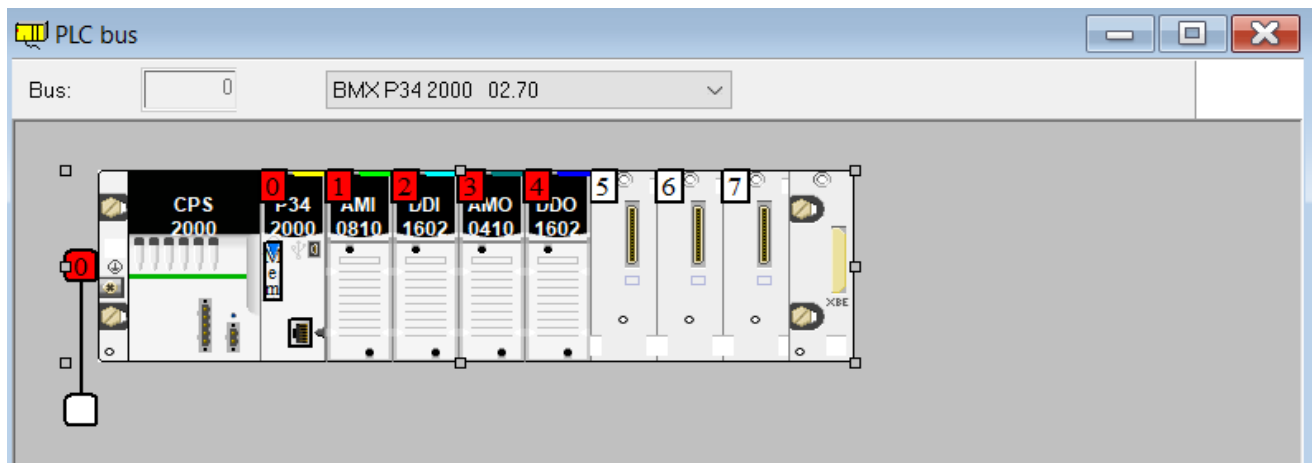


Рисунок 3.1 - Компонування модулів ПЛК М340.

					Кваліфікаційна робота		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Собіна М.С.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Мацебула Д.В.				39	6
Зав.каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					
					Розробка системи автоматизації зберігання та транспортування зерна		

Аналогові входи. використовуються датчики рівня та виміру маси з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить клемну колодку та потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач модуля ВМХ АМІ 0810. За допомогою написаної програми виробляється управління в залежності від тих значень сигналу, що надійшли до модуля ВМХ АМІ 0810.

Аналогові виходи. Уніфіковані аналогові сигнали з електричних регулюючих клапанів та частотного перетворювача 4-20 мА від модуля ВМХ АМО 0410 подаються на електричні регулюючі клапани та частотні перетворювачі для управління ними.

Дискретні входи. Імпульсні датчики контролю обертів, сигнал з яких надходить до модуля ВМХ ДДІ 1602 0В чи 24В постійної напруги в залежності від написаної програми контролює, відображає та реєструє інформацію з ланцюгового конвеєру та норії.

Дискретні виходи. Магнітні пускачі КМ1 - КМ16 для управління двигунами електричних роликкових задвижок. Сигнал від модуля ВМХ ДДО 1602 0В чи 24В постійної напруги в залежності від написаної програми послідовно проходить клемну колодку та поступає на магнітні пускачі двигунів та клапани, що в свою чергу запускають чи зупиняють двигуни або відкривають чи закривають клапани.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

У принциповій електричній схемі живлення були використані наступні компоненти:

– пакетні вимикачі QF1-QF4 – 4 шт., для вмикання та вимикання певних гілок з технічними засобами в системі автоматизації;

– автоматичний вимикач SF1 – 1 шт., для вмикання та вимикання тензодатчика Flintec RC3D (поз. 5а);

– перетворювач напруги або блок живлення (БЖ1-БЖ2) для перетворення змінної напруги 220В в постійну напругу 24 В для живлення датчиків та реверсивних пускачів.

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

– 800-816 – провідники зі змінним струмом;

– 900-903 – провідники з постійним струмом;

– 100-109 – провідники з вимірювальним сигналом від датчиків до ПЛК;

– 200-217 – провідники з сигналами управління та регулювання.

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

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур контролю та регулювання рівня в силосі

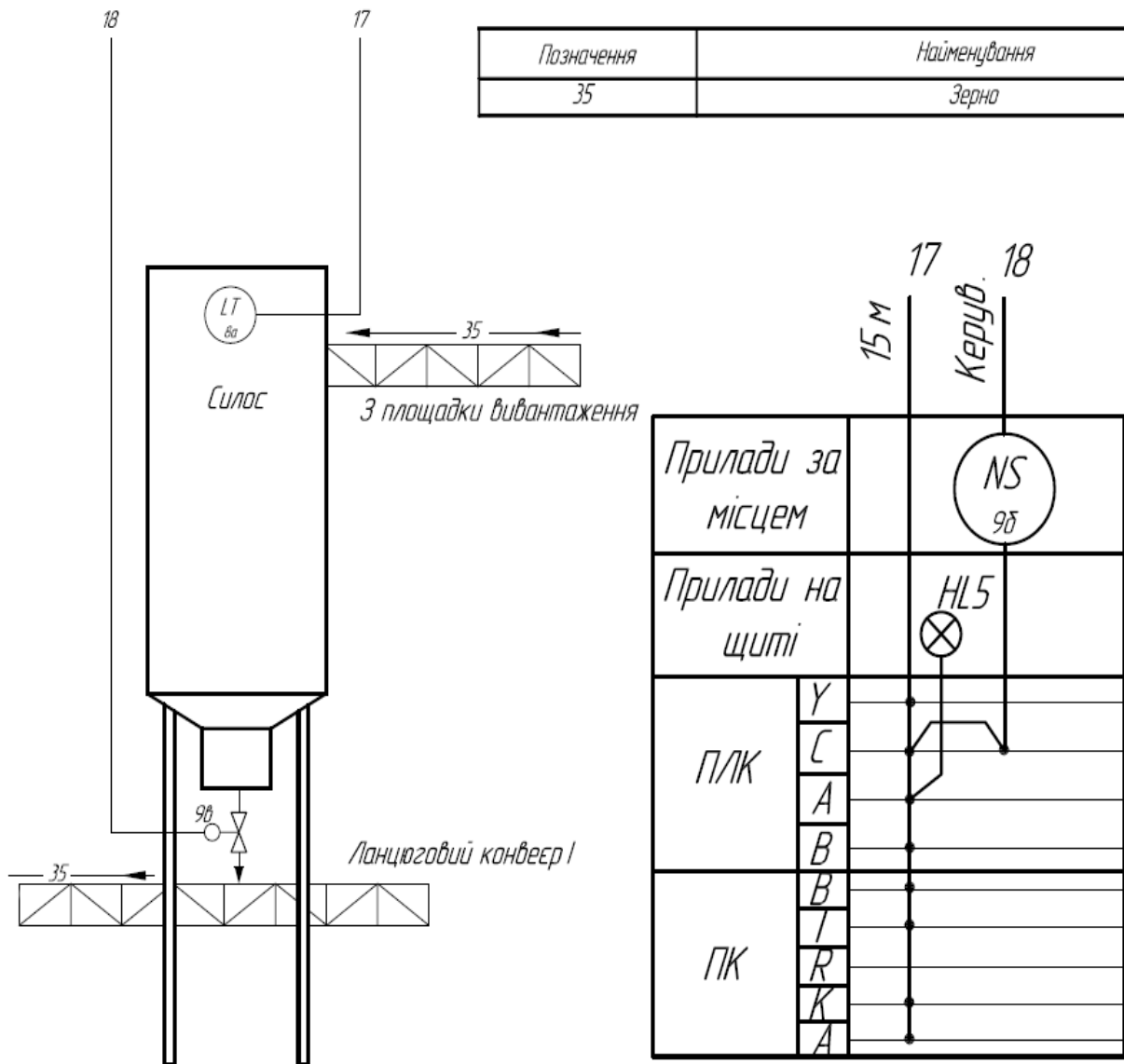


Рисунок 3.2 – Фрагмент схеми автоматизації контуру контролю та регулювання рівня в силосі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

42

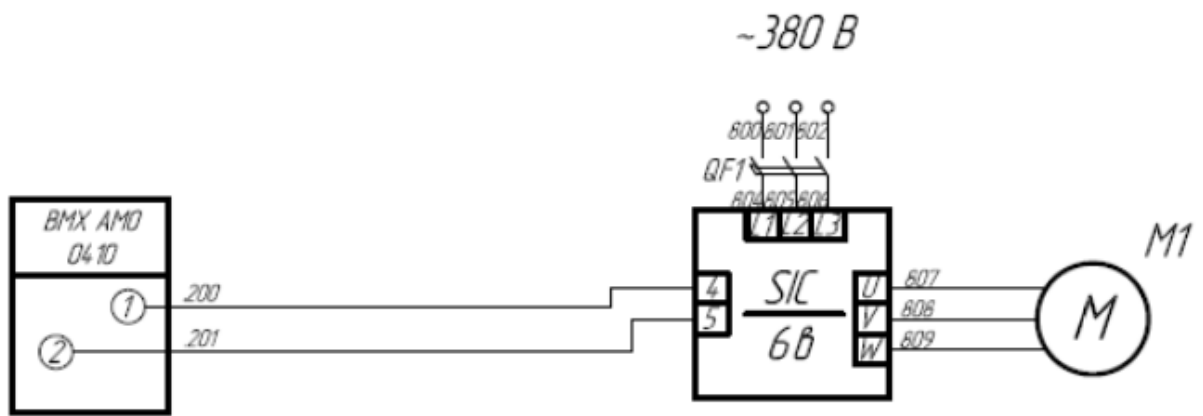


Рисунок 3.3 – Принципова розширена схема підключення частотного перетворювача Lenze 8200 Vector до модуля BMX AMO 0410

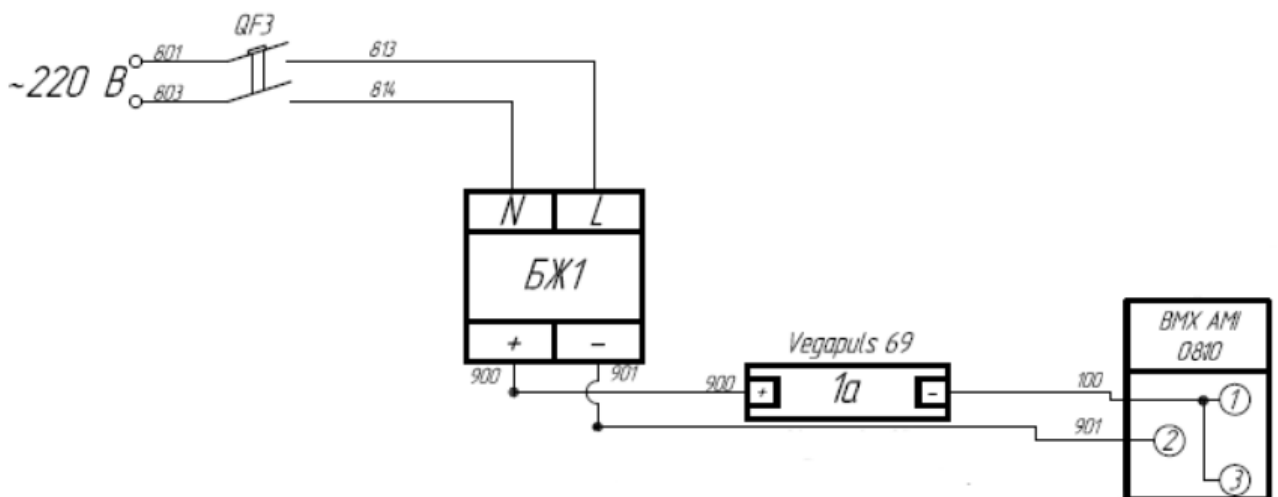


Рисунок 3.4 – Принципова розширена схема підключення аналогового радарного датчика рівня VEGAPULS до модуля BMX0810

Контроль, регулювання, сигналізація рівня у силосі реалізовано: у силосі встановлений радарний датчик рівня VEGAPULS 69 (поз. 8а), Від нього уніфікований сигнал поступає до ПЛК. ПЛК керує задвижкою У10 - ЗРЭ – 400 (9в) за допомогою реверсивних пускачів ПМЕ-113 (9б).

Сигналізація реалізована за допомогою сигнальних арматур, встановлених на щиті. Інформація передається до ЕОМ, де вона відображається на екрані оператора.

Датчик тиску та засувка живляться напругою 24 В постійного струму за допомогою Mean Well HDR-100-24 – блоків живлення (поз. БЖ1-БЖ2). Напруга на блоки живлення вмикається чи вимикається за допомогою автоматичних вимикачів QF1 і QF3, що мають вбудований захист по струму.

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

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Для виміру швидкості при проходженні процесу зберігання та транспортування зерна використані індуктивні датчики IFM IGS209.

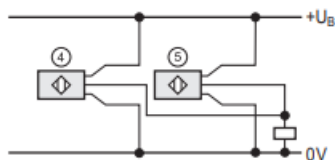


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд індуктивного датчика IGS209

					Кваліфікаційна робота					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації зберігання та транспортування зерна			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Собіна М.С.	Мацебула Д.В.	Смітюх Я.В.	Проскурка Є.С.				45	2	НУХТ АК-4-2ск
Керівник	Смітюх Я.В.	Проскурка Є.С.	Секр. ЕК	Проскурка Є.С.						

Метод підключення датчика IGS209 за двопровідною схемою зображений на рисунку 4.2

Parallel connection (OR)



Parallel connection 3-wire units

The current consumption of all non-switched units adds up. The units can be used in combination with mechanical switches.

Parallel connection 2-wire units

Not possible.

Configuration of cables and connectors

Colours: BK: black, BN brown, BU: blue, WH: white

Standard configuration for 3-wire DC:

	Cable	Terminal chamber	US-100 plug
L+	BN	1 / 3	Pin 1 / BN
L-	BU	2 / 4	Pin 3 / BU
Output	BK	X	Pin 2 / WH Pin 4 / BK

Pin connection of the US-100 connections (view onto the plug of the unit)



For the cable and the pin configuration as well as the unit data of special versions please refer to the wiring diagrams in our main catalogue for position

Рисунок 4.2 – Підключення датчика IGS209

Корпус ланцюгового конвеєра

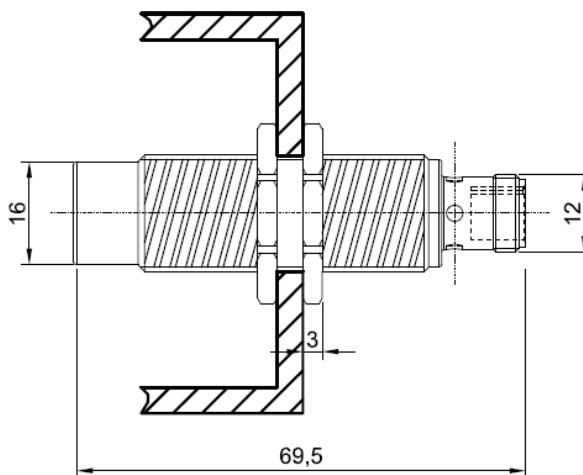


Рисунок 4.3 – монтаж датчика до корпусу ланцюгового конвеєра

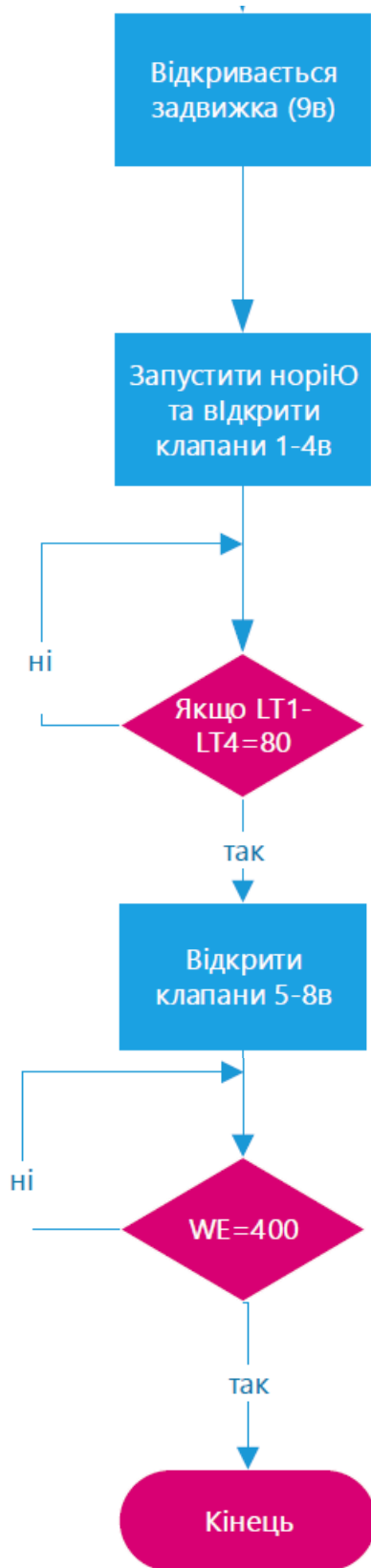
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Проходження процесу зберігання та транспортування зерна відбувається за наступним алгоритмом:



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота		
Розроб.		Собіна М.С.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Мацебула Д.В.			47	9	
Зав.каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Розробка системи автоматизації зберігання та транспортування зерна



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Змінні для програми в ПЛК представлені на рисунку 5.1

● ST6a	EBOOL					%I0.2.0
● ST7a	EBOOL					%I0.2.1
● LT1a	INT					%IW0.1.0
● LT2a	INT					%IW0.1.1
● LT3a	INT					%IW0.1.2
● LT4a	INT					%IW0.1.3
● LT8a	INT					%IW0.1.4
● WE5b	INT					%IW0.1.5
● KM1	EBOOL					%Q0.4.0
● KM2	EBOOL					%Q0.4.1
● KM3	EBOOL					%Q0.4.2
● KM4	EBOOL					%Q0.4.3
● KM5	EBOOL					%Q0.4.4
● KM6	EBOOL					%Q0.4.5
● KM7	EBOOL					%Q0.4.6
● KM8	EBOOL					%Q0.4.7
● KM9	EBOOL					%Q0.4.8
● KM10	EBOOL					%Q0.4.9
● KM11	EBOOL					%Q0.4.10
● KM12	EBOOL					%Q0.4.11
● KM13	EBOOL					%Q0.4.12
● KM14	EBOOL					%Q0.4.13
● KM15	EBOOL					%Q0.4.14
● KM16	EBOOL					%Q0.4.15
● M1	INT					%QW0.3.0

Рисунок 5.1 - Змінні для програми в ПЛК

Програма процесу написана на мові програмування ST (Structured Text):

Секція PROG:

CASE STEP1 OF

0:

IF START AND NOT STOP THEN

KL0:=TRUE;

LT1a_0:=0.0;

LT2a_0:=0.0;

LT3a_0:=0.0;

LT4a_0:=0.0;

WE5b_0:=0.0;

LT8a_0:=0.0;

ST6a_0:=FALSE;

ST7a_0:=FALSE;

M1_0:=0.0;

KM1_0:=FALSE;

KM2_0:=FALSE;

KM3_0:=FALSE;

KM4_0:=FALSE;

KM5_0:=FALSE;

KM6_0:=FALSE;

KM7_0:=FALSE;

KM8_0:=FALSE;

KM9_0:=FALSE;

KM10_0:=FALSE;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

```
KM11_0:=FALSE;
KM12_0:=FALSE;
KM13_0:=FALSE;
KM14_0:=FALSE;
KM15_0:=FALSE;
KM16_0:=FALSE;
END_IF;
```

```
IF LT8a_0>=80.0 THEN
```

```
KL0:=FALSE;
KM9_0:=TRUE;
ST7a_0:=TRUE;
ST6a_0:=TRUE;
M1_0:=60.0;
KM1_0:=TRUE;
KM2_0:=TRUE;
KM3_0:=TRUE;
KM4_0:=TRUE;
STEP1:=1;
```

```
END_IF;
```

```
1:
```

```
IF LT1a_0>=80.0 AND LT2a_0>=80.0 AND LT3a_0>=80.0 AND
LT4a_0>=80.0 THEN
```

```
KM1_0:=FALSE;
KM2_0:=FALSE;
KM3_0:=FALSE;
```

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

```
KM4_0:=FALSE;
ST7a_0:=FALSE;
ST6a_0:=FALSE;
KM9_0:=FALSE;
M1_0:=0.0;
KM5_0:=TRUE;
KM6_0:=TRUE;
KM7_0:=TRUE;
KM8_0:=TRUE;
STEP1:=2;
END_IF;
2:
IF WE5B_0>=400.0 THEN
KM5_0:=FALSE;
KM6_0:=FALSE;
KM7_0:=FALSE;
KM8_0:=FALSE;
STEP1:=0;
END_IF;
END_CASE;
```

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Секція INPUT:

LT1a:=WRITE_INPUT_INT(Real_to_INT(LT1a_0));

LT2a:=WRITE_INPUT_INT(Real_to_INT(LT2a_0));

LT3a:=WRITE_INPUT_INT(Real_to_INT(LT3a_0));

LT4a:=WRITE_INPUT_INT(Real_to_INT(LT4a_0));

WE5b:=WRITE_INPUT_INT(Real_to_INT(WE5b_0));

LT8a:=WRITE_INPUT_INT(Real_to_INT(LT8a_0));

ST6a:=WRITE_INPUT_EBOOL(ST6a_0);

ST7a:=WRITE_INPUT_EBOOL(ST7a_0);

Секція OUTPUT:

M1:=REAL_TO_INT(M1_0);

KM1:=KM1_0;

KM2:=KM2_0;

KM3:=KM3_0;

KM4:=KM4_0;

KM5:=KM5_0;

KM6:=KM6_0;

KM7:=KM7_0;

KM8:=KM8_0;

KM9:=KM9_0;

KM10:=KM10_0;

KM11:=KM11_0;

KM12:=KM12_0;

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

KM13:=KM13_0;

KM14:=KM14_0;

KM15:=KM15_0;

KM16:=KM16_0;

Секція SIMUL:

IF KL0 THEN LT8a_0:=LT8a_0+0.5; END_IF;

IF KM9 THEN LT8a_0:=LT8a_0-0.5; END_IF;

IF LT8a_0<=0.0 THEN LT8a_0:=0.0; END_IF;

IF LT8a_0>=80.0 THEN LT8a_0:=80.0; END_IF;

IF KM1 THEN LT1a_0:=LT1a_0+0.5; END_IF;

IF KM5 THEN LT1a_0:=LT1a_0-0.5; END_IF;

IF LT1a_0<=0.0 THEN LT1a_0:=0.0; END_IF;

IF LT1a_0>=80.0 THEN LT1a_0:=80.0; END_IF;

IF KM2 THEN LT2a_0:=LT2a_0+0.5; END_IF;

IF KM6 THEN LT2a_0:=LT2a_0-0.5; END_IF;

IF LT2a_0<=0.0 THEN LT2a_0:=0.0; END_IF;

IF LT2a_0>=80.0 THEN LT2a_0:=80.0; END_IF;

IF KM3 THEN LT3a_0:=LT3a_0+0.5; END_IF;

IF KM7 THEN LT3a_0:=LT3a_0-0.5; END_IF;

IF LT3a_0<=0.0 THEN LT3a_0:=0.0; END_IF;

IF LT3a_0>=80.0 THEN LT3a_0:=80.0; END_IF;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

IF KM4 THEN LT4a_0:=LT4a_0+0.5; END_IF;

IF KM8 THEN LT4a_0:=LT4a_0-0.5; END_IF;

IF LT4a_0<=0.0 THEN LT4a_0:=0.0; END_IF;

IF LT4a_0>=80.0 THEN LT4a_0:=80.0; END_IF;

IF KM5 THEN WE5b_0:=WE5b_0+0.5; END_IF;

IF KM6 THEN WE5b_0:=WE5b_0+0.5; END_IF;

IF KM7 THEN WE5b_0:=WE5b_0+0.5; END_IF;

IF KM8 THEN WE5b_0:=WE5b_0+0.5; END_IF;

IF WE5b_0<=0.0 THEN WE5b_0:=0.0; END_IF;

IF WE5b_0>=500.0 THEN WE5b_0:=500.0; END_IF;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних UNITY PRO XL

Мнемосхема процесу зберігання та транспортування зерна розроблена в UNITY PRO XL. Опис змінних для SCADA-програми наведено в рисунку 6.1.

Variables							
DDT Types Function Blocks DFB Types							
Filter							
Name = *							
Name	Type	Value	Comment	Alias	Alias of	Address	
● KM1_0	BOOL						
● KM2	EBOOL						%Q0.4.1
● KM2_0	BOOL						
● KM3	EBOOL						%Q0.4.2
● KM3_0	BOOL						
● KM4	EBOOL						%Q0.4.3
● KM4_0	BOOL						
● KM5	EBOOL						%Q0.4.4
● KM5_0	BOOL						
● KM6	EBOOL						%Q0.4.5
● KM6_0	BOOL						
● KM7	EBOOL						%Q0.4.6
● KM7_0	BOOL						
● KM8	EBOOL						%Q0.4.7
● KM8_0	BOOL						
● KM9	EBOOL						%Q0.4.8
● KM9_0	BOOL						
● KM10	EBOOL						%Q0.4.9
● KM10_0	BOOL						
● KM11	EBOOL						%Q0.4.10
● KM11_0	BOOL						
● KM12	EBOOL						%Q0.4.11
● KM12_0	BOOL						
● KM13	EBOOL						%Q0.4.12
● KM13_0	BOOL						
● KM14	EBOOL						%Q0.4.13
● KM14_0	BOOL						
● KM15	EBOOL						%Q0.4.14
● KM15_0	BOOL						
● KM16	EBOOL						%Q0.4.15
● KM16_0	BOOL						
● LT1a	INT						%IW0.1.0
● LT1a_0	REAL						
● LT2a	INT						%IW0.1.1
● LT2a_0	REAL						
● LT3a_0	REAL						
● LT4a	INT						%IW0.1.3
● LT4a_0	REAL						
● LT8a	INT						%IW0.1.4
● LT8a_0	REAL						
● M1	INT						%QW0.3.0
● M1_0	REAL						
● ST6a	EBOOL						%I0.2.0
● ST6a_0	BOOL						
● ST7a	EBOOL						%I0.2.1
● ST7a_0	BOOL						
● START	BOOL						
● STEP1	INT						
● STOP	BOOL						
● WE5b	INT						%IW0.1.5
● WE5b_0	REAL						

Рисунок 6.1 – Таблиця змінних для UNITY PRO XL

					Кваліфікаційна робота		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Собіна М.С.				Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Мацебула Д.В.					56	2
Зав.каф.	Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК	Проскурка Є.С.						
					Розробка системи автоматизації зберігання та транспортування зерна		

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема процесу транспортування та зберігання зерна допомагає оператору спостерігати за проходженням технологічного процесу та за зміною технологічних параметрів з автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора, а також при необхідності вносити вручну управляючі дії

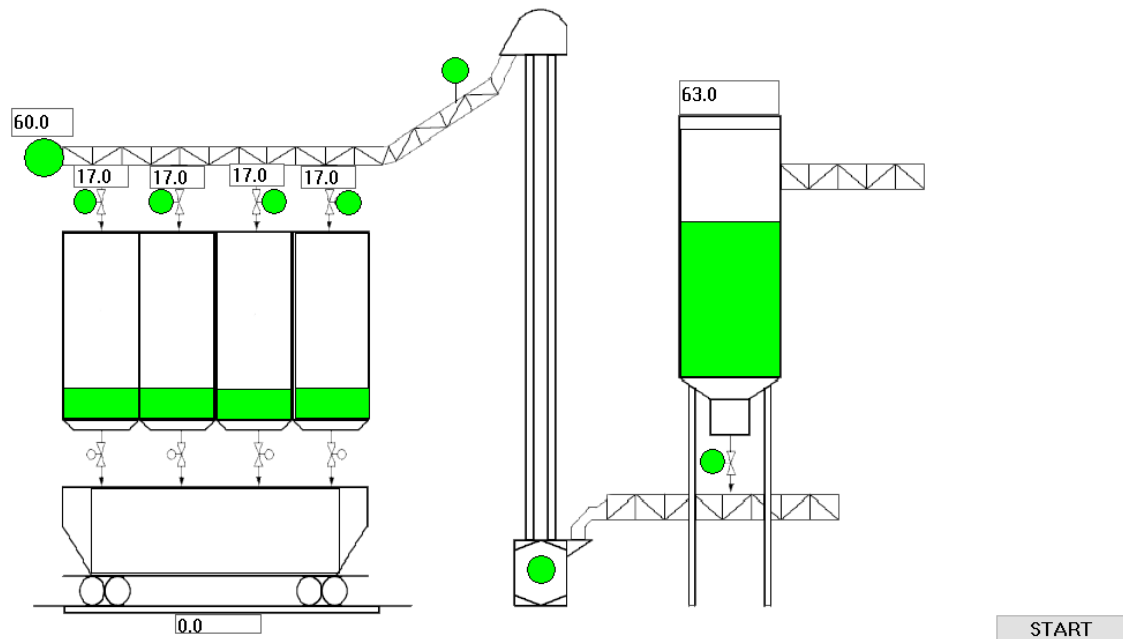


Рисунок 6.2. - Мнемосхема процесу зберігання та транспортування зерна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Висновки

В кваліфікаційній роботі проводився опис розробки системи автоматизації процесу зберігання та транспортування зерна з використанням сучасних технічних засобів автоматизації.

Система автоматизації процесу зберігання та транспортування зерна розроблялася з використанням промислового логічного контролера М340 від виробника Schneider Electric.

З використанням програмного забезпечення UNITY PRO XL розроблена дисплейна мнемосхема для автоматизованого робочого місця оператора.

Використання сучасних технічних засобів автоматизації дозволило зменшити витрати енергоресурсів для проходження технологічного процесу зберігання та транспортування зерна та збільшити прибутковість виробництва.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Список використаної літератури

1. Зберігання зерна на елеваторах URL: <https://gr-agro.com/zberigannya-zerna-na-elevatorah/>
2. Як правильно обрати металевий силос для зберігання зерна URL: <https://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/23486-yak-pravylnno-obraty-metalevyi-sylos-dlia-zberihannia-zerna.html>
3. Датчик IFM IGS209. URL: <https://www.ifm.com/ua/uk/product/IGS209?tab=details>
4. Реверсивний пускач ПМЕ-113. URL: <https://220-energy-380.com/ua/p36931961-puskatel-pme-113.html>
5. Ваговий індикатор Flintec FT-112D. URL: <https://www.flintec.com/media/downloads/ft-112d-indicator-manual-en.pdf>
6. Тензодатчик Flintec RC3D. URL: <https://www.flintec.com/weight-sensors/load-cells/compression/rc3d-ng>
7. Рівнемір Vegapuls 69. URL: <https://www.koda.ua/ukr/products/desc.html?id=1010>
8. Засувка рейкова з електроприводом У10 - ЗРЕ - 400. URL: <https://flagma.ua/uk/zasuvka-reykova-z-elektrichnim-privodom-zre-011108287.html>
9. Частотний перетворювач Lenze 8200 Vector 0,25 - 90 кВт. – Режим доступу: URL: <https://svaltera-nikolaev.uaprom.net/ua/p27902818-preobrazovateli-chastoty-lenze.html>
10. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена,
11. 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

13. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
14. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
15. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П.
16. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
17. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
18. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
19. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
20. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра- К, 2015. – 288 с.
21. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
22. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.

24. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напрямку 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

25. 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.

26. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

27. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

28. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentri Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p. 68

29. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: 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.

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61