

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

(підпис)

Андрій Форсюк

(ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

Ярослав Смітюх

(ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв

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

Семенюк Ярослав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Заєць Наталія Анатоліївна

(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 Андрій Мошенський

(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 – 2022 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 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Семенюк Ярослав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв

керівник роботи д.т.н., проф. Засць Наталія Анатоліївна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 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. Вибір регульованих величин і каналів регульовальних дій. 1.3. 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. 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 31 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Семенюк Я.С.

_____ (підпис)

Керівник роботи Засць Н.А.

_____ (підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – термометра опору APLISENS CTR 8 Pt 100, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК, розширені схеми підключення технічного засобу та опис схем підключень і живлення.

Розроблений алгоритм та програма для управління установкою насичення газованих напоїв. Програма розроблена на програмному забезпеченні Siemens TIA Portal для ПЛК S7-1500. Інтерфейс SCADA-програми технологічного процесу розроблено за допомогою WIN CC. Вигляд та опис функціоналу SCADA-програми представлений в записці.

Ключові слова: газований напій, ОВЕН, Siemens, S7-1500.

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

Annotation

In this qualification work, the development of automation system for the production of carbonated beverages.

In the qualifying work presented a description of the technological process, task for the automation system, automation scheme, technical specifications, specifications of automation hardware, wiring diagram of technical automation connection - resistance thermometer APLISENS CTR 8 Pt 100, connection diagrams of sensors and actuators to the PLC, advanced connections technical diagrams and circuits description of connection and power circuits.

An algorithm and a program for controlling the installation of carbonated beverage saturation have been developed. The program is designed for Siemens TIA Portal software for PLC S7-1500. The SCADA program interface was developed using WIN CC. View and describe the functions of SCADA programs presented in the note.

Keywords: carbonated drink, OVEN, Siemens, S7-1500.

					<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 Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій.....	10
1.3 Розробка завдання на систему автоматизації.....	11
Розділ 2. Система автоматизації.....	12
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	12
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	33
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	35
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)	35
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	42
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	43
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу	44
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	46
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	58
6.1. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	58
Висновок.....	59

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

Вступ

Під автоматизацією розуміють застосування методів та засобів автоматизації для управління виробничими процесами.

Управління виробничими процесами – це цілеспрямований вплив на цей процес, який забезпечує оптимальний або заданий режим його роботи.

Автоматизація виробництва – це етап машинного виробництва, що характеризується звільнення людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передачею цих функцій автоматичним пристроям.

Автоматизація призводить до поліпшення основних показників ефективності виробництва, до збільшення кількості, до поліпшення якості, до зниження собівартості продукції, що викупується, до підвищення продуктивності праці, до скорочення браку і відходів, до зменшення витрат на сировину та енергію, до зменшення чисельності основних робітників, до без аварійної роботи обладнання, до попередження забруднення атмосферного повітря та забруднення води промисловими відходами, виключає випадки травматизму.

Одним з основних показників, що характеризують якість газованої води, є вміст у них діоксиду (двоокису) вуглецю. Напої, рясно їм насичені, добре втамовують спрагу.

Для насичення напоїв зазвичай вживають рідкий діоксид вуглецю і проводять цю операцію в спеціальних апаратах-сатураторах і синхронно-змішувальних установках.

Насичення води здійснюється в апаратах періодичної (об'ємних змішувальних сатураторах) і безперервної дії.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Ступінь насичення напоїв і води діоксидом вуглецю залежить від його здатності розчинятися в компонентах напою, від температури напою і води, тиску, при яких проводиться процес насичення, тривалості контакту, поверхні обміну, наявності повітря в діоксиді вуглецю і воді, конструкції устаткування, яке застосовується для насичення.

Температура води в процесі насичення її діоксидом вуглецю не повинна перевищувати 6 °С. Охолоджена вода повинна проходити найбільш короткий шлях від холодильника до сатуратора. Щоб уникнути нагрівання трубопроводу та збірники для охолодженої води необхідно ізолювати.

Робочий тиск при насиченні води і напоїв діоксидом вуглецю залежить від конструкції сатуратора або установки і зазвичай знаходиться в необхідних межах.

Деаерація води в сатураторі здійснюється:

Спочатку з деаератора за допомогою водоструминного насоса відкачується частина повітря до розрідження 0,06 МПа, а далі повітря частково віддається вже із сатураційної колонки шляхом зниження парціального тиску при витісненні повітря двооксидом вуглецю.

Машинно-апаратна схема сатуратора АСМ показана на рис. 1.1. Всі апарати і комунікаційні вузли в установці змонтовані на одній плиті і забезпечені приладами контролю й автоматики.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Семенюк Я.С.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А.					8	4
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Деаератор являє собою циліндричну ємність зі сферичним днищем і кришкою. У верхній її частині розміщений власне деаератор, усередині якого розташований датчик рівня води 9 і сферичні тарілки 3, по яких стікає тонким шаром вода, що піддається деаерації. За допомогою водоструминного ежектора 11 у деаераторі створюється розрідження і відсмоктування деякої кількості повітря, що виділяється з води.

Водоструминний ежектор 11 працює в такий спосіб. У нижній частині деаератора розташована допоміжна ємність, наповнена технічною водою, що за допомогою насоса 25 подається в ежектор 11, куди засмоктується повітря з деаератора і суміш повітря з технічною водою повертається назад у допоміжну судину, і так цикл повторюється безупинно.

Вода після деаерації насосом 22 перекачується в сатураційну колонку 6, що представляє собою рознімну посередині циліндрична ємність. Сатураційна колонка також розділена на дві частин: верхню, у якій відбувається насичення води двооксидом вуглецю, і нижню, що є збірником води, насиченої CO_2 .

Вода нагнітається в сатураційну колонку насосом 22 через форсунки 21 і конічний відбивач 20, рівномірно розприскується по поверхні решітки 19.

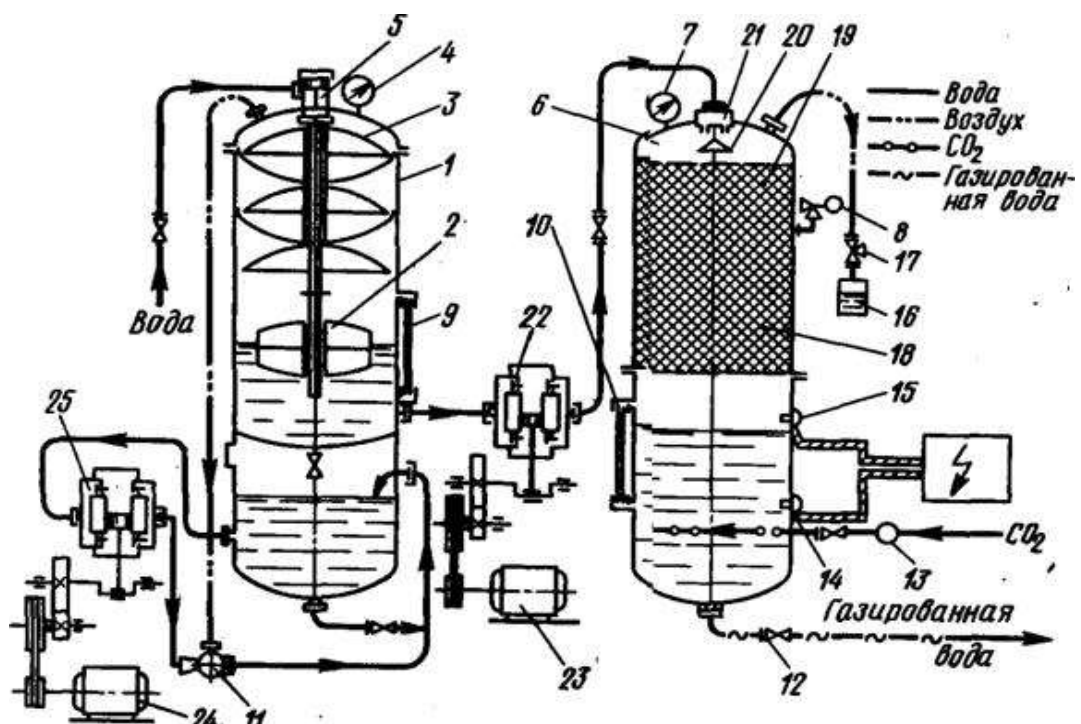


Рис. 1.1 Сатуратор АСМ

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Далі вода стікає тонким шаром по поверхні керамічних кілець 18, що заповнили об'єм верхньої частини сатураційної колонки. Двооксид вуглецю подається по трубі 13, барботує крізь шар води і заповнює газовий простір сатураційної колонки. Вода, що надходить у сатураційну колонку, розприскується форсунками 21 і, стікаючи тонким шаром по керамічних кільцях, здобуває велику поверхню контакту з двооксидом вуглецю, при температурі 5-6°C інтенсивно насичується газом.

Оскільки весь простір сатураційної колонки заповнено двооксидом вуглецю, парціальний тиск у ньому мізерний, що сприяє виділенню з води розчиненого в ній повітря. Повітря, що виділяється з води, легше двооксиду вуглецю, тому він збирається у верхній частині колонки і через регульований вентиль 17 і водяний затвор 16 викидається в атмосферу.

За допомогою датчиків 14 і 15, встановлених у нижній частині сатураційної колонки, регулюється рівень газованої води в колонку, так, наприклад, при зниженні рівня води до датчика 14 включається електродвигун 23 насоса 22, що нагнітає воду в колонку, а при підйомі рівня до датчика 15 електродвигун зупиняється.

Спостереження і контроль за роботою установки здійснюються за допомогою наступних приладів: на деаераторі вакуумметром 4 і показчиком рівня 9, а на сатураційній колонці манометром 7, запобіжним клапаном 8 і показчиком рівня 10. Продуктивність сатуратора АСМ 3000 л/год.

1.2 Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій

Сатуратор АСМ призначений для безупинного насичення питної води двооксидом вуглецю.

Об'єктом управління складається з:

- *Колони деаерації;*
- *Струменевого насоса;*
- *Перекачувального насосу;*
- *Колони насичення;*

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

Показником ефективності є якість насиченою води вуглецем, що виробляється установкою.

Мета управління – отримання напою із заданими параметрами: температура 5°C, концентрація 0.65%, витрата 3000 л/г.

Для досягнення мети управління та ліквідації збурювальних впливів, регулюють:

1. Розрідження в деаераційній колоні із впливом на регулюючий орган інжекторного насосу.
2. Концентрацію вуглецю з впливом на регулюючий орган подачі CO₂.
3. Рівень у колонах з регулюючі органи подачі води та суміші.

1.3 Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1 Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Колонка деаерації	Тиск розрідження	0,055 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура води	5°C	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Рівень	±550мм	Регулювання	Стан	Відк./Закр. РО подачі води	
2	Колонка насичення	Тиск	0,35 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Тиск діоксиду вуглецю	0,7 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Температура води	5°C	Контроль	Відображення	АРМ оператора	
		Рівень	MAX,MIN	Регулювання	Стан	Вкл.\Викл. насос подачі деаерованої води	
		Масова концентрація CO ₂	0,650%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на РО подачі CO ₂	
		Витрата сатурованої води	3000 л\г	Контроль	Відображення	АРМ оператора	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимірювання температури

ОВЕН

Промислові датчики температури

ДТС5Л-100М.В.3



Рис. 2.10 Зовнішній вигляд приладу

Термометри призначені для вимірювання температури рідких, газоподібних та сипких середовищ, а також твердих тіл, не агресивних до матеріалу захисного корпусу (арматури, чохла, оболонки, кожуха) та захисної гільзи.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Семенюк Я.С.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А					12	23
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Термометри призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами з вторинною реєструючою та показовою апаратурою, регуляторами, іншими пристроями автоматики та системами управління, працюючими з вищезгаданими вихідними сигналами.

Технічні характеристики

Характеристики	ДТСХХ5		
Номінальна статична характеристика (НСХ)	50М, 100М	50П, 100П	РТ100, РТ500, РТ1000
Діапазон температур, що вимірюються: • клас допуску А • клас допуску В та С	-50...+180°C	-100...+450°C -196...+500°C	-60...+300°C -60...+500°C
Умовний тиск	0,1...6,3 МПа (залежить від конструктивного виконання)		
Показник теплової інерції	не більше 10...30 с		
Опір ізоляції	Не менше 100 МОм		
Кількість чутливих елементів	1 або 2		
Схема внутрішніх з'єднувань провідників	2 – дводротова 3 – трьохдротова 4 – чотирьохдротова		
Виконання сенсора відносно корпусу	ізольований		
Виконання комутаційної головки	пластмасова, металева		
Тип нарізного штуцера	Метрична різь, трубна різь		
Матеріал захисної арматури	сталь 12Х18Н10Т		
Ступінь захисту	IP54 (IP65 - для датчиків з металевою комутаційною головкою)		

Рис. 2.11 Характеристики

Конструкція

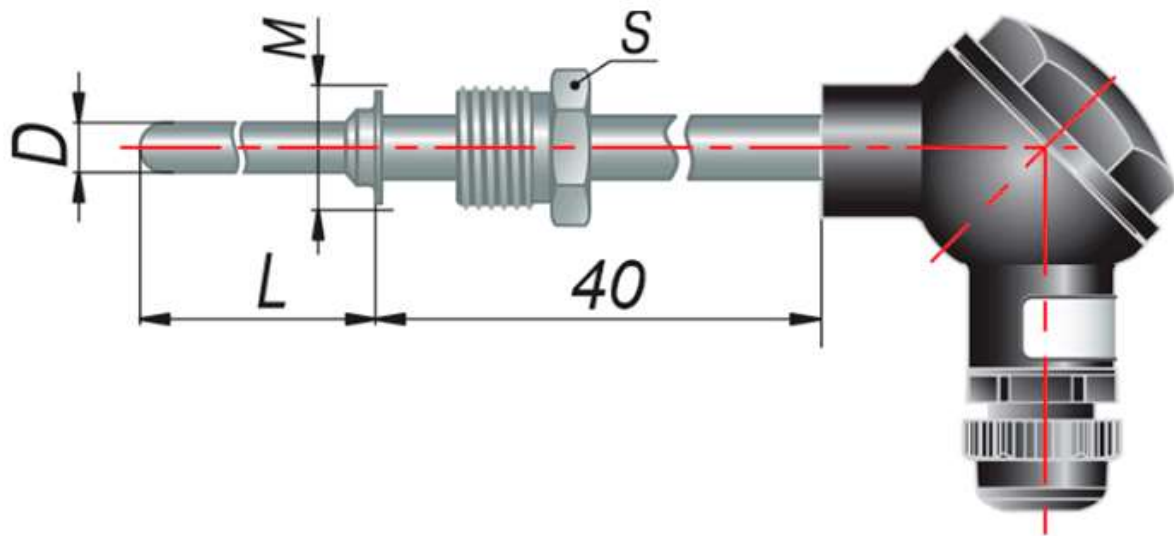


Рис. 2.12 Конструкція

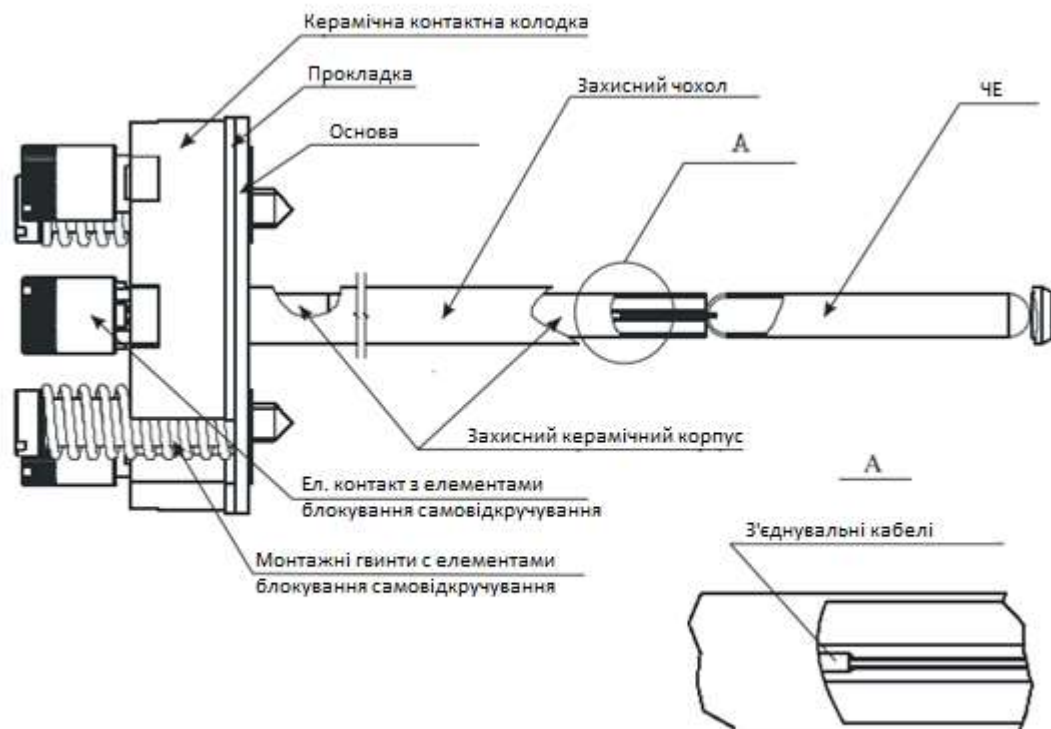


Рис. 2.13 Конструкція

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Підключення

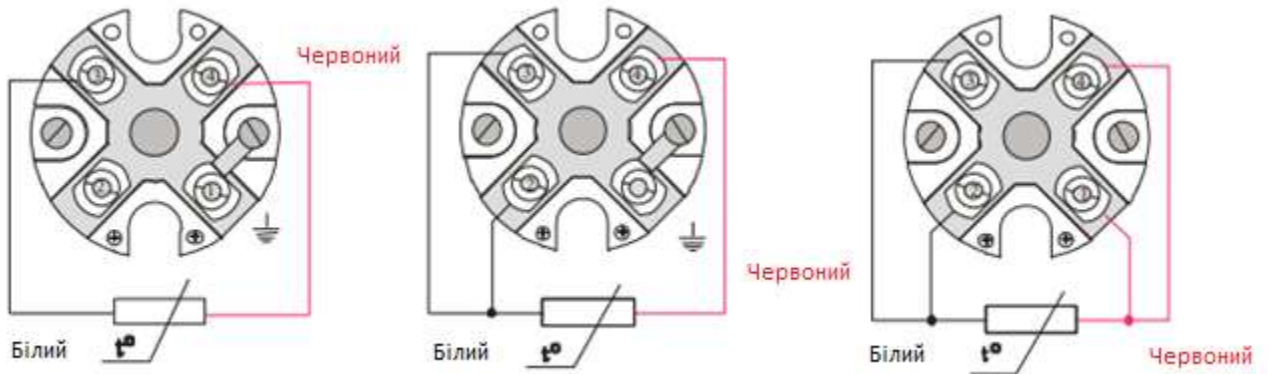


Рис. 2.14 Підключення

Тиск

VEGA

Датчики тиску

Для вимірювання розрідження в деаераторі, тиск в колоні насичення та тиску вуглецю обраний датчик тиску з металевою мембраною VEGABAR 19.

VEGABAR 19



Рис. 2.14 Зовнішній вигляд

Перетворювач тиску VEGABAR 19 з металевою чутливою мембраною призначений для вимірювання газів, пари та рідин.

Пристрій є економічним рішенням для різноманітних застосувань у будь-яких промислових галузях.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

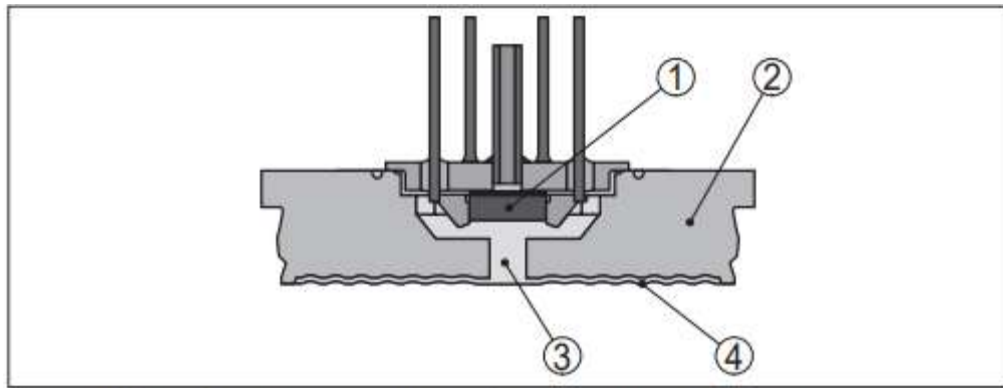
Технічні характеристики

Робочий тиск через металеву мембрану впливає на чутливий елемент, що призводить до зміни опору. Ця зміна перетворюється на відповідний вихідний сигнал і видається як виміряне значення.

Measuring cell	Piezoresistive/DMS
Diaphragm	Metal
Media	Gases, vapours and liquids, also aggressive products
Process fitting	Thread from G½ or ½ NPT
Material Process fitting	316L
Material Diaphragm	316L
Measuring cell seal	-
Isolating liquid	Synthetic oil
Measuring range	-1 ... +100 bar/-100 ... +10 MPa (-14.5 ... +1450 psig)
Smallest measuring range	0.4 bar/40 kPa (5.802 psig)
Process temperature	-40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)
Deviation	< 0.5 %
Signal output	● 4 ... 20 mA
Communication interface	-
Indication	-
Adjustment	-
Approvals ¹⁾	-

Рис. 2.15 Характеристики

Конструкція

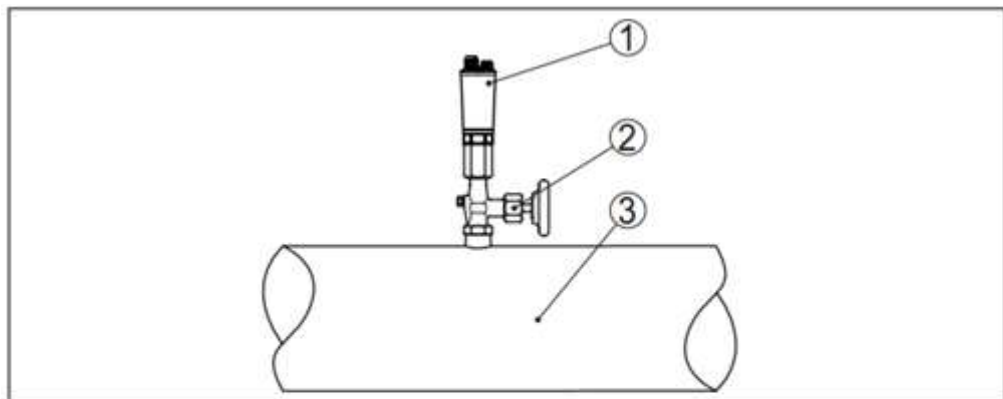


Конструкція вимірювального пристрою з п'єзорезистивним чутливим елементом

- 1 Чутливий елемент
- 2 Основна частина
- 3 Передаточна рідина
- 4 Мембрана до процесу

Рис. 2.16 Конструкція

Монтаж



Вимірювання тиску газів в трубопроводах

- 1 VEGABAR
- 2 Запірний вентиль
- 3 Трубопровід

Рис. 2.17 Монтаж

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

17

Підключення

Підключення через штекер M12 x 1

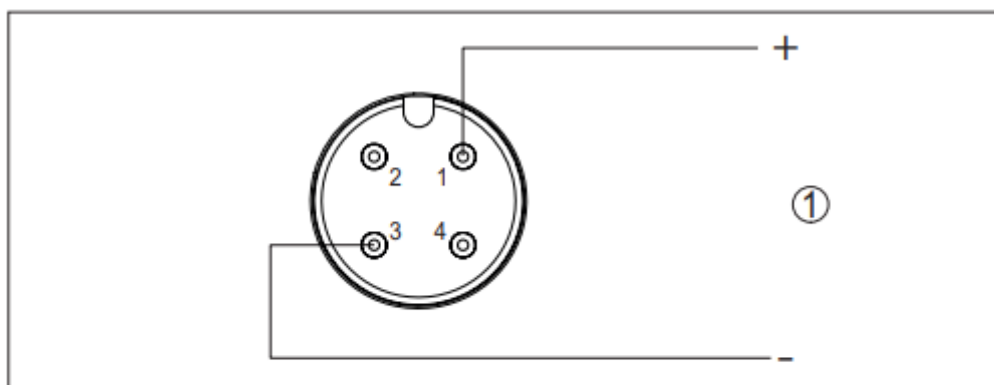


Схема підключення - 2 провідна. 4 ... 20 mA - штекер M12 x 1

1 Живлення та вихід сигналу

Контакт штекерного роз'єму	Назначення/полярність
1	Живлення, вихід сигналу/+
2	Не використовується
3	Живлення, вихід сигналу/-
4	Не використовується

Рис. 2.18 Підключення

Рівень

Для вимірювання рівня в колоні насичення обраний дворівневий поплавковий датчик рівня ОВЕН ПДУ-1.2.200.100

Дворівневий поплавковий датчик рівня

ОВЕН ПДУ-1.2

Дворівневі поплавкові датчики ОВЕН ПДУ – це прості й надійні пристрої, що призначені для сигналізації граничних (мінімального та максимального) рівнів рідини у закритому або відкритому резервуарі. Принцип дії поплавкових датчиків ґрунтується на механічному переміщенні поплавка уздовж штоку. У поплавку знаходиться постійний магніт, а у шторці встановлені геркони, контакти яких замикаються у магнітному полі поплавка, формуючи на виході пристрою відповідний сигнал. Датчики рівня ОВЕН ПДУ випускаються з нормально-замкненими та нормально-розімкненими контактами.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рис. 2.19 Зовнішній вигляд

Характеристики

Найменування параметра	Значення				
	пду-1.2	пду-2.2	пду-3.2	пду-2Н. 2	пду-3Н. 2
Електричні параметри					
Кількість сигналізованих рівнів	2				
Максимальна комутувана потужність, Вт	10		30	10	30
Максимальний комутований струм, А	0,5		2	0,5	2
Максимальна комутувана напруга, В	180		230	180	230
Кількість спрацьовувань при напрузі комутації постійного струму 24 В і струмі 0,25 А	1×10^8				
Конструктивні параметри					
Розташування осі кріпильного отвору датчика в резервуарі	Горизонтальне	Вертикальне		Вертикальне (зовнішній монтаж)	
Максимальна довжина штока до нижнього рівня, мм	2500		3000	2500	3000
Нормальний стан контактів датчика:					
для ПДУ-Х. Х, ПДУ-ХН.Х	Нормально-розімкнений				
для ПДУ-Х. Х, К, ПДУ-ХН.Г. К	Нормально-замкнений				
Щільність вимірюваного середовища, г / см ³	0,8		0,65	0,8	0,65
Температура контролюваного середовища, °С	-40...+105				-20...+105
Тиск контролюваного середовища, МПа	не більше 1 МПа (для виконань ПДУ-1.Х, ПДУ-2.Х, ПДУ-2Н.Х, ПДУ-3Н. Х з типом приєднання CLAMP) не більше 2 МПа (для виконань ПДУ-3.Х, ПДУ-3Н. Х з типом приєднання G2)				
Матеріал робочої частини датчика	Сталь 12Х18Н10Т і AISI 316L (поплавок)				
Ступінь захисту	IP68 для занурної (робочої) частини датчика IP65 для зовнішньої частини датчика (від площини приєднання до процесу)				

Рис. 2.20 Характеристики

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Монтаж

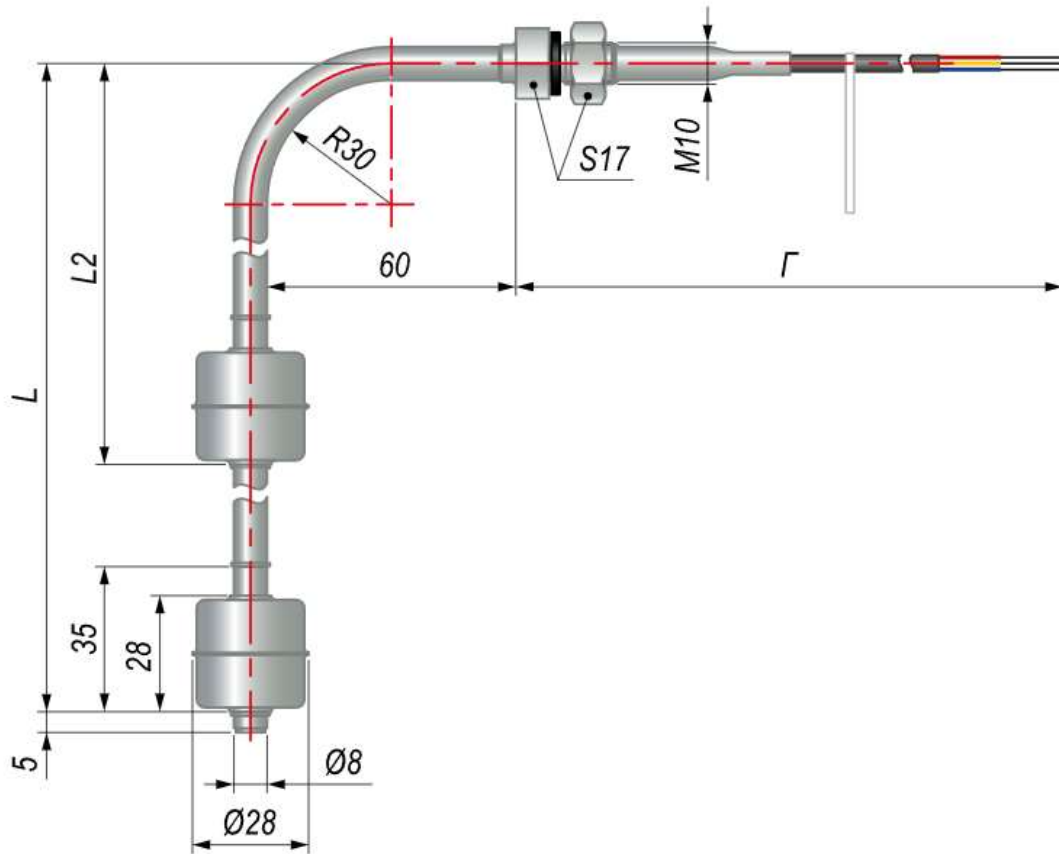


Рис. 2.21 Монтаж

Підключення

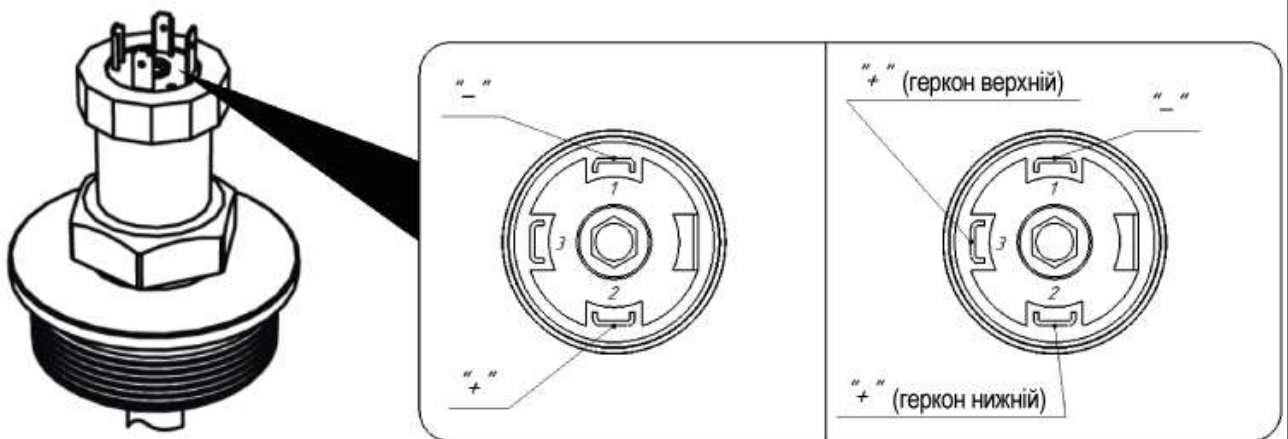


Рис. 2.22 Підключення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

20

Для вимірювання рівня в деаераторі обраний поплавковий датчик рівня з аналоговим вихідним сигналом 4...20 мА ОВЕН ПДУ-И.1250.

Поплавкові датчики рівня з аналоговим вихідним сигналом 4...20 мА ОВЕН ПДУ-И



Рис. 2.23 Зовнішній вигляд

Характеристики

Назва параметра	Значення
Електричні параметри	
Схема підключення	Двоточкова
Рід живильного струму	Постійний
Напруга живлення, В	12...36
Вихідний сигнал, мА	4...20
Споживана потужність, Вт, не більше	1
Опір навантаження, Ом, не більше	визначається за формулою: $(U - 8) / 50$, де U – напруга живлення, В
Метрологічні характеристики	
Діапазон вимірювань рівня, мм	від 0 до 250...4000 (залежно від виконання)
Дискретність вимірювання рівня (роздільня здатність), мм	10 або 5 залежно від виконання
Додаткова похибка вимірювання від температури, % на 10 °С, не більше	0,2
Конструктивні параметри	
Розташування осі монтажного отвору датчика у резервуарі	Вертикально
Тягорушник приєднувальної розетки (для датчиків з нарізним приєднанням)	G2
Розмір отвору в скляній оболонці (для датчиків з нарізним приєднанням), мм	36
Діаметр зовнішньої оболонки з'єднувального кабелю, мм	4...8
Перетин з'єднувального дроту, мм ²	0,2...2
Матеріал робочої частини датчика	Сталь 12Х18Н10Т (штук) і АІ8І 316 (плаплавковий)
Ступінь захисту за ГОСТ 14254	IP65

Рис. 2.24 Характеристики

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтаж

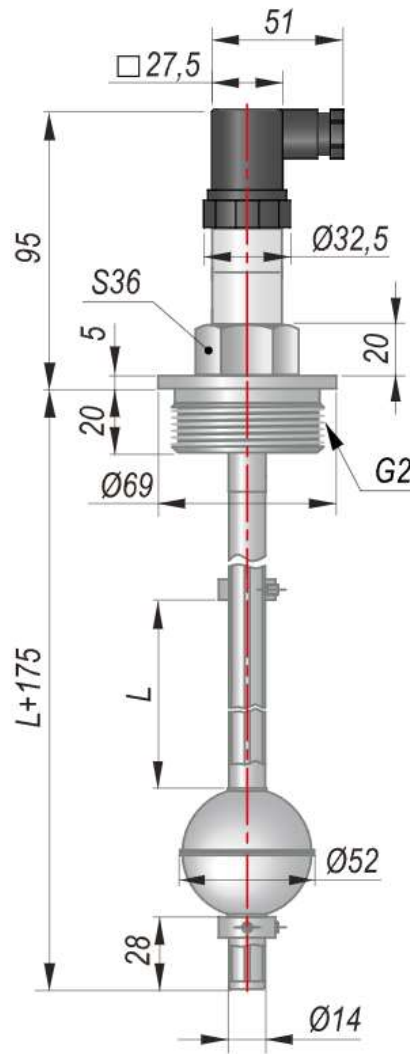


Рис. 2.25 Монтаж

Підключення

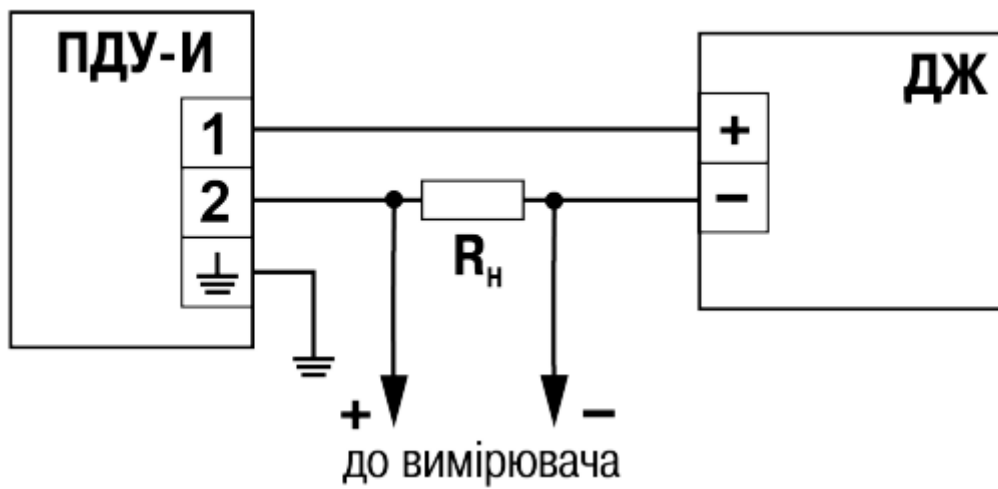


Рис. 2.26 Підключення

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата

Для вимірювання витрати готового газового напою було обрано електромагнітний витратомір РЕМ-1000.

РЕМ-1000



Рис. 2.27 Зовнішній вигляд

Монтаж

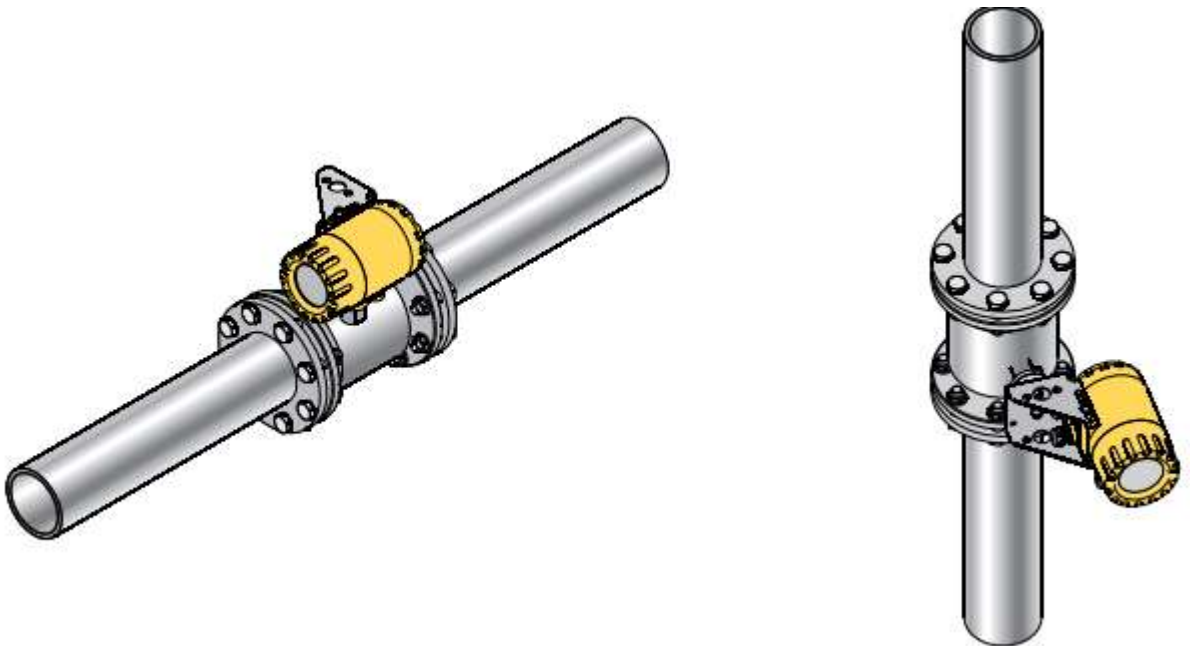


Рис. 2.28 Монтаж

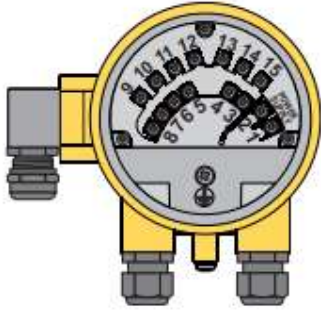
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

23

Підключення



электрические выводы

	№ клеммы	Описание		
			(-)	питание низковольтное DC (опция)
Питание	1	питание сети	(-)	
	2		(+)	
Релейный выход ОС 1	3	полярность произвольная, гальванически изолирован, пассивный		
	4			
Импульсный/частотный выход	5	полярность произвольная, гальванически изолирован, пассивный		
	6			
Токовый выход 4+20 мА	7	(+)	активный/пассивный (активный стандартно)	
	8	(-)		
Связь	9	RS 485 A	гальванически изолирован, заземление должно быть подключено	
	10	RS 485 B		
	11	RS 485 заземление / экран		
Релейный вход пассивный	12	полярность произвольная, гальванически изолирован		
	13			
Цифровой выход ОС 2	14	полярность произвольная, гальванически изолирован, пассивный		
	15			

Рис. 2.29 Підключення

Інтелектуальний засіб вимірювання розчиненого CO₂

InPro 5000



Рис. 2.31 Зовнішній вигляд

Принцип вимірювання заснований на методі потенціометричного аналізу CO₂, запропонованому Северінгхаузом, що застосовується вже понад 45 років.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Високочиста обробка поверхні корпусу датчика з нержавіючої сталі запобігає забрудненню та забезпечує широкі можливості стерилізації. Модульна конструкція мембран значно скорочує обслуговування. Внутрішній елемент датчика – рН-електрод – легко замінити. Для виконання цієї операції не потрібно надсилати датчик у сервісний центр. Випускаються також ISM-модифікації датчиків із підтримкою всіх сучасних функцій.

Метрологічні характеристики

Діапазон вимірювання: 10 ... 1000 мбар рCO₂
 Похибка: ± 10 % (рCO₂ 10 ... 900 мбар), ± 15 % (рCO₂ > 900 мбар)
 Час встановлення сигналу: < 120 с до 90% значення при 25 °С

Конструкція

Принцип вимірювання: Потенціометричний осередок Северінгхауза
 Роз'єм: ISM: K8S; Аналоговий: VP
 Установче з'єднання: Pg 13.5
 Корпус датчика: Нержавіюча сталь 316 L
 Матеріал мембрани: Силікон (армований сталеву сіткою)
 Шорсткість робочої поверхні: N5/Ra16 (Ra = 0,4 мкм / 16 мкдюйм)
) (відповід. вимогам FDA)
 Діаметр датчика: 12 мм

Умови експлуатації

Температурна компенсація: Автоматична
 Датчик температури: ISM: Цифровий; Аналоговий: Pt 1000
 Діапазон вимірювання температури: 0 ... 60 °С (32 ... 140 °F)
 Температура стерилізації: 130 °С / 266 °F (Стерилізація та автоклавування)
 Робочий тиск: 0.2 ... 2 бар (від 3 до 30 фунтів на квадратний дюйм)
 Розрахунковий тиск: До 3 бар (42 фунти на квадратний дюйм) при 25 °С (77 °F)

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

Виконавчі механізми (ВМ) та регулюючі органи (РО) та інші технічні засоби автоматизації

**Клапани електромагнітні нормально закриті
M16RM N.C.(MADAS)**



Рис. 2.33 Зовнішній вигляд

Клапан електромагнітний нормально закритий у стабільному стані блокує проходження робочого середовища. Після подачі струму спеціальний затвор відкриває прохід. За відсутності напруги затвор повертається у вихідне положення. Температура робочого середовища: від - 15 до + 250 ° С; Напруга живлення - 230В 50Гц.

**Виконавчий механізм
ГЗ-А.100 КСК**



Рис. 2.34 Зовнішній вигляд

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

Характеристики

Условное обозначение	Тип присоединения к арматуре по ОСТ 26-07-763-73	Номинальный крутящий момент на выходном валу		Частота вращения вала, об/мин.		Настраиваемое число оборотов выходного вала, необходимое для закрытия (открытия) арматуры, об.		Вес кг, ±8%
		Нм	кгс*м	Стандарт.	По заказу	Мин.	Макс.	
ГЗ-А.100 КСК	А	100	10	24	12, 18, 36	1	300	32
ГЗ-А.150 КСК	А	150	15	24	12, 18, 36	1	300	32
ГЗ-Б.200 КСК	Б	200	20	24	12, 18, 36	1	300	47
ГЗ-Б.300 КСК	Б	300	30	24,36	12, 18, 48	1	300	47
ГЗ-В.600 КСК	В	600	60	24,36	12, 18, 48	1	400	106
ГЗ-В.900 КСК	В	900	90	24	12, 18, 36	1	400	106
ГЗ-Г.2500 КСК	Г	2500	250	24	12, 18, 36	1	400	185
ГЗ-Д.5000 КСК	Д	5000	500	12	18, 24	1	400	260

Рис. 2.35 Характеристики

Підключення

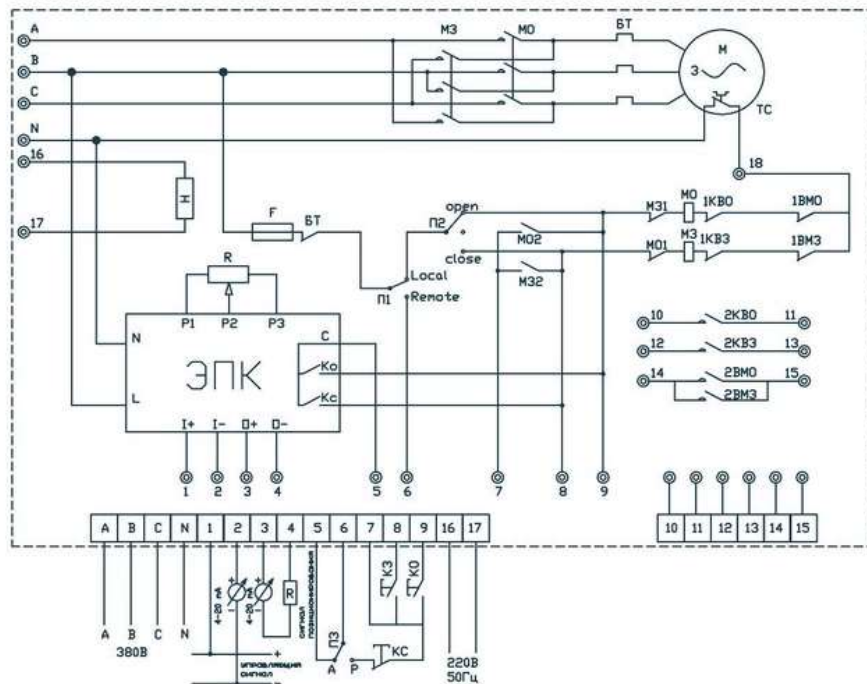


Рис. 2.36 Підключення

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Індикатор струмової петлі

ОВЕН

ИТП11



Рис. 2.37 Зовнішній вигляд

Монтаж

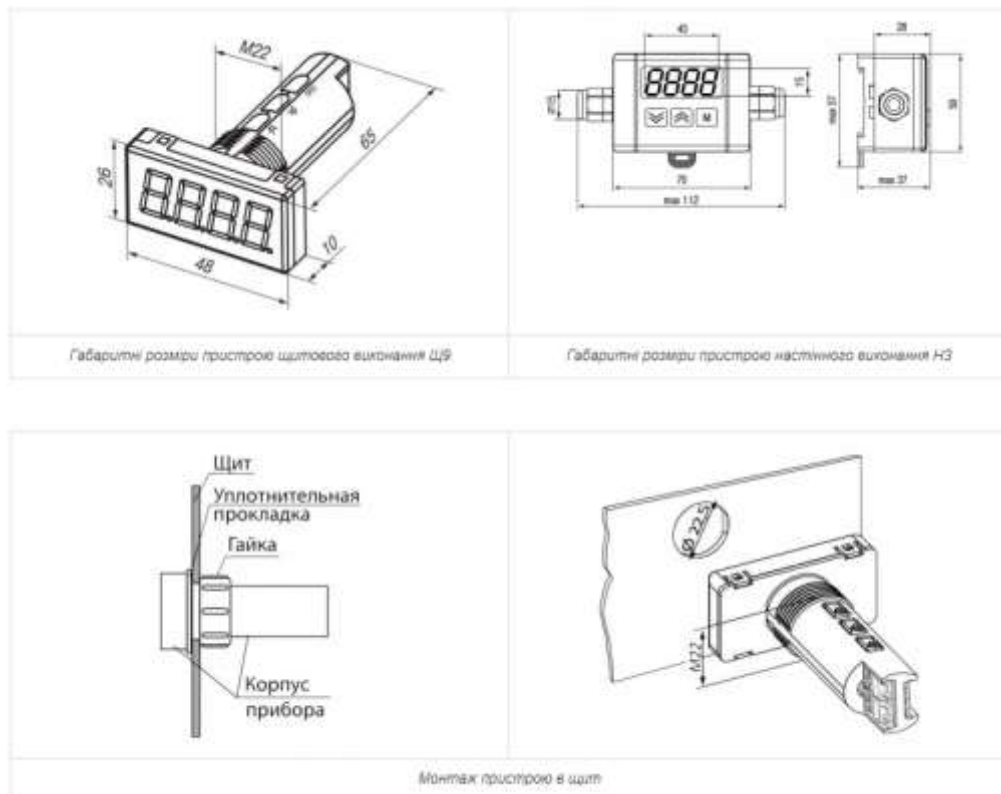


Рис. 2.38 Монтаж

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

28

Схеми підмикання ИТП-11



Рис. 2.39. Схема підключення

Перемикачі та кнопки

ПЕРЕМИКАЧ

XB4BD21



Рис. 2.40 Зовнішній вигляд

**КНОПКА 22ММ З ПОВЕРНЕННЯМ ЧОРНА
XB4BD25**



Рис. 2.41 Зовнішній вигляд

**СИГНАЛЬНА ЛАМПА 22ММ 230В ЗЕЛЕНА З ПІДСВІТКОЮ
XB4FVM4**



Рис. 2.42 Зовнішній вигляд

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

**СИГНАЛЬНА ЛАМПА 22ММ 230В ЧЕРВОНА З ПІДСВІТКОЮ
XB4BVB4**



Рис. 2.43 Зовнішній вигляд

2.2 Схема автоматизації

На функціональній схемі автоматизації процесу насичення питної води двооксидом вуглецю відбувається:

- *регулювання рівня в деаераторі;*
- *регулювання рівня в колоні насичення;*
- *регулювання тиску в колоні насичення;*
- *регулювання концентрації CO₂ в воді;*

Регулювання рівня в колоні деаерації здійснюється: вимірюванням рівня за допомогою ОВЕН ПДУ-И.1250. (поз. 6а), сигнал якого поступає на ПЛК регулюючий сигнал поступає на електромагнітний клапан M16RM N.C.(MADAS) (поз. 10а) з допомогою якого вода поступає в колону.

Регулювання рівня в колоні насичення здійснюється: вимірюванням рівня за допомогою ОВЕН ПДУ-1.2 (поз. 7а), сигнал якого поступає на ПЛК

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

регулюючий сигнал поступає на електропривод насосу (поз. КМ19) з допомогою якого вода поступає в колону.

Регулювання тиску в колоні здійснюється: вимірюванням тиску за допомогою датчика диференціального тиску VEGABAR 19 (поз. 4а), через ПЛК регулюючий сигнал поступає на ВМ ГЗ-А.100 КСК (поз. КМ12) який приводить в дію РО з допомогою якого регулюється тиск в колоні.

Регулювання концентрації CO₂ в колоні насичення здійснюється: вимірюванням концентрації за допомогою датчика InPro 5000 (поз. 9а), сигнал якого поступає на ПЛК регулюючий сигнал поступає на ВМ ГЗ-А.100 КСК (поз. КМ14) який приводить в дію РО з допомогою якого регулюється подача вуглецю в колону.

Температуру води контролюють за допомогою датчика температури ОВЕН ДТС5Л-100М.В.3 (поз. 1а, 2а).

Тиск розрідження в деаераторі та тиск вуглецю контролюють за допомогою датчика тиска тиску VEGABAR 19 (поз. 3а, 5а).

Витрату води контролюють за допомогою датчика PEM-1000 (поз. 8б).

Управління електроприводом насоса деаератора здійснюється за допомогою контактора (поз. КМ18).

Злив з колони насичення готового напою здійснюється за допомогою електромагнітний клапан M16RM N.C.(MADAS) (поз. 16а).

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

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації.

№ п\п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика приладу	Тип, Марка	Кількість	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1a,2a	За місцем	Термометр опору 100М ³ з вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань - 50...+180 °С	ДТС5Л-100М.В.3	2	ОВЕН, Харків
2	3a,4a,5a	За місцем	Датчик тиску з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 VDC, діапазон вимірювань -1...+100 Бар.	VEGABAR 19	3	SKIF CONTROL Київ
3	6a	За місцем	Поплавкові датчики рівня з аналоговим вихідним сигналом 4...20 мА, напруга живлення 24 VDC.	ПДУ-И.1250.	1	ОВЕН, Харків
4	7a	За місцем	Дворівнений поплавковий датчик рівня з вихідним сигналом 24 VDC, напруга живлення 24 VDC.	ОВЕН ПДУ-1.2.200.100	1	ОВЕН, Харків
5	8a	За місцем	Електромагнітний витратомір з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 230 VAC.	PEM-1000	1	APLISENS, Варшава
6	9a	За місцем	Інтелектуальний засіб вимірювання розчиненого СО ₂ з вихідним сигналом 24 VDC, напруга живлення 24 VDC.	InPro 5000	1	ООО "СПЕЦАВТОМАТИК А УКРАИНА", Харків

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
7	10а, 16а	За місцем	Клапан електромагнітний нормально закритий, напруга живлення 230 VAC	M16RM N.C.(MADAS)	2	ООО "СПЕЦАВТ ОМАТИКА УКРАИНА", Харків
8	KM12, KM14	За місцем	Механізм електричний однобортний з кутом повертання 0°...270°, напруга живлення 380 VAC	ГЗ-А.100 КСК	2	ООО "СПЕЦАВТ ОМАТИКА УКРАИНА", Харків
9	12в, 14в	На щиті	Індикатор струмової петлі	ОВЕН ИТП11	2	ОВЕН Харків
10	SA1-4	На щиті	Перемикач поворотний 2-х позиційний	XB4BD25	4	Schneider Київ
11	SB1-8	На щиті	Кнопка чорна	XB4BA21	8	Schneider Київ
12	KM18, KM19	На щиті	Контактор 3-х полюсний 9А АС3	BF32.00.A	2	СВ «АЛЬТЕРА» Київ
13	KM18, KM19	На щиті	Допоміжний контакт із переднім центральним кріпленням 2NO + 2NC	BFX1022	2	СВ «АЛЬТЕРА» Київ
14	HL3, HL5	На щиті	Лампа сигнальна Зелена 230 VAC	XB4FVM3	2	Schneider Київ
15	HL4, HL6	На щиті	Лампа сигнальна Червона 230 VAC	XB4FVM4	2	Schneider Київ

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

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

SIMATIC S7-1500



Рис. 3.1 Зовнішній вигляд

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Семенюк Я.С.			<i>Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А					35	9
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Переваги SIMATIC S7-1500

Максимальна продуктивність усіх систем виконання забезпечується за рахунок

- *Високопродуктивні процесори*
- *Високошвидкісна внутрішня шина*
- *Інтерфейс PROFINET в якості зв'язку з віддаленими входами/виходами*
- *Автоматично активована системна діагностика, аж до каналів входів/виходів*
- *Можливість використання утиліти TRACE для всіх змінних*
- *Процесор відображає наступну інформацію:*
- *Доступ до MLFB, FW-версії та серійних номерів*
- *Конфігурування (наприклад, встановлення IP-адреси, назви станції)*
- *Діагностика*
- *Спрощене програмування через зручні для користувача нові редактори та інструкції в LAD/FBD/STL*

Конфігурація

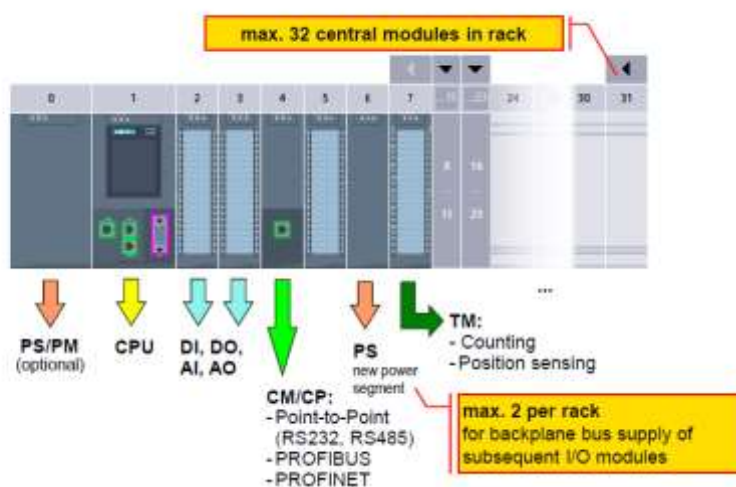


Рис. 3.2. Конфігурація ПЛК

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Розміщення модулів:

- 0 слот – модуль живлення
- 1 слот – процесорний модуль
- починаючи з 2 послідовність будь яка

Сигнальні модулі

- Дискретні вхідні модулі: 24 В постійного струму, 230 В змінного струму
- Дискретні вихідні модулі: 24 В постійного струму, 230 В змінного струму

- Аналогові вхідні модулі: напруга, струм, опір, термонара
- Аналогові вихідні модулі: напруга, струм

Модулі зв'язку (СР – Комунікаційний процесор, СМ – Комунікаційний модуль)

- З'єднання «точка-точка»
- ПРОФІБУС
- ПРОФІНЕТ

СР і СМ є обома модулями зв'язку. Як правило, СР мають дещо більшу функціональність, ніж СМ (наприклад, власний веб-сервер, брандмауер тощо).

Технологічні модулі (ТМ - Технологічний модуль)

- Високошвидкісні лічильники
- Позичіонування

Інтерфейсні модулі для стійки розширення

Центральна багаторівнева конфігурація не передбачена. Розширення можна реалізувати за допомогою системи розподіленого вводу/виводу ET200MP.

Блок живлення

Модулі вводу/виводу в центральній стійці S7-1500 потребують живлення через системну шину (шина зв'язку з процесором) і джерело живлення для навантаження (вхідні або вихідні схеми для датчики та пускачі).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

PM - Модуль живлення → Стороннє джерело живлення

Постачає модулі з 24 В постійного струму для вхідних і вихідних схем, а також датчиків і пускачів

Якщо на процесор подається 24 В через джерело живлення (PM), він подає живлення в систему живлення 12 Вт для перших вставлених модулів вводу/виводу.

PS - Система живлення → Блок живлення системи

постачає модулі S7-1500 в центральній стійці через системну шину

Кожен процесор використовує системне живлення потужністю 12 Вт для перших вставлених модулів вводу/виводу.

Залежно від використовуваних модулів вводу / виводу, необхідно встановити подальші сегменти живлення, як вимагається.

Системний блок живлення (PS) може також жити ланцюг навантаження для 24В постійного струму в модулях на додаток до процесора.

Модулі живлення та сегменти живлення модулів вводу / виводу

Необхідно встановити сегменти живлення в центральній стійці для більших конфігурацій або конфігурації з більшими вимогами до потужності модулів вводу/виводу (як правило, при використанні CP, CM, TM).

Максимально 3 сегменти потужності можуть бути налаштовані на стійку (1xCPU сегмент плюс ще 2).

Якщо конфігурація включає додаткові сегменти живлення, додаткові модулі живлення системи (PS) вставляються праворуч поруч із процесором. Процесор продовжує контролювати всі модулі стійка. Тут розділено лише системне живлення модулів вводу/виводу.

Установка та монтаж

Установка

Модулі встановлені на профільній рейці S7-1500.

З'єднувач шини

Якщо установка виконана на профільній рейці, модулі потім підключаються за допомогою шинного коннектора.

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

Бекплен встановлює механічне та електричне з'єднання між модулями та входить в комплект до кожного модуля вводу / виводу.

Кріплення позицій

Можливий горизонтальний або вертикальний монтаж.

Обережно! При вертикальному кріпленні максимально допустима температура навколишнього середовища не нижче 20 °С

Інтегрована монтажна рейка

Для процесора S7-1500 є профільна рейка, на яку також можна монтувати компоненти відповідно до EN 60715.

З цим, навіть клеми, мініатюрні вимикачі, невеликі контактори чи подібне компоненти можуть бути встановлені на туж рейку що і S7-1500.

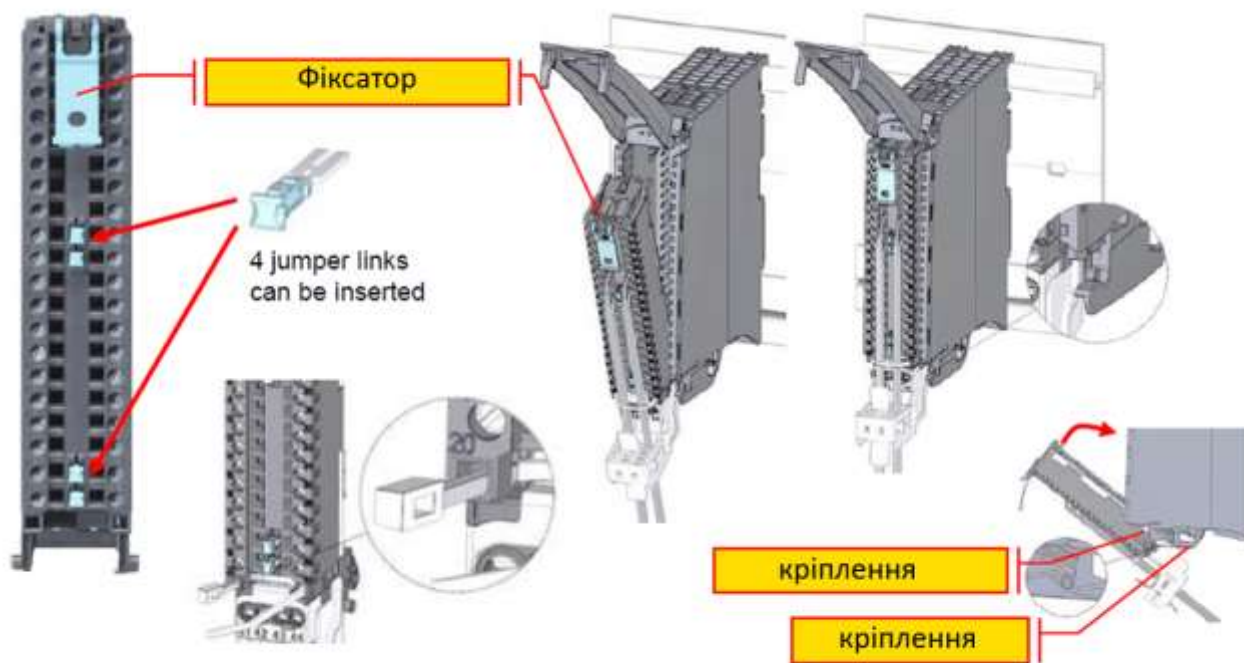


Рис. 3.3 Технологія підключення/Фронтальний штекер

Властивості фронтального штекера

- У кожному випадку 40 клем
- Техніка затиску:
 - гвинтовий термінал
 - SIMATIC TOP connect

Системна проводка для підключення датчиків та пускачів → передній роз'єм S7-1500, з'єднаний з 20 або 40 одинарними провідниками (збірний)

Попередня посадка

Передній роз'єм замикається на передній кришці. У цьому положенні передній роз'єм все ще вискакує модуля, але передній роз'єм та модуль ще не підключені електрично.

Перемички

Перемикачі ланок можна вставити у передній роз'єм у чотирьох місцях для легшого налаштування навантаження групи. Тобто, замикання напруги живлення на декілька потенційних груп.

Існує лише одне з'єднання зліва направо!

Автоматичне кодування модулів вводу / виводу

Це забезпечує швидший і безпечніший обмін переднього з'єднувача.

Два кріплення для передньої кришки

У нижній частині передньої кришки розміщено 2 різних застібки для різного простору вимоги провідникового пучка.

Простір для зберігання кабелів, який зростає з потребою (AWG-кабель)

Американський провідник (AWG) - американський стандартний показник для мідних дротів, які визначає силу провідів та дозволене демпфування, при чому нижнє значення AWG являє собою товстіший дріт.

Підготувавши фіксатор випуску, ви можете витягнути передній з'єднувач і вийняти його від модуля.

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

В роботі використаний ПЛК марки Siemens SIMATIC S7-1500 з такими модулями:

- 6ES7 516-3AN02-0AB0 CPU 1516-3 PN/DP - ЦП з дисплеєм; робоча пам'ять 1 МБ коду і 5 МБ даних; Час роботи біта 10 нс; 4-ступінчаста концепція захисту, технологічні функції: керування рухом, замкнений контур, підрахунок та вимірювання; трасування; Параметри часу виконання; ізохронний режим (центральний); для всіх інтерфейсів PROFINET: транспортний протокол TCP/IP, безпечне відкрите спілкування користувача, зв'язок S7, маршрутизація S7, переадресація IP, веб-сервер, клієнт DNS, OPC UA: сервер DA, клієнт DA, методи, супутні специфікації; 1-й інтерфейс: контролер PROFINET IO, підтримує RT/IRT, підвищення продуктивності PROFINET V2.3, 2 порти, I-Device, MRP, MRPD, ізохронний режим; 2-й інтерфейс: контролер PROFINET IO, підтримує RT, I-Device; 3-й інтерфейс: PROFIBUS DP Master, зв'язок S7, ізохронний режим, маршрутизація S7; прошивка V2.8.
- 6ES7 531-7QF00-0AB0 AI 8xU/I/R/RTD BA - Модуль аналогового входу AI8 x U/I/R/RTD 16-розрядний; групування 8; синфазна напруга 4 В; діагностика; апаратні переривання.
- 6ES7 531-7QD00-0AB0 AI 4xU/I/RTD/TC ST - Модуль аналогового входу AI4 x U/I/RTD/TC 16-розрядний; групування 4; 2 канали з вимірюванням RTD; синфазна напруга 10 В; настроювана діагностика; апаратні переривання.
- 6ES7 532-5NB00-0AB0 AQ 2xU/I ST_1 - Модуль аналогового виходу AQ2 x U/I 16-розрядний; групування 2; настроювана діагностика; значення заміни для виходу.

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

- 6ES7 521-1BH00-0AB0 DI 16x24VDC HF - Модуль цифрового входу DI16 x DC24V; групування 16; затримка введення 0,05..20 мс; тип входу 3 (IEC 61131); настроювана діагностика; апаратні переривання; статус цінності; вбудований лічильник для каналів 0 і 1; ізохронний режим.
- 6ES7 522-1BL10-0AA0 DQ 32x24VDC/0.5A BA - Модуль цифрового виходу DQ32 x 24VDC / 0.5A; групування 8, 4A на групу.

№	Тип, Марка	Кількість	Виробник
1	6ES7 516-3AN02-0AB0	1	Siemens Ukraine
2	6ES7 531-7QF00-0AB0	1	Siemens Ukraine
3	6ES7 531-7QD00-0AB0	1	Siemens Ukraine
4	6ES7 532-5NB00-0AB0	1	Siemens Ukraine
5	6ES7 521-1BH00-0AB0	1	Siemens Ukraine
6	6ES7 522-1BL10-0AA0	1	Siemens Ukraine

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Живлення ПЛК та усіх датчиків здійснюється за допомогою блока живлення V1 (Схема принципова електрична живлення Лист 2). V1 є основним блоком живлення. Живлення подається на розподільчий клемник X1 (Схема принципова електрична живлення Лист 3).

Усі споживачі в системі обладнанні автоматичними вимикачами при високих струмах «SF» які встановлені на самому початку живлення. Живлення усіх пристроїв береться від загальної 3х-фазної мережі U 380VAC (Схема принципова електрична живлення Лист 1).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						42
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру Контур управління насосами

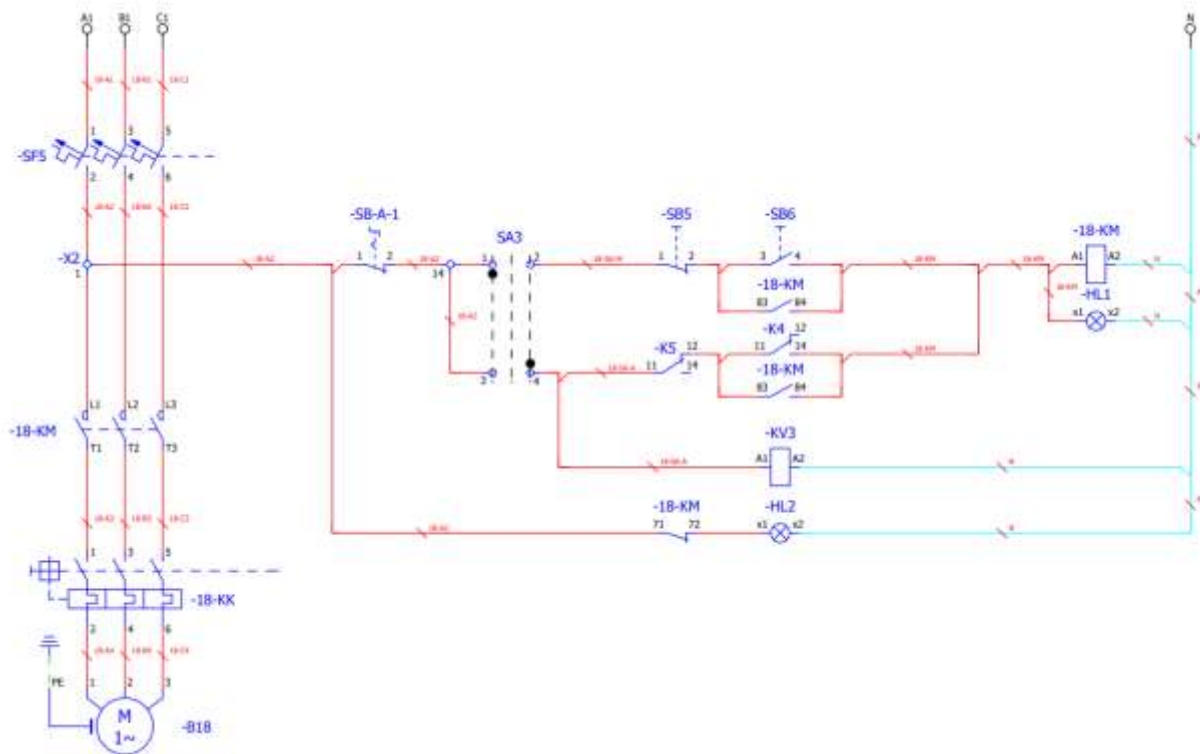


Рис. 3.4. Управління насосом

Управління насосами можливе в 2х режимах роботи: ручний та автоматичний. Принцип роботи схожий на попередній. ПЛК приводить в дію котушку електромагнітного реле які позначаються буквою «К» та в свою чергу приводить у дію реле «К». Реле «К» відповідають за пуск та зупинку електроприводу. В ручному режимі «SA» сигнал потрапляю на котушку «KV» яка дає сигнал ПЛК про перехід на ручне керування, та за допомогою кнопок «SB» здійснюється пуск або стоп електроприводів. Оператор може відслідковувати стан на щиті за допомогою 2х сигнальній лам «HL» (зелена – робота, червона – стоп). У разі аварійної ситуації з електроприводами, є кнопки SB-A-n яка розриває коло управління та вимикає двигун.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

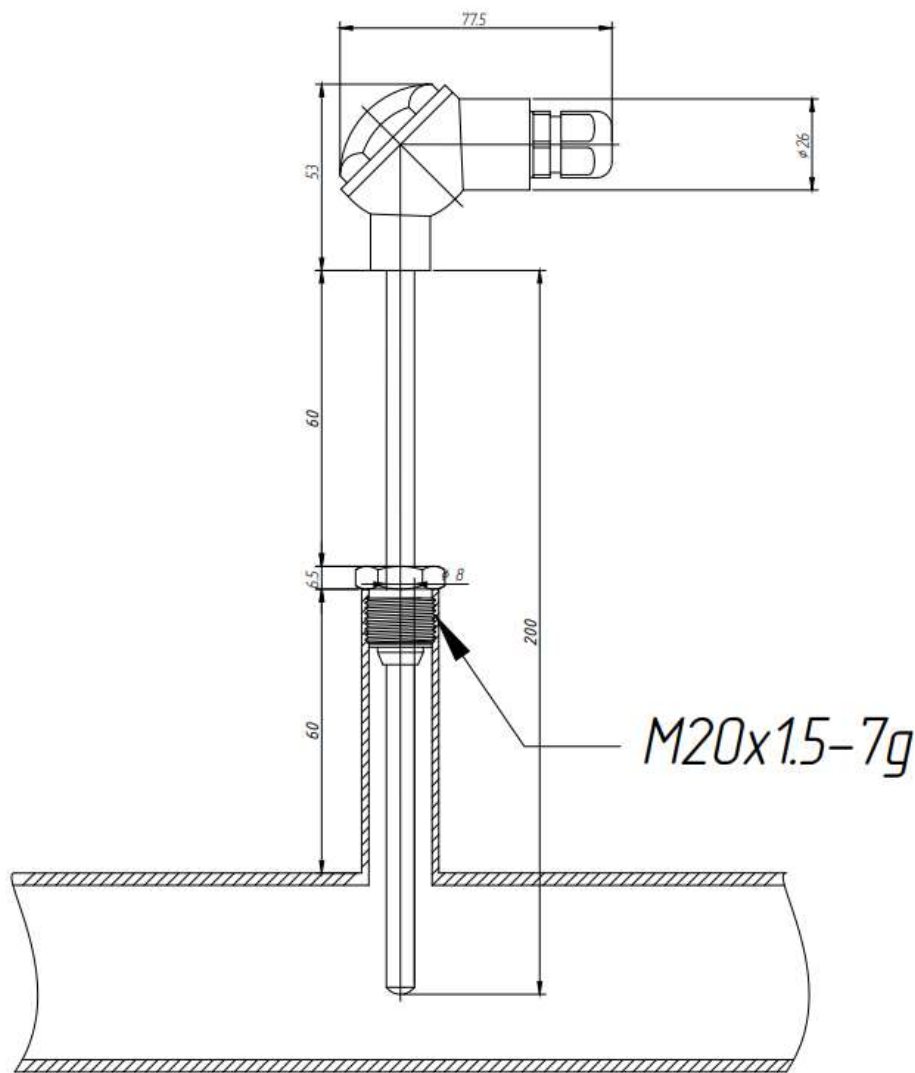


Рис 4.1 Монтаж термометра опору ДТС5Л-100М.В.3

Датчики ДТС5Л-100М.В.3 можуть працювати у будь-якому положенні. При монтажі температурних перетворювачів корпус електронного блоку має бути захищений від надмірно високих температур, що перевищують допустимі межі. Необхідно використовувати термозахисні кожухи або монтувати перетворювачі таким чином, щоб тепло вимірюваного середовища не перегрівало корпус із електронікою.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Семенюк Я.С.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А.					44	2
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

При монтажі перетворювачів, особливо у вибухонебезпечних зонах, для забезпечення нормальних умов їх роботи також необхідно враховувати теплопровідність металеві оболонки чутливого елемента та температуру навколишнього середовища.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового

логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Після подачі команди на пуск відкривається клапан подачі води в деаератор, та вмикається струменевий насос для створення розрідження в деаераторі. Після наповнення до 35% вмикається другий насос, який подає воду в колону насичення. Після досягнення нижньої межі рівня в сатураторі, починається насичення води CO₂. Після виконання умови насичення та верхнього рівня в сатураторі, відкривається клапан зливу. Коли спрацює нижній датчик рівня клапан закривається. Процес повтворюється до тих пір поки настигнута кнопка пуск. Коли натиснута кнопка стоп, установка зупиняється.

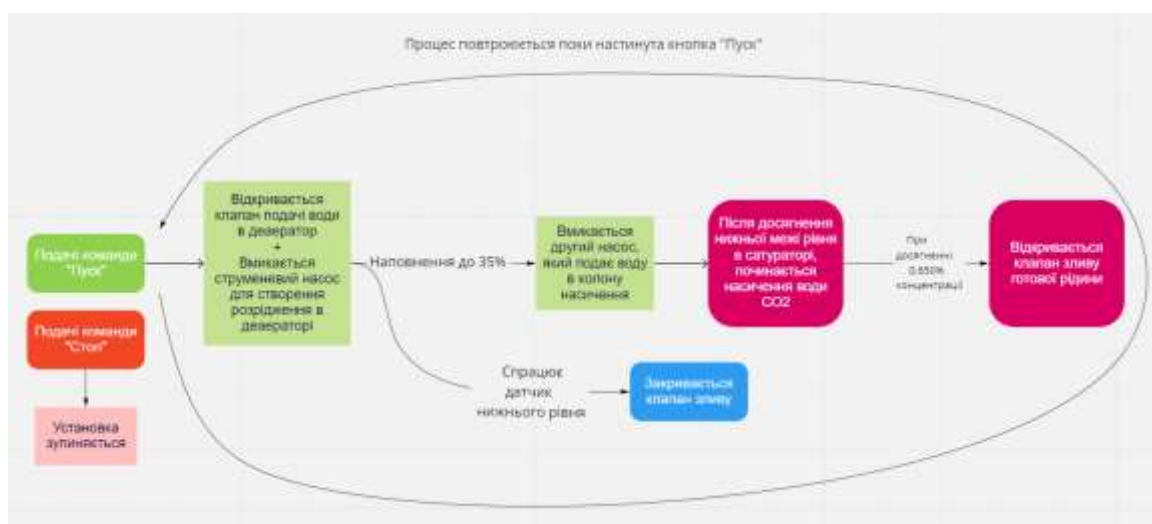


Рис. 5.1. Структура програми

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Семенюк Я.С.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А					46	12
Секр.	Е.К.	Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Блок даних входів

SB_Start	Bool	false	False	True	True	True	False	Пуск
SB_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False	Стоп
SB_Simulator	Bool	false	False	True	True	True	False	Симуляція
TE_Water	Int	0	False	True	True	True	False	Температура води
TE_Water_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Температура води масштабоване
TE_Water_2	Int	0	False	True	True	True	False	Температура води
TE_Water_2_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Температури води
PE_Rarefaction	Int	0	False	True	True	True	False	Розрідження
PE_Rarefaction_R	Real	100.0	False	True	True	True	False	Розрідження масштабоване
PE_Colona	Int	0	False	True	True	True	False	Тиск в колоні насичення
PE_Colona_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Тиск в колоні насичення масштабоване
PE_Colona_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False	Тиск в колоні насичення задане значення
PE_CO2	Int	0	False	True	True	True	False	Тиск CO2
PE_CO2_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Тиск CO2
LE_Deaerator	Int	0	False	True	True	True	False	Рівень в деаераторі
LE_Deaerator_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Рівень в деаераторі масштабоване
LE_Colona_L	Bool	false	False	True	True	True	False	Рівень в колоні Low
LE_Colona_H	Bool	false	False	True	True	True	False	Рівень в колоні High
FE_Water	Int	0	False	True	True	True	False	Витрата води
FE_Water_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Витрата води масштабоване
QE_CO2	Int	0	False	True	True	True	False	Концентрація CO2
QE_CO2_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Концентрація CO2
QE_CO2_SP	Real	0.0	False	True	True	True	False	Концентрація CO2 задане
MEO_ExcessPE	Int	0	False	True	True	True	False	Поповнення MEO зайвих газів
MEO_ExcessPE_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Поповнення MEO зайвих газів
MEO_ExcessPE_Man_Auto	Bool	false	False	True	True	True	False	Ручний
MEO_CO2	Int	0	False	True	True	True	False	Поповнення MEO CO2
MEO_CO2_R	Real	0.0	False	True	True	True	False	Поповнення MEO CO2
MEO_CO2_Man_Auto	Bool	false	False	True	True	True	False	Ручний

Рис. 5.2. Блок даних входів

Блок даних виходів

▼ Static									
M1_Start	Bool	false	False	True	True	True	False	Пуск насосу деаератора	
M1_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False	Стоп насосу деаератора	
M2_Start	Bool	false	False	True	True	True	False	Пуск насосу колони	
M2_Stop	Bool	true	False	True	True	True	False	Стоп насосу колони	
MEO_ExcessPE_Output	Int	0	False	True	True	True	False	Вихід MEO зайвих газів	
MEO_ExcessPE_R_Output	Real	0.0	False	True	True	True	False	Вихід MEO зайвих газів	
MEO_ExcessPE_Man	Real	0.0	False	True	True	True	False		
MEO_CO2_Output	Int	0	False	True	True	True	False	Вихід MEO CO2	
MEO_CO2_R_Output	Real	0.0	False	True	True	True	False	Вихід MEO CO2	
MEO_CO2_Man	Real	0.0	False	True	True	True	False		
VLV_Water	Bool	false	False	True	True	True	False	Клапан	
VLV_Ssv	Bool	false	False	True	True	True	False	Клапан	

Рис. 5.3. Блок даних виходів

Блок даних різне

Name	Data type	Start value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ-able from HMI/OPC UA/ Web API	Visible in HMI engi-neering	Setpoint	Supervi-sion	Comment
▼ Static									
PID_CO2_start	Bool	false	False	True	True	True	False		Пуск регулятора
PID_Excess_start	Bool	false	False	True	True	True	False		Пуск регулятора
LE_Colona	Real	0.0	False	True	True	True	False		Ініціалізація рівня

Рис. 5.4. Блок даних різне

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Програма Main

Main [OB1]

Main Properties					
General					
Name	Main	Number	1	Type	OB
Numbering	Automatic			Language	LAD
Information					
Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author		Comment	
Version	0.1	User-defined ID		Family	
Name	Data type	Default value	Comment		
▼ Input					
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB		
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available		
Temp					
Constant					

Network 1:



Network 2:



Network 3:



Рис. 5.5. Програма Main

Програма Programme

Totally Integrated Automation Portal

Programme [FC1]

Programme Properties

General					
Name	Programme	Number	1	Type	FC
Numbering	Automatic	Language	SQL		

Information

Title	Author	Comment	Family
Version	0.1	User defined ID	

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Programme	Void		

```

0001 *PID_ON();
0002
0003 IF *Input_B*.RR_Start THEN
0004   *Output_B*.VGV_Water := 1;
0005   *Output_B*.MI_Start := 1;
0006   *Output_B*.MI_Stop := 0;
0007 IF *Input_B*.IE_Densator_B >= 100.0 THEN
0008   *Output_B*.VGV_Water := 0;
0009 END_IF;
0010 IF *Input_B*.IE_Densator_B >= 35.0 AND *Input_B*.IE_Colona_L = 0 THEN
0011   *Output_B*.MG_Start := 1;
0012   *Output_B*.MG_Stop := 0;
0013 END_IF;
0014 IF *Input_B*.IE_Colona_L THEN
0015   *Different*.PID_CO2_start := 1;
0016   *Input_B*.QE_CO2_SF := 0.050;
0017   *Input_B*.MEO_CO2_Man_Auto := 0;
0018   *Different*.PID_Excess_start := 1;
0019   *Input_B*.FE_Colona_SF := 0.0;
0020   *Input_B*.MEO_ExcessFE_Man_Auto := 0;
0021 END_IF;
0022 IF *Input_B*.IE_Colona_H THEN
0023   *Output_B*.MG_Start := 0;
0024   *Output_B*.MG_Stop := 1;
0025 END_IF;
0026 IF *Input_B*.IE_Colona_L = 0 THEN
0027   *Output_B*.VGV_Slly := 0;
0028 END_IF;
0029 IF *Input_B*.QE_CO2_B >= 0.050 AND *Input_B*.IE_Colona_H = 0 THEN
0030   *Output_B*.VGV_Slly := 1;
0031 END_IF;
0032
0033 END_IF;
0034
0035 IF *Input_B*.SB_Stop THEN
0036   *Output_B*.MG_Start := 0;
0037   *Output_B*.MI_Stop := 1;
0038   *Output_B*.MG_Start := 0;
0039   *Output_B*.MG_Stop := 1;
0040   *Input_B*.MEO_CO2_Man_Auto := 1;
0041   *Output_B*.MEO_CO2_Man := 0.0;
0042   *Input_B*.MEO_ExcessFE_Man_Auto := 1;
0043   *Output_B*.MEO_ExcessFE_Man := 0.0;
0044   *Output_B*.VGV_Water := 0;
0045   *Output_B*.VGV_Slly := 0;
0046 END_IF;
0047
0048
0049
0050
0051

```

Symbol	Address	Type	Comment
Different.PID_CO2_start		Bool	Пуск регулятора
Different.PID_Excess_start		Bool	Пуск регулятора
Input_B.IE_Colona_H		Bool	Кнопка в колонне High
Input_B.IE_Colona_L		Bool	Кнопка в колонне Low
Input_B.IE_Densator_B		Real	Кнопка в диверторе масштабиране
Input_B.MEO_CO2_Man_Auto		Bool	Ручная
Input_B.MEO_CO2_Man_Auto		Bool	Ручная
Input_B.FE_Colona_SF		Real	Пуск в колонне начальной задане значение
Input_B.QE_CO2_B		Real	Концентрация CO2
Input_B.QE_CO2_SF		Real	Концентрация CO2 задане
Input_B.SB_Stop		Bool	Пуск
Input_B.SB_Stop		Bool	Стоп
Output_B.MI_Start		Bool	Пуск насоса дивертора

Рис. 5.6. Програма Programme

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк.

49

Програма Scaling

Totally Integrated Automation Portal

Scaling [FC2]

Scaling Properties

General

Name	Scaling	Number	2	Type	FC	Language	FSD
Numbering	Automatic						

Information

Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
▼ Temp			
FE_Water_N	Real		
SE_Desinator_N	Real		
MEO_CO2_N	Real		
MEO_ExcessFE_N	Real		
FE_CO2_N	Real		
FE_Colona_N	Real		
FE_Rarefaction_N	Real		
QE_CO2_N	Real		
TE_Water_N	Real		
TE_Water_2_R	Real		
Constant			
▼ Return			
Scaling	Void		

Network 1: Вітарга вода

Network 2: Рівень я деаератори

Network 3: MEO CO2

Network 4: MEO зайвих газів

Рис. 5.7. Програма Scaling

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

50



Рис. 5.8. Програма Scaling

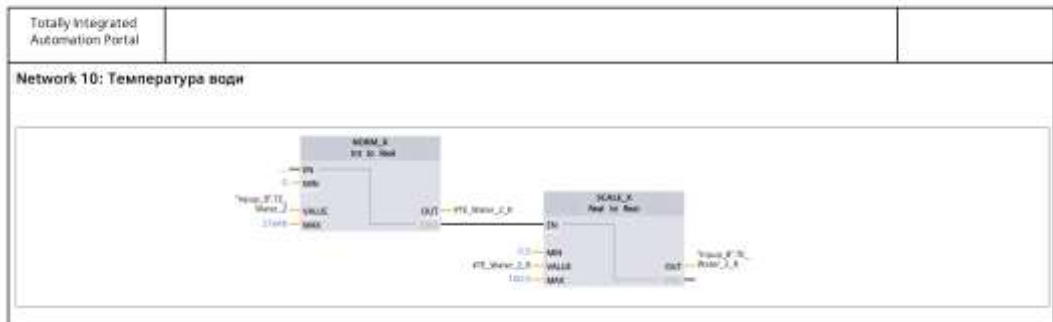


Рис. 5.9. Програма Scaling
Програма Simulation

Totally Integrated Automation Portal

Simulation [FC3]

Simulation Properties

General							
Name	Simulation	Number	3	Type	FC	Language	FBD
Numbering	Automatic						
Information							
Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
IE_Boiler_M	Real		
IE_Boiler_S	Real		
IE_Boiler_A	Real		
Zb_IE_Boiler	Real		
FE_Recalculation_M	Real		
FE_Recalculation_S	Real		
Zb_FE_Recalculation	Real		
FE_Recalculation_A	Real		
IE_Colona	Real		
IE_Colona_M	Real		
IE_Colona_S	Real		
Zb_IE_Colona	Real		
QE_CO2_M	Real		
QE_CO2	Real		
Zb_QE_CO2	Real		
FE_Colona	Real		
FE_Colona_M	Real		
FE_Colona_A	Real		
Zb_FE_Colona	Real		
MEQ_CO2_N	Real		
MEQ_EscalonFE_N	Real		
Water_Load	Real		
Water_Load_2	Real		
Water_Dload	Real		
Water_Dload_2	Real		
FE_Water	Real		
FE_Water_A	Real		
Constant			
Return			
Simulation	Void		

Network 1: Генератор імпульсів

Network 2: Рівень

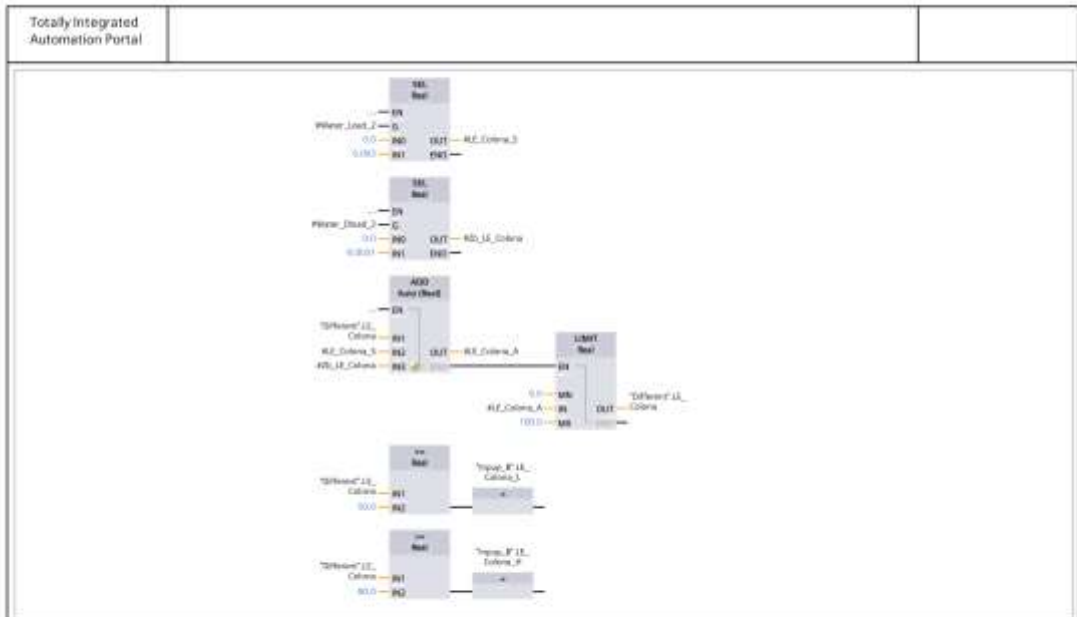
Рис. 5.10. Програма Simulation

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

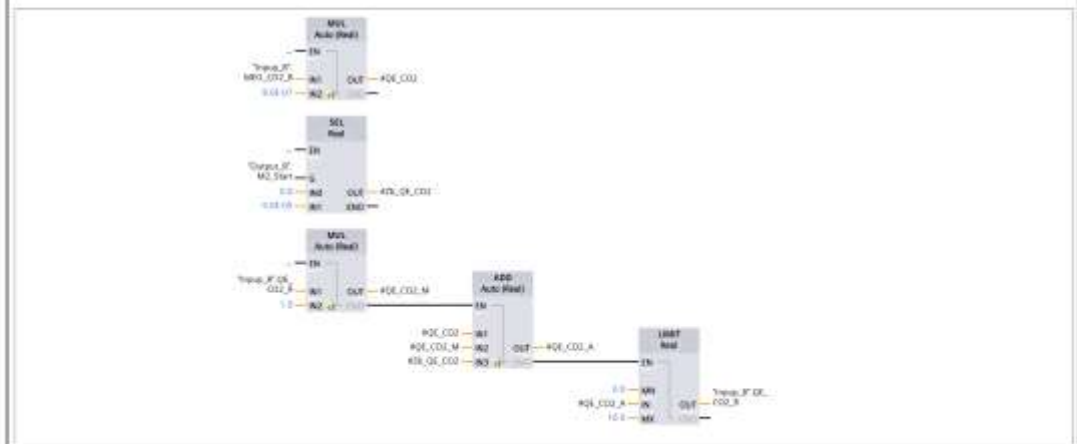
Кваліфікаційна робота

Арк.

52



Network 5: Концентрація CO2



Network 6: Тиск в колоні насичення

Рис. 5.12. Програма Simulation

Програма Impuls_Generation

Totally Integrated Automation Portal					
Impuls_Generation [FB5]					
Impuls_Generation Properties					
General					
Name	Impuls_Generation	Number	5	Type	FB
Numbering	Automatic			Language	LAD
Information					
Title		Author		Comment	
Version	0,1	User-defined ID			
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Write-Visible in HMI engineering
Input					
Water_Load_1	Bool	false	Non-retain	True	True
Water_Dload_1	Bool	false	Non-retain	True	True
Water_Load_3	Bool	false	Non-retain	True	True
Water_Dload_3	Bool	false	Non-retain	True	True
Output					
Water_Load	Bool	false	Non-retain	True	True
Water_Dload	Bool	false	Non-retain	True	True
Water_Load_2	Bool	false	Non-retain	True	True
Water_Dload_2	Bool	false	Non-retain	True	True
InOut					
Static					
Temp					
Constant					
Network 1: Імпульси наповнення водою					
Network 2: Імпульси відкачки води					
Network 3: Наповнення колони насичення					
Network 4: Злив колони насичення					

Рис. 5.14. Програма Impuls_Generation

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

56

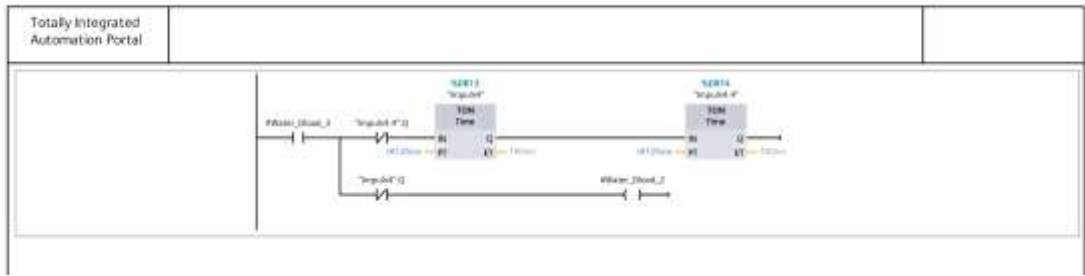


Рис. 5.15. Програма Impuls_Generation

Програма PID

PID [FB1]

PID Properties:

General							
Name	PID	Number	1	Type	FB	Language	PID
Numbering	Automatic						
Information							
Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writ. Viable from HMI/OPC UA/Web API	Setpoint	Supervision	Comment
Input								
Output								
INOut								
Static								
Temp								
Constant								

Network 1: Регулятор надлишкового тиску

Network 2: Регулятор подачі CO2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

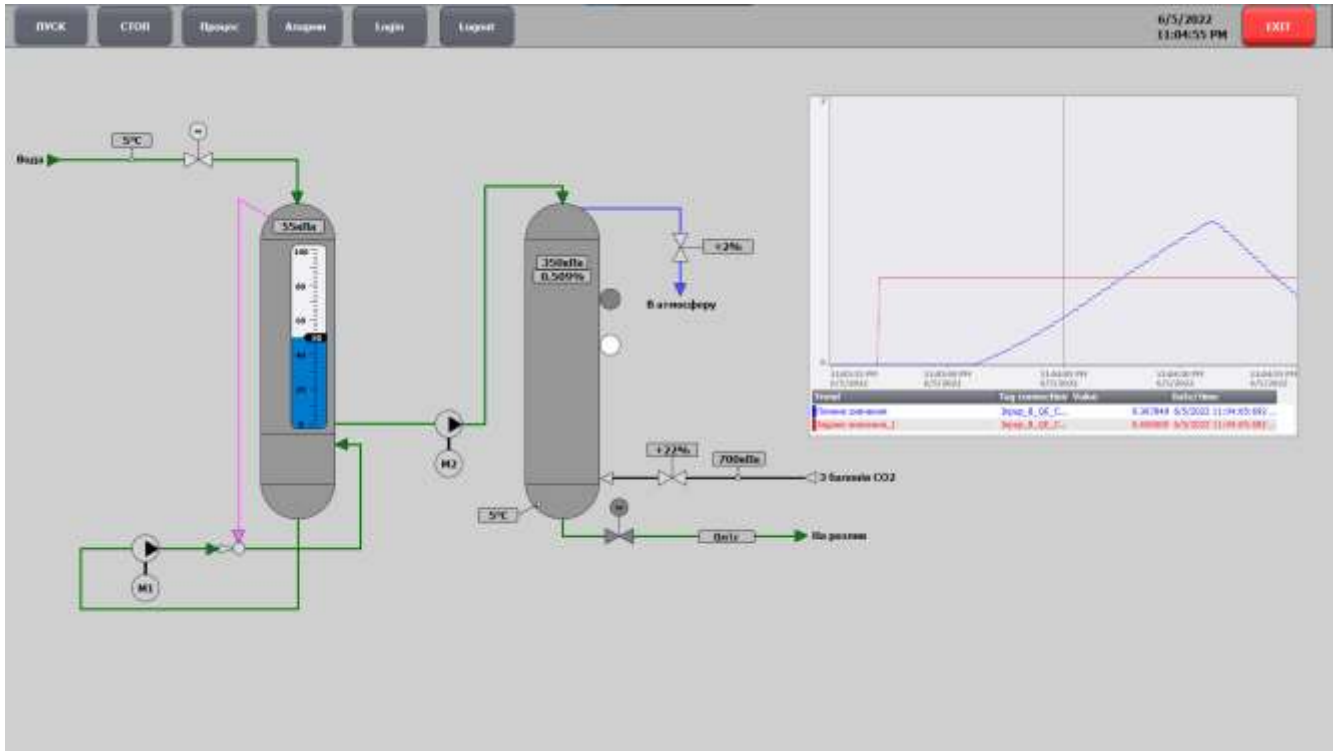


Рис. 6.1 Дисплейна мнемосхема

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Розроб.		Семенюк Я.С.			Розробка системи автоматизації процесу виробництва газованих напоїв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Заєць Н.А					58	1
Секр.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Висновок

Розроблена в даному проекті схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес отримання сатурованої води в оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів. Для досягнення оптимальних результатів роботи певного агрегату на підприємстві і використовують засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій. В проекті використовувались технічні засоби передових виробників такі як: VEGA, OVEN, Siemens, Schneider та ін. Сучасні технічні засоби дозволили вимірювати та регулювати технологічні параметри з високою точністю. Всі датчики мають можливість їх ремонту та налаштування без зупинки технологічного процесу. Процес ремонту можна виконувати без демонтажу технічного засобу. Оскільки датчики зроблені з окремих частин, у разі виходу з ладу одної з них непотрібно купувати новий пристрій, достатньо замовити зламану деталь та замінити її. Система після виходу на робочі параметри здатна керувати процесом виготовлення води самостійно, оператору достатньо лише контролювати показники.

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

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. 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.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. 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.

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

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

13. 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.

14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

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

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

17. 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.

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

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

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

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskiy, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovovoi Literatury, 2014.- 240 p.

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

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

23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

35. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		