

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Перший (Бакалаврський)

Освітній рівень

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Шифр і назва спеціальності

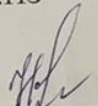
Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

Шифр і назва спеціальності

на тему «Автоматизація процесу моніторингу температури
холодильної установки»

КвРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

Виконала: студентка 3 курсу, група АКІТс-19-1



підпис

М.П. Нестерук
Ініціали, прізвище

Керівник: к.т.н., доцент.



підпис

Федула М.В
Ініціали, прізвище

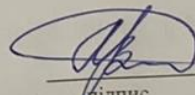
Нормоконтроль



М.В. Корсуняк

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.



підпис

В.В. Мартинюк
Ініціали, прізвище

13 06 2022 р.

Хмельницький, 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Освітній рівень Бакалавр

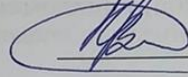
Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології»

Затверджую

Зав. кафедри АКІТ



Мартинюк. В. В

“ ” 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Нестерук Марині Павлівній

Прізвище, ім'я, по-батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Автоматизація процесу моніторингу температури
олодильної установки

Керівник проекту (роботи) Федула М.В

Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2022р. №18

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2022р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Дослідження предметної області _____

Проектування системи автоматизації _____


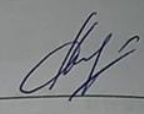

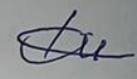
Програмно-апаратна реалізація _____

Тестування системи _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Принципова підключення елементів системи _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Корецька Л. О к.т.н., доцент		
Антиплагіат	Федула М. В к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання

03.03.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.02.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.03.2022	виконано
3	Робота над розділом 1 – Дослідження предметної області	21.03.2022	виконано
4	Робота над розділом 2 – Проектування системи автоматизації	06.04.2022	виконано
5	Робота над розділом 3 – Програмно-апаратна реалізація	19.04.2022	виконано
6	Робота над розділом 4 – Тестування системи	29.04.2022	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	04.05.2022	виконано
8	Попередній захист ВКР	15.05.2022	виконано
9	Захист ВКР на засідання ЕК	Червень 2022 року	

Студент

Керівник роботи


Підпис

Нестерук М.П
Прізвище, ініціали


Підпис

Федула М.В
Прізвище, ініціали

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизація процесу моніторингу температури холодильної установки».

Автор роботи: Нестерук Марина Павлівна.

Керівник роботи: Федула Микола Васильович.

Пояснювальна записка: 58 с., 36 рис., 12 табл., 2 дод., 12 джерел.

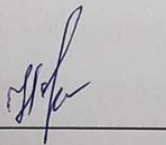
Графічна частина: 11 презентаційних слайдів.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ,
ДАТЧИК ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ, ХОЛОДИЛЬНА УСТАНОВКА,
МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВВОДУ, WEB-ІНТЕРФЕЙС

Метою роботи є розробка автоматизованої системи моніторингу температури холодильної установки.

У цій роботі розроблена автоматизована система моніторингу температури холодильної установки, на підприємстві із декількома холодильними камерами зберігання. Розроблена система моніторингу реалізована на основі компонентів автоматизації від фірми ОВЕН. Розроблена система моніторингу реалізує: постійний моніторинг температури в декількох холодильних установках; контроль температури для окремої холодильної установки; розпізнавання аварійної ситуації в холодильній установці; перегляд в реальному часі значення температури в холодильних установках.

Підпис студента



Дата 13.06.2022р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	5
1.1 Аналіз предметної області та її особливостей	5
1.2 Аналіз наявного програмно-технічного забезпечення предметної області	6
1.3 Аналіз вимог до систем автоматизації та розробка технічного завдання	21
1.4 Висновки до першого розділу	23
2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	24
2.1 Система моніторингу температури холодильної установки на базі компонентів ОВЕН.....	24
2.2 Архітектурне проектування	33
2.3 Детальне проектування	36
2.4 Висновки до другого розділу	40
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ	41
3.1 Підключення системи моніторингу.....	41
3.2 Конфігурація пристроїв системи моніторингу	46
3.3 Налаштування Web-інтерфейсу.....	50
3.4 Висновки до третього розділу	52
4 ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ.....	53
4.1 Тестування процесу вимірювання	53
4.2 Тестування Web-інтерфейсу Owen Cloud	54
4.3 Висновки до четвертого розділу.....	54
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>			
Змін	Арк	№ докум.	Підпис	Дат	Автоматизація процесу моніторингу температури холодильної установки	Літ.	арк	аркуші
Розроблено.		Нестерук М.П	<i>М.П.</i>	13.06.22				
Перевірено.		Федула М.В	<i>М.В.</i>	13.06.22			2	58
Реценз								
Н. Контр.		<i>Корсунько</i>	<i>М.П.</i>	13.06.22				
Затверд.		<i>Мартинович</i>	<i>М.П.</i>	13.06.22				

ВСТУП

Система автоматизованого управління є невід'ємною частиною сучасної технології виробництва та обладнання, що покращує якість продукції, економічні вигоди виробництва та переробки.

Автоматизація усуває потребу в механізмах непрямого управління. В автоматизованому виробничому процесі людські ролі призначені для налагодження, управління, підтримки автоматизації та контролю її поведінки. Якщо автоматизація полегшує фізичну роботу людини, то вона покликана полегшити ту ж розумову роботу.

Без автоматизації не обійшлась і Україна, вона відіграє важливу роль майбутнього розвитку нашої країни. В теперішній час актуальним є використання холодильних установ, які характеризуються безперервністю присвоєних процесів.

Штучне охолодження використовується людиною для своїх потреб із давніх часів. Без охолодження неможливо було б прогнати зростаюче населення планети, тому важливо розвиватися і вдосконалюватися, розширювати можливості. У підприємствах торгівлі та громадського харчування продукти потрібно зберігати для безперервної подачі, у тому числі швидкопсувні продукти, що потребує вологих режимів зберігання, а найкращий спосіб охолодження їжі – пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів та уповільнення біохімічних процесів. Таким чином зберігається оригінальна якість їжі, її природний вигляд, харчова цінність та смак.

Холодильна камера призначена для тимчасового та тривалого зберігання продукції при температурах $0...8^{\circ}\text{C}$ (середня температура) і $-15...-18^{\circ}\text{C}$ (низька температура). Підтримання температури в межах допустимих норм, є основою правильної, продуктивної та безвідмовної роботи холодильних камер зберігання харчової продукції. Точний контроль температури в холодильниках має вирішальне значення для якості, безпеки та зовнішнього вигляду продукції харчування.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
						3
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		

Під час виробництва та продажі харчових продуктів моніторинг відіграє важливу роль в охолодженні, що дозволяє створювати інвентаризацію швидкопсувних харчових продуктів у широкому асортименті:

- збільшення терміну зберігання заморожених продуктів;
- продаж харчових продуктів, сезонних, впродовж року;
- зниження товарних втрат при зберіганні та перевезенні їжі;
- запровадження прогресивного підходу до надання послуг населенню виробництвами торгівлі та громадського харчування, забезпечуючи високий рівень обслуговування;
- забезпечення попиту населення на якісне харчування.

Автоматизація холодильних машин і агрегатів спрямована на підвищення економічної ефективності та забезпечення особистої безпеки обслуговуючого персоналу. Економія ефективності роботи холодильних установ забезпечується за рахунок зниження експлуатаційних витрат і зниження витрат на обслуговування обладнання.

Устаткування з ручним управлінням і частково автоматизованими верстатами працює в постійній присутності працівників.

Атоматизоване обладнання вимагає присутності працівників, але не потребує регулярних перевірок та оглядів за встановленими правилами.

Отже, система автоматизації є сукупністю об'єктів автоматизації і механізмів автоматизації, які дозволяють управляти автоматизованими операціями без залучення обслуговуючого персоналу.

Мета даного дипломного проекту - опис розробки автоматизованої системи моніторингу температури холодильної установки, розробка функціональної схеми установки, встановлення системи моніторингу на практиці та проведення тестування роботи даної системи із виявленням можливих помилок при роботі.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	<i>арк</i>
<i>змн</i>	<i>арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>		4

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз предметної області та її особливостей

Системи температурного моніторингу використовуються майже у всіх автоматизованих системах із використанням процесів нагрівання або охолодження. Температурний моніторинг застосовується для вирішення багатьох проблем, які виникають при використанні великих холодильних установок. Вони є необхідною частиною контролю і підтримання відповідної температури всередині установки.

Підтримання і контроль температурного режиму в холодильній камері є основою її роботи, щоб домогтися найбільш точних результатів використовуються системи моніторингу температури. Такі системи дають наступні переваги :

- 1 Забезпечують постійний контроль рівня температури в холодильній установці;
- 2 Передають інформацію про температуру всередині холодильної камери на хмарне сховище в реальному часі, що дозволяє переглядати інформацію про температуру будь де;
- 3 Може повідомляти про різкі зміни температури в разі аварії;
- 4 Зберігає дані про температуру довгий період часу.

Широкого застосування такі системи набули в сфері транспортування автомобільним та залізничним транспортом. Контроль температури в рефрижераторі – одна із найнеобхідніших функцій. Такі системи встановлюють у випадках перевезення товарів, які повинні зберігатись при низьких температурах, наприклад, продуктів харчування : заморожених фруктів та овочів, м'яса та ін. Також вони є обов'язковими у разі перевезення. Та деяких фармацевтичних препаратів, біологічних матеріалів, препаратів на основі крові та деяких ліків. В таких випадках дуже важливо постійно контролювати температуру в реальному часі, чи знаходиться вона у відповідному діапазоні.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		5

Системи моніторингу температури дозволяють відслідковувати значення температури в холодильній установці дозволяють будувати графіки температурних режимів роботи установки і контролювати її роботу на всіх етапах використання

Використання систем моніторингу в холодильних камерах підвищує рівень автоматизованого управління всього підприємства, дозволяє зменшити кількість найманих працівників та заощаджувати кошти за рахунок зменшення аварійних ситуацій та випадків зіпсування товару.

1.2 Аналіз наявного програмно-технічного забезпечення предметної області

На сучасному ринку представлення велика кількість різних систем автоматизованого моніторингу температури, їх можна поділити за декількома характеристиками.

За сферами використання:

1 Для малих холодильних камер невеликих підприємств – характеризується своєю простотою у встановленні і використанні меншим функціоналом та певною дешевизною в порівнянні з аналогами, часто встановлюється на автомобілі рефрижератори через свою простоту і дешевизну.

2 Для промислових холодильних установок великого об'єму – мають більш надійну конструкцію та більшу ціну, володіють розширеними функціональними можливостями.

3 Для промислових складів – зазвичай використовують безпроводні датчики через їх далеке розміщення один від одного і виконують вимірювання додаткових параметрів таких як вологість, освітлення та інші.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
						6
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		

4 Для холодильних установок з високоточним відслідковуванням температури – використовуються в медицині і фармації там де потрібна висока точність вимірювань, є досить дорогими і дуже точними.

Також системи моніторингу можна розділити за типом використовуваних датчиків.

1 Провідні - для з'єднання датчиків з контролером використовується провід. Характеризуються більш точною передачею даних через більшу завадостійкість дротового з'єднання та підвищеною надійністю. Недоліком є більш складний процес встановлення.

2 Безпроводні – мають встановлений одразу на датчик модуль безпроводної передачі даних, що дозволяє розташовувати датчики на значній відстані один від одного та від контролера. Недоліки, більша вартість та менша завадостійкість через що страждає точність передачі.

Системи моніторингу також можна розділити за типом зберігання інформації.

1 Зберігання інформації на хмарному сховищі з доступом до неї через мережу інтернет.

2 Зберігання інформації на спеціальному комп'ютері призначеному для цього.

Окремо можна виділити також використання WIFI реєстраторів в якості систем моніторингу температури. Для використання таких систем не потрібно створювати додаткові умови вони монтуються прямо до стінок холодильної установки і виконують свою роботу, передаючи інформацію по мережі WIFI на локальну мережу або в хмарне сховище.

Система моніторингу температури Huato S500-DT-RJ45. Система управління S500-DT-RJ45 використовується для віддаленого моніторингу температури в режимі реального часу через TCP / IP LAN.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		7

За допомогою програмного забезпечення (ToMonitor) є можливість переглядати свідчення в режимі реального часу, налаштовувати період запису, межі температури і вологості, завантажувати дані в PDF і Excel.

Логер S500-RJ45-DT (рис 1.1) має 2 зовнішніх датчика температури, довжиною 5 метрів, які дозволяють контролювати температуру в 2 точках одночасно, похибка $\pm 0,5$ °C. Прилад кріпиться на зовнішній стінці холодильника або морозильної камери, в кабіні вагона-холодильника, всередину вставлений дистанційний датчик - це дозволяє контролювати, не відкриваючи двері холодильника або морозильної камери.



Рисунок 1.1 - Система моніторингу температури Huato S500-DT-RJ45

Перегляд можливий з будь-якого персонального комп'ютера, підключеного до локальної мережі ВУ (ToClient). У разі порушення заданої температури система сигналізує: звуковим і світловим сигналом, SMS-сигналом (за наявності GSM-модему HE2508), електронною поштою.

Реєстратор оснащений внутрішньою пам'яттю для резервного копіювання даних, що дозволяє зберігати результати вимірювань в PDF у разі збоїв в роботі локальної мережі. Технічні характеристики реєстратора показані в таблиці 1.1.

Особливості системи:

- моніторинг температури в режимі реального часу на ПК;
- інтервал запису даних програмується користувачем від 2 секунд до 24 годин, обсяг пам'яті 43 000 комірок;

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		8

- відправка сигналів тривоги при порушенні встановленого режиму через SMS або електронну пошту (при наявності HE2508 GSM-модему);
- резервне копіювання даних;
- метрологічна повірка 1 раз в рік.

Таблиця 1.1 Технічні характеристики S500-DT-RJ45

Модель	S500-DT-RJ45
Тип датчика	Зовнішні датчики температури, довжиною 5 м, 2 шт
Діапазон вимірювань	-40~+85°C
Точність вимірювань температури	±0.5°C
Роздільна здатність	0.1°C
Діапазон частот	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 МГц
Акумулятор	Блок живлення 9 В / адаптер постійного струму 12 В
Інтерфейс	RJ45, завантаження даних на ПК через Ethernet
Габарити	135 x 124 x 35 мм
Вага	380 г
Країна виробник	Китай

Реєстратор температури testo Saveris 2-T1. WiFi реєстратор даних testo Saveris 2-T1 (рис 1.2) дозволяє постійно контролювати температуру чутливої продукції в холодильниках, на складах або під час транспортування. Прилад ідеально підходить для контролю умов холодового ланцюга, дотримання вимог CFR, GxP, HACCP, EN 12830 та інших.

Виміряні дані записуються в пам'ять приладу із заданим циклом вимірювань і через бездротовий зв'язок через інтернет передаються на хмарний сервіс Testo Cloud. Дані в Testo Cloud зберігаються 3 або 12 місяців (залежно

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		9

від пакета передплати) і використовуються для автоматичного створення професійних звітів або експорту до інших програм або програм (наприклад, Excel). Технічні характеристики testo Saveris 2-T1 в описані в таблиці 1.2.



Рисунок 1.2 - Реєстратор температури testo Saveris 2-T1

Таблиця 1.2 Технічні характеристики testo Saveris 2-T1

Модель	testo Saveris 2-T1
Тип датчика	NTC вбудований
Діапазон вимірювань	-30~+50°C
Точність вимірювань температури	±0.5°C
Роздільна здатність	0.1°C
Внутрішня пам'ять	10000 значень на канал
Акумулятор	AA, 4 шт , 2 роки
Інтерфейс	WIFI
Розмір РК-дисплея	70 x 62 мм
Габарити	95 x 75 x 30.5 мм
Вага	240 г
Країна виробник	Німеччина

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

10

Основними перевагами WiFi логерів testo Saveris 2-T1 є:

- автоматизований контроль температури вбудованим датчиком
- просте встановлення та експлуатація
- перегляд даних у будь-який час через смартфон, планшет чи ПК
- SMS-повідомлення при перевищенні граничного значення.

Система моніторингу АНЕМОН WI-FI. АНЕМОН Wi-Fi — це адаптер Wi-Fi для різноманітних датчиків, таких як термістори на основі платини PT100 / 100P, популярні цифрові термометри DS18B20 та термогігрометри АНЕМОН DTV-01. Дозволяє організувати спостереження на місці без покупки та використання класичної дротової або бездротової системи з усіма функціями.

Система АНЕМОН використовує датчики PT100/100П в якості давачів (рис 1.3).



Рисунок 1.3 – Система моніторингу АНЕМОН WIFI

Це спеціально розроблене рішення для моніторингу низьких температур та критичних попереджень для морозильних камер усіх видів. (Температура за

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		11

межами дозволених, незамкнені двері, збій живлення, несправність компресора тощо).

Дані надходять у програмне забезпечення, де промальовані схеми приміщень та розташовані на ній морозильні камери, а також будь-які інші атрибути на вимогу, оскільки програмне забезпечення, що застосовується в системі моніторингу Анемон має великі можливості та дозволяє реалізувати будь-яку візуалізацію техпроцесу чи аварійної ситуації. Характеристики АНЕМОН WI-FI представлені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 Технічні характеристики АНЕМОН WIFI

Споживання макс	1А
Тип датчика	ДТС-РТ100,ДТС-100П,DS18B20
Напруга живлення змінного струму	220
Максимальна кількість датчиків типу РТ100/100П	1
Максимальна кількість датчиків типу DS18B20	10
Макс. довжина лінії датчиків типу РТ100/100П	5м
Макс. довжина лінії датчиків типу DS18B20	50м
Підтримка локального ПЗ збору даних	+
Підтримка хмарного програмного забезпечення збору даних	+
Габарити	115x115x60мм
Вага	320 г
Країна виробник	РФ

Особливості системи

- підтримка фіксованого набору датчиків;
- інтерфейс підключення до мережі передачі даних – Wi-Fi;
- компактні розміри, що дозволяє розміщувати пристрій усередині холодильника/камери/вітрини тощо;
- миттєве завантаження/готовність до роботи після увімкнення завдяки відсутності операційної системи;
- відсутність вбудованої картки пам'яті та файлової системи, що дає додаткову відмовостійкість при перебоях електроживлення;
- висока надійність через простоту пристрою;
- передача даних на 3 різних сервери одночасно дає гарантію того, що дані будуть у безпеці та безпеці, щоб не сталося;
- система оповіщень про події в електронному журналі, на e-mail, SMS та через месенджер Telegram;
- підтримка ПЗ Rapid SCADA з коробки дозволяє відразу почати роботу або з хмарою або з ПЗ встановленим в локальній мережі;
- підтримка керованих по мережі світлозвукових сигналізацій;
- система валідується на всіх стадіях DQ IQ OQ PQ.

Система моніторингу фірми TAKTELIC communication. Система моніторингу фірми TAKTELIC communication складається з шлюзу Tektelic KONA Mobile та датчики моніторингу температури і вологості Netvox R711. Така система використовується у великих холодильних комплексах і підтримує мережеве з'єднання по протоколу LoRaWAN.

Tektelic KONA Mobile

Шлюз KONA Mobile EU від ТЕКТЕЛІС дозволяє встановлювати гнучкі мережі LoRaWAN в європейському діапазоні частот EU868 (868 МГц). Підтримка двох антен LoRa забезпечує KONA Mobile чудові радіочастотні характеристики та покращене співвідношення сигнал/шум (SNR) для

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	<i>арк</i>
<i>змн</i>	<i>арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>		13

наскрізних датчиків. Покращені радіочастотні параметри приладів забезпечують безперебійну передачу інформації та збільшують ємність акумулятора датчика. Шлюз KONA Mobile EU підходить для великих мережевих операторів, а також для публічних або приватних мереж радіодоступу, які вимагають високоефективних і надійних переходів, а можливість підключення кількох антен до KONA Mobile є комерційно ефективним галузевим рішенням, яке знижує витрати на розгортання інфраструктури. Завдяки графічному інтерфейсу користувача (GUI) Kona FT програмне забезпечення можна налаштовувати, керувати та оновлювати віддалено. Шлюз KONA Mobile має невеликий корпус, представлений на рисунку 1.4, та невеликі розміри описані в таблиці 1.4.



Рисунок 1.4 - Шлюз KONA Mobile EU

Особливості шлюзів KONA Mobile:

- підтримка глобальних смуг частот LoRaWAN;
- сумісно з будь-яким хмарним сервером LoRaWAN;
- підтримує до 64 (TDD) каналів прийому даних одночасно;
- відмінне позасмугове придушення завад від інших мереж, таких як стільниковий зв'язок і пейджинг;
- корпус IP67;
- підтримка мереж 3G, 4G і Ethernet;
- екологічно загартований алюмінієвий корпус повністю протестований на екстремальні температурні умови;

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		14

- відмінна ізоляція між смугами Tx і Rx;
- конструкція операторського класу з підтримкою конфігурації і оновлень програмного забезпечення в процесі експлуатації.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики Tektelic KONA Mobile

LoRaWAN протокол	Class A, Class B, Class C
Підтримка мережевих протоколів	MQTT, UDP, TCP/IP
Підтримуваний діапазон частот	EU863-870, US902-928
Дальність зв'язку (зовнішнє використання)	15 Км (сільська місцевість)
Потужність передавача, W (dBm)	1 W (30 dBm)
Чутливість приймача	-142 dBm @LoRa
Ширина каналу	125kHz, 250kHz, 500kHz
Канали (TDD)	64 Uplink (RX) и 2 Downlink (TX)
Швидкість зв'язку	Адаптивна швидкість з'єднання
Позиціонування	GPS
Підключення до сервера	Дротовий Ethernet, 3G/4G
Постійний струм	12 VDC
Споживана потужність	40W
Габарити	219 x 304 x 72 мм (без антени та кріплення)
Вага	5 кг (без антен, аксесуарів)
Температура експлуатації	-40...+60°C
Ступінь захисту	IP67
Країна виробник	Тайвань

Датчик моніторингу температури і вологості Netvox R711. Датчик Netvox R711 (рис 1.5) використовується для визначення температури та вологості в приміщенні, збирає дані та надсилає їх іншим пристроям для відображення

через модуль бездротової мережі. Він заснований на модулі бездротового зв'язку SX1276 і повністю сумісний з протоколом LoRaWAN (клас А).



Рисунок 1.5 - Датчик Netvox R711

Бездротовий датчик NETVOX R711 здатний вимірювати температуру та вологість. R711 можна використовувати в побутових і комерційних холодильниках для зберігання і транспортування продуктів харчування, ліків, квітів та інших швидкопсувних товарів, на стінках в логістичних холодильниках. Підходить як реєстратор даних.

Особливості датчиків Netvox:

- дальність передачі даних 10 км *1;
- LoRaWANTM Класс А сумісний;
- поширення спектру стрибкоподібної перебудови частоти (FHSS) ;
- покращена завадостійкість;
- поліпшене керування живленням для збільшення терміну служби батареї;
- Encrypt-RF™ Security (обмін ключами Діффі-Геллмана + AES-128 для повідомлень з даними датчиків) ;
- строк служби батареї до 2 років (умови: температура навколишнього середовища 25 °С, 20 тригерів в день, потужність tx = 20 дБм, коефіцієнт поширення LoRa SF = 10) ;
- бездротове поновлення (в майбутньому);

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		16

- стороння онлайн-система моніторингу та оповіщення бездротових датчиків для настройки датчиків, перегляду даних і установки оповіщень за допомогою текстових повідомлень SMS і електронної пошти (додатково) ;

- доступна стороння платформа: Actility / ThingPark, TTN, MyDevices / Cayenne, ThingsBoard.io.

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики датчика Netvox R711

Електроживлення датчика	2 x 1.5V AA лужні батарейки
Робоча напруга	DC 2.4V~3V
Струм у режимі очікування	12uA @3VDC
Споживання струму у режимі передачі (макс. струм)	120mA/3.0V
Споживання струму у режимі прийому (макс. струм)	11mA/3.0V
Потужність передавача	19dBm±1dBm
Чутливість приймача	-136dBm (LoRa, Spreading Factor=12, Bit Rate=293bps)
Тип антени	Інтегрована у корпус
Дальність зв'язку	10 км
Швидкість передачі даних	0.3kbps~50kbps
Частотні діапазони	EU863-870, US902-928, AU915-928, KR920-923, AS923,
Габарити основного блоку	112mm:34mm:17mm
Вага	83,8г
Діапазон вимірювання температури	-20°C — 55°C
Точність вимірювання температури	±0.5°C @25°C Max. +/-0.8°C@ -20°C~55°C
Країна виробник	Тайвань

змн	арк	№ докум.	підпис	дата
-----	-----	----------	--------	------

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

17

Система моніторингу температури від ТЕРА Україна. Компанія ТЕРА Україна надає велику лінійку приладів для систем моніторингу температури і вологості, в даному випадку буде оглядатись система моніторингу на базі Реєстратора-вебсервера CS10600 та термоперетворювача "Y" з датчиком Pt-1000.

Реєстратор-вебсервер CS10600. Реєстратор-вебсервер CS10600 використовується для збору даних з бездротових і дротових перетворювачів вологості та температури. Конвертори можуть передавати дані на рекордер-вебсервер як через дротовий інтерфейс RS485, так і через бездротовий інтерфейс через мережевий координатор Y6.05-K-868, який працює на частоті 868 МГц, що зазначено в таблиці 1.6. Дані з конвертерів зберігаються в незалежній флеш-пам'яті веб-сервера реєстру і можуть бути скопійовані в хмару або корпоративний сервер.

Зовнішній вигляд реєстратора на рисунку 1.6.

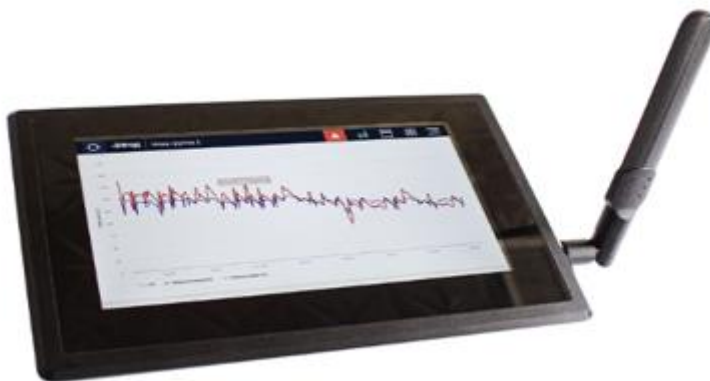


Рисунок 1.6 - Реєстратор-вебсервер CS10600

Порти Ethernet або 4G LTE використовуються для підключення до Інтернету на веб-сервері сервера реєстру. Для роботи з даними користувачеві потрібно лише перейти за з'єднанням у своєму браузері та ввести пароль/логін на сервері. LOCAL WEB працює через Chrome на будь-якому пристрої, від планшетів до ПК. У разі відсутності доступу до мережі Інтернет до веб-сервера

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		18

реєстратора через Ethernet забезпечується безпечний доступ через мобільний Інтернет через вбудований модем 4G LTE з SIM-картою.

Крім генерації сигналів заданої температури і вологості, реєстратор може генерувати тривоги при відсутності підключення до інвертора, відсутності доступу в Інтернет через Ethernet або 4G LTE, переході на живлення від акумулятора від джерела безперебійного живлення.

Також можливе підключення до реєстратора-веб-сервера технологічних лічильників-регуляторів виробника ПрАТ «ТЕРА» за RS485 (протокол T-bus). У цьому випадку ви можете не тільки отримувати дані з контрольних лічильників для моніторингу та архівування, але й контролювати технічний процес на інтерфейсі WEB HMI за допомогою програми LOCAL WEB.

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики CS10600

Інтерфейс зв'язку	Ethernet, 4G LTE, 2 x RS485
Зв'язок з дротовими датчиками	RS485, протокол T-bus
Зв'язок з бездротовими датчиками	RS485, протокол T-bus ,через
Об'єм Flash пам'яті для SQL бази даних	16 Гб (eMMC)
Операційна система	Linux (Raspberry Pi OS)
Живлення	24 V DC 250 mA
Габарити, мм	150 x 78 x 40 (Д x Ш x Г)
Країна виробник	Україна

Термоперетворювач “У 1-3”. Термоперетворювач «У 1-3» (рис 1.7) використовує інтерфейс RS485 для передачі даних. Цей дротовий інтерфейс дозволяє підключати до 30 датчиків послідовно до кабельної лінії. Датчик підключається до провідної мережі RS485 через 5-провідну схему.

Для відображення даних використовується висококонтрастний OLED-дисплей, на якому відображаються вимірювані значення на всіх вимірювальних

каналах датчика, відображаються серійний номер і налаштування мережі RS485.

Перетворювач в залежності від моделі може мати кілька каналів вимірювання. У корпусі перетворювача може розміщуватися вбудований сенсор відносної вологості і температури повітря SHT31. Крім цього, в залежності від моделі до перетворювача вологості і температури можна додатково підключити один або два зовнішніх аналогових термоперетворювача Pt1000 з кабельними виводами і роз'ємами.

Технічні характеристики термоперетворювача Y 1-3 представлення в таблиці 1.7.



Рисунок 1.7 - Термоперетворювач “Y 1-3”

Таблиця 1.7 - Технічні характеристики перетворювача

Кількість каналів вимірювання	1
Конфігурація каналів вимірювання	Зовнішній термоперетворювач
Вихідний сигнал	RS485, протокол T-bus або Modbus RTU
Тип індикатора	OLED індикатор 0.96”
Роз'єм для підключення	M12FA / M12FD
Діапазон температури експлуатації, °C	-30...60
Країна виробник	Україна

В якості датчика температури виступає зовнішній термоперетворювач PT-1000 технічні характеристики якого представлені в таблиці 1.8

Таблиця 1.8 - Технічні характеристики зовнішнього термоперетворювача

Тип (НСХ)	TSP (Pt1000)
Діапазон температури, °С	TSP: -196...100, -50...100, -50...250
Матеріал захисної арматури	Сталь 321 (12X18H10T)
Довжина монтажної частини, мм	80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800
Діаметр монтажної частини, мм	Стандартно - Ø6 (до 500мм)

1.3 Аналіз вимог до систем автоматизації та розробка технічного завдання

Усі системи управління і моніторингу (СУМ) слугують для того, щоби знизити роль людського чинника при експлуатації. Вочевидь обсяг інформації, що має відстежувати системний адміністратор, просто величезний. Тому він повинен мати кваліфікацію, достатню для вирішення проблем. Слід розуміти, що система моніторингу не може замінити собою кваліфікацію користувачів і адміністраторів. Вона лише надає їм необхідні відомості для ухвалення правильного рішення. [1]

Для початку, створимо схему варіантів використання автоматизованої системи моніторингу холодильної установки.

Визначимось із користувачами даної автоматизованої системи.

Інженер технолог – працівник відповідальний за технологічний процес охолодження або заморозки товару. Мусить мати доступ до системи моніторингу для контролю температури технологічного процесу.

Інженер з автоматизації – відповідальний за роботу автоматизованих систем виробництва. Підключає систему до веб-інтерфейсу, налагоджує правильну роботу системи, встановлює систему моніторингу та датчики на обладнання.

Інженер аварійних ситуацій – особа що першою реагує на аварійні ситуації та відповідає за ремонт технологічного обладнання. Реагує на аварійні сигнали системи моніторингу, встановлює причину аварії та усуває її тим самим продовжуючи роботу обладнання.

ПЛК – програмовано – логічний контролер що відповідає за процеси автоматизації на виробництві. Отримує данні про температуру та регулює холодильну установку відповідно до отриманих значень.

Схему використання автоматизованої системи моніторингу холодильної установки зобразимо на рисунку 1.8.

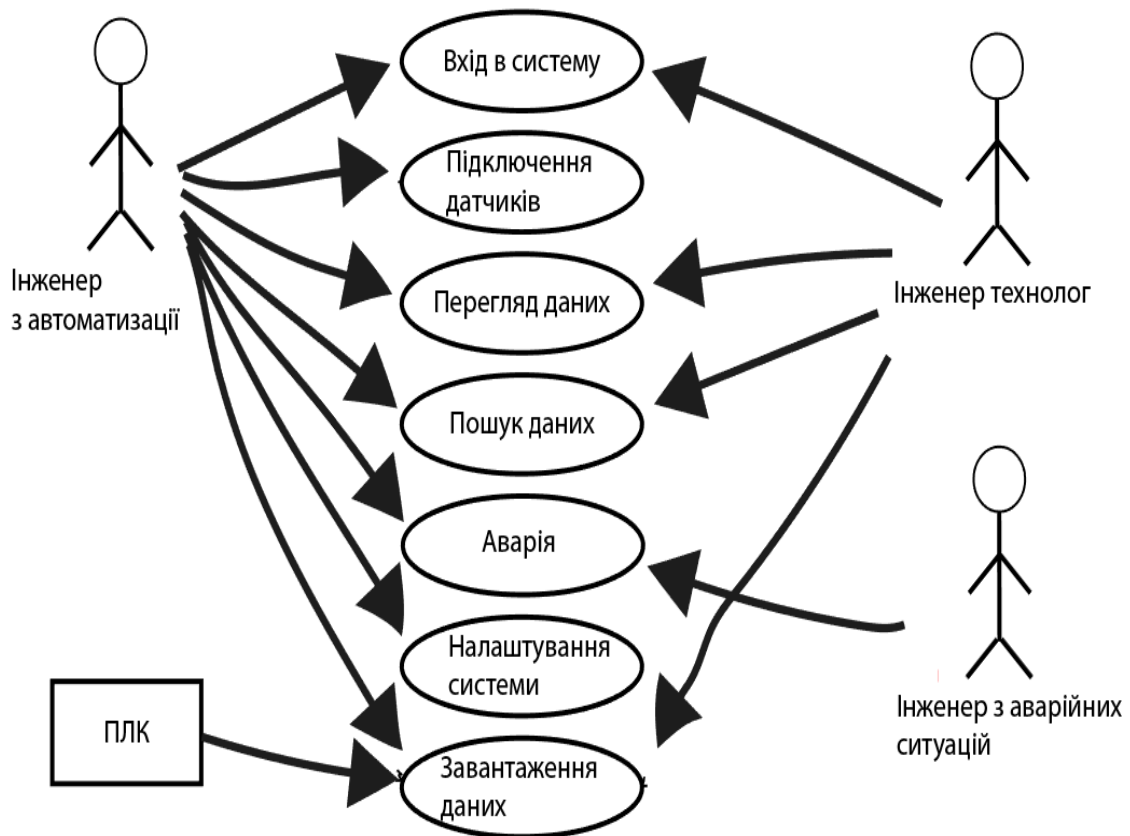


Рисунок 1.8 – Схеми використання системи моніторингу

змн	арк	№ докум.	підпис	дата
-----	-----	----------	--------	------

Відповідно до схеми використання можна сформулювати вимоги до системи автоматизації.

Система моніторингу температури холодильної установки повинна мати наступні вимоги:

- здійснення вимірювання температури в холодильній установці в режимі реального часу;
- наявність веб-інтерфейсу для відображення даних про виміряну температуру;
- наявність системи оповіщення про можливі аварії в холодильній установці;
- можливість підключення декількох датчиків;

1.4 Висновки до першого розділу

В цьому розділі було проведено роботу над аналізом предметної області моніторингу температури, сформульовано вимоги яким повинна дотримуватись автоматизована система моніторингу температури.

Було проведено аналіз наявного на ринку програмно-технологічного забезпечення відповідної сфери. Зроблено аналіз систем моніторингу температури на базі одного модуля, та декількох модулів, системи що використовують безпроводні та проводні типи з'єднання з датчиками, а також багатфункціональні системи моніторингу для великих підприємств. Описані основні технологічні особливості систем аналогів та їхні технологічні характеристики.

Також проаналізовано вимоги до системи моніторингу, створено схему використання та проведено аналіз користувачів системи. Розроблено технологічне завдання та сформульовані основні вимоги до системи моніторингу температури холодильної установки:

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		23

2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Система моніторингу температури холодильної установки на базі компонентів ОВЕН

В даній роботі система моніторингу буде створена на базі компонентів від фірми ОВЕН.

В якості давача інформації про температуру виступає датчик ДТС125Л-РТ100.В3.60 зображений на рисунку 2.1. Даний датчик призначений для постійного вимірювання температури різних робочих середовищ таких як газ, пар, повітря.



Рисунок 2.1 - Датчик ДТС125Л-РТ100.В3.60

Датчик ДТС125Л-РТ100.В3.60 відрізняється збільшеною комутаційною головкою, класом допуску В, чотирипровідною схемою з'єднань та довжиною монтажної частини 60 мм.

В якості чутливого елемента датчика ДТС125Л виступає термоопір РТ100.

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

24

Датчик температури РТ100 це резистивний датчик вихідним сигналом якого опір. Робота такого датчика полягає в зміні власного опору під впливом температури.

Опір провідників (металів), як правило, зростає при збільшенні температури. Зміна опору з температурою описується наступним виразом (2.1):

$$R_T = R_0(1 + a_1T + a_2T^2 + \dots + a_nT^n) \quad (2.1)$$

де R_T — опір при температурі T °З; R_0 — опір при 0°С; a , — константи.[2]

Матеріали, які використовуються для виготовлення термометрів опору, повинні мати максимальний і постійний температурний коефіцієнт електричного опору, лінійну залежність опору від температури, мати відтворюваність властивостей і інертність до впливів навколишнього середовища.

Для виготовлення сенсорів термометрів опору використовують мідь, нікель, платину, вольфрам, що мають позитивний температурний коефіцієнт.[3]

Матеріалом датчика РТ100 є платина з опором 100 Ом при температурі 0 °С. Платина має позитивний коефіцієнт залежності опору від температури; з ростом температури зростає опір. Зміна опору від температури (лінійний к-т): 0,39 Ом / 1 °С. Основною відмінністю платинових датчиків є довгострокова стабільність в порівнянні з іншими методами вимірювання температури, за рік не гірше, ніж 0,2 Ом / 0 °С.

Зовнішній вигляд датчика представлений на рисунку 2.2, а його технічні характеристики в таблиці 2.1.

Датчик можливий в декількох виконаннях, в залежності від типу вимірюючого елемента що використовується для вимірювання температури а також його довжини. Можлива конфігурація датчика із гнучким проводом кріплення, а також із жорстким кріпленням.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		25



Рисунок 2.2 – Датчик РТ100

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ДТС125Л-РТ100.В3.60

Характеристика (НРХ)	Pt100
Модель	125Л
Вихідний сигнал	Опір
Довжина занурювальної частини	60мм
Діапазон робочих температур	-50..125°C
Точність вимірювання	0.1°C
Клас допуску	В
Схема внутрішніх з'єднань провідників	Двопровідна

В якості перетворювача аналогового сигналу з датчика температури в цифровий застосовується модуль вводу аналогових сигналів МВ110-8А зображений на рисунку 2.3.

МВ110-8А – модуль вводу аналогових сигналів виробництва фірми ОВЕН що автоматично перетворює сигнали з аналогових датчиків, підключених до нього, в цифрові сигнали із можливістю передачі по різних протоколах передачі таких як ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.



Рисунок 2.3 - Модуль вводу аналогових сигналів MB110-8A

Основні особливості модуля вводу аналогових сигналів MB110-8A

- 8 універсальних каналів аналогового вводу
- типи вхідних сигналів: термоперетворювачі опору, термопари, уніфіковані сигнали напруги та струму (потребують використання зовнішнього резистора 50 Ом), опір до 2 кОм
 - частота вимірювань: до 0,3 с на канал
 - термопари: L, J, N, K, S, R, B, T, A-1, A-2, A-3
 - термоперетворювачі опору: 50M, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100M, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500M, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000M, Cu1000, 1000П, Pt1000
- уніфіковані сигнали: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В
- напруга живлення: ~220 В та =24 В (універсальне джерело живлення).

Повний опис характеристик модуля представлений в таблиці 2.2.

Модуль не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із працюючою на ньому SCADA-системою,

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

27

контролер або регулятор. У якості Майстра мережі можуть використовуватися контролери ОВЕН ПЛК тощо.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики модуля вводу аналогових сигналів MB110-8A

Напруга живлення:	від 90 до 264 В змінного струму (номінальна напруга 220 В) частотою від 47 до 63 Гц або
Споживана потужність, ВА, не більше	6
Кількість аналогових входів	8
Межа основної зведеної похибки під час вимірювання:	$\pm 0,25\%$
Електрична міцність ізоляції кіл, В	1500
Інтерфейс зв'язку з комп'ютером	RS-485
Максимальна швидкість за інтерфейсом RS-485, біт/с	115200
Протокол зв'язку, який використовується для передавання інформації	ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Ступінь захисту корпусу	IP20
Габаритні розміри пристрою, мм, не більше	63x110x73
Маса пристрою, кг, не більше	0,5
Середній наробіток на відмову, год, не менше	50 000

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

28

Автоматичний перетворювач інтерфейсів AC4 (рис 2.4) – це пристрій що перетворює, сигнал що надходить на нього, із протоколу RS-485 в протокол USB та навпаки. Дозволяє підключати комп'ютер до автоматизованих промислових мереж RS-485.

Основні функції перетворювача інтерфейсів ОВЕН AC4:

- взаємне перетворення сигналів інтерфейсів RS-485 та USB;
- автоматичне визначення напрямку передавання сигналів;
- гальванічна ізоляція інтерфейсів;
- створення візуального COM-порту при підмиканні пристрою до ПК, що дозволяє без додаткової адаптації використовувати інформаційні системи (SCADA, конфігуратори), що працюють з апаратним COM-портом;
- живлення від шини USB;
- вбудовані узгоджувальні резистори.



Рисунок 2.4 - ОВЕН AC4

Технічні характеристики, а також габаритні розміри перетворювача описані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики ОВЕН AC4

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		29

Напруга живлення DC, В	4,75...5,25
Споживана потужність, Вт	0,5
Інтерфейс USB	
Стандарт	USB 2.0
Роз'єм	Тип B
Сигнали, що передаються	D+, D-
Максимальна довжина лінії зв'язку, м	3
Інтерфейс RS-485	
Стандарт	EIA/TIA-485
Роз'єм	Клеми
Сигнали, що передаються	A(Data+), B(Data-)
Максимальна швидкість передавання даних, біт/с	115200
Максимальна кількість притсроїв, шт.	32*
Корпус	
Габаритні розміри, мм	36×93×57
Маса, г	65

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

30

Для створення WEB-візуалізації та підключення до хмарного сховища використовується мережевий шлюз для доступу до сервісу OwenCloud RS-485 / Ethernet ПЕ210.

ПЕ210 (рис 2.5) приймає сигнал по мережі RS-485 та передає їх на хмарний сервіс OwenCloud за допомогою мережі Ethernet. Після включення мережевий шлюз автоматично підключається до хмарного сервісу OwenCloud по спеціальному ідентифікатору та передає отриману інформацію в базу даних.

Конфігурація шлюзу відбувається через підключення по спеціальний USB – роз’єм, що розмішений на передній стороні пристрою. Здійснення конфігурації виконується через спеціальну комп’ютерну програму конфігуратор ПМ110.

Технічні, масо – габаритні та інтерфейсні характеристики мережевого шлюзу ПЕ210 представлено в таблиці 2.4.



Рисунок 2.5 - Мережевий шлюз ПЕ210

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики ПЕ210

Номінальна напруга живлення (частота)	ПЕ210-230	~ 230 В
	ПЕ210-24	=24 В
Діапазон напруги живлення змінного струму (частота)	ПЕ210-230	~ 85..264 В (45...65 Гц)
	ПЕ210-24	=10 ... 48 В
Споживана потужність, не більше	ПЕ210-230	6 ВА
	ПЕ210-24	6 Вт
Гальванічна ізоляція	Є, основна посилена	
Електрична міцність ізоляції	2300 В, змінний струм (ДСТУ EN 62368-1)	
Інтерфейс для підключення пристроїв до шлюзу:	RS-485	
Для підключення шлюзу до OwenCloud	Ethernet 10/100 Mbit	
Для конфігурації шлюзу	USB 2.0 (MicroUSB) Ethernet 10/100 Mbit	
Габаритні розміри	90 x 62 x 53,6 мм	
Маса, не більше	0,25 кг	

змн	арк	№ докум.	підпис	дата
-----	-----	----------	--------	------

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

32

2.2 Архітектурне проектування

Для початку, потрібно визначитись зі сферою використання розроблюваної системи моніторингу. В нашому випадку система розробляється для підприємства що займається зберіганням фруктів перед їх відправкою до місця продажу. В структурі підприємства присутні 3 холодильні установки потужністю 15 кВт. Внутрішній об'єм холодильних камер дорівнює 40 м³. Оскільки внутрішній об'єм є досить великим прийнято рішення використовувати на кожну холодильну установку по 1 датчику типу ДТС125Л-РТ100.В3.60. всередині камери.

Спроекуємо структурну модель системи моніторингу температури для холодильної установки рисунок 2.6.



Рисунок 2.6 – Структурна схема системи моніторингу

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

33

Як видно з структурної схеми системи в ній задіяно 5 підсистем із різними функціями.

Датчики відповідають за вимірювання температури всередині холодильної установки і подають інформацію про вимірювання далі, в аналоговому виді.

Пристрій аналогового вводу відповідальний за перетворення аналогового сигналу в цифровий.

Перетворювач RS-485/USB перетворює отриману інформацію із протоколу RS-485 в протокол USB та надсилає її на SCADA систему підприємства.

Мережевий шлюз мусить передати інформацію на хмарне сховище, де її можна буде переглянути через веб-інтерфейс.

Для ще кращого розуміння принципу роботи системи побудуємо MVC-модель нашої системи (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – MVC- модель системи автоматизації

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

34

В якості моделі виступає система вимірювання параметрів електромережі та програма автоматики технологічного-процесу. Система моніторингу вимірює параметри, а далі передає інформацію на контролер, SCADA-систему та веб-інтерфейс, якщо параметри не відповідають потрібним холодильна запускає процес охолодження допоки параметри температури всередині холодильної камери не прийдуть в норму.

Видом виступає Web-інтерфейс користувача (дозволяє переглядати дані по температурі в реальному часі, а також керувати деякими функціями системи) та SCADA-система що також показує інформацію про стан системи в реальному часі та дозволяє керувати всім технічним процесом з одного комп'ютера, відповідно до дій користувача, або оператора.

Контролер керує передачею і формуванням команд від користувача, SCADA-системи або операторської панелі та контролює весь автоматизований процес виробництва. В нашій автоматизованій системі контролером виступає програмований-логічний контролер Овен 100.

Користувач, або оператор технологічної лінії, наглядає за технологічним процесом, змінює параметри системи автоматизації в залежності від необхідності та попереджає аварійні ситуації. Наприклад, якщо система моніторингу повідомляє про різке зниження температури в певній холодильній камері оператор мусить негайно визначити проблему та виправити її.

Система моніторингу температури працює паралельно із системою автоматизації підприємства і автоматично пересилає дані про вимірювання на ПЛК по інтерфейсу RS-485.

Інтерфейс RS-485 (інша назва - EIA / TIA-485) - один з найбільш поширених стандартів фізичного рівня зв'язку. Фізичний рівень - це канал зв'язку і спосіб передачі сигналу (1 рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI).[4]

Інтерфейс RS-485 широко застосовується і всіх видах промисловості через свою простоту і малогабаритність.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	<i>арк</i>
<i>змн</i>	<i>арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>		35

Мережа, побудована на інтерфейсі RS-485, являє собою приймачі, з'єднані при допомозі кручений пари - двох скручених проводів. В основі інтерфейсу RS-485 лежить принцип диференціальної (балансної) передачі даних. Суть його полягає в передачі одного сигналу по двох проводах. Причому по одному дроту (умовно А) йде оригінальний сигнал, а по іншому (умовно В) - його інверсна копія. Іншими словами, якщо на одному дроті "1", то на іншому "0" і навпаки. Таким чином, між двома проводами кручений пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" - негативна. Саме цією різницею потенціалів і передається сигнал. Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість до синфазної перешкоди.[4]

Також для системи моніторингу заснованої на ПЕ210 необхідно забезпечити підключення до Ethernet мережі з доступом в Internet, оскільки відправка інформації про вимірювання відбувається на хмарне сховище через Internet-мережу.

2.3 Детальне проектування

Відповідно до рисунку 2.6 розробимо детальну схему підключення системи моніторингу холодильної установки та опишемо її конструктивні особливості.

Датчики та пристрій аналогового вводу. В кожній холодильній камері розміщено по одному датчику температури ДТС125Л-РТ100.В3.60, прикріпленому до стінки камери. Передача даних по датчику відбувається через три провідні контакти що підключенні до пристрою вводу аналогових сигналів МВ110-8А. Живлення датчиків відбувається через ці ж три проводи.

Модуль аналогового вводу живиться від мережі постійного струму підприємства +24v. Передача даних про вимірювану температуру подальшим пристроям відбуваються по двохжильному проводу мережі RS-485.

Детальне зображення на рисунку 2.8.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	<i>арк</i>
<i>змн</i>	<i>арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>		36

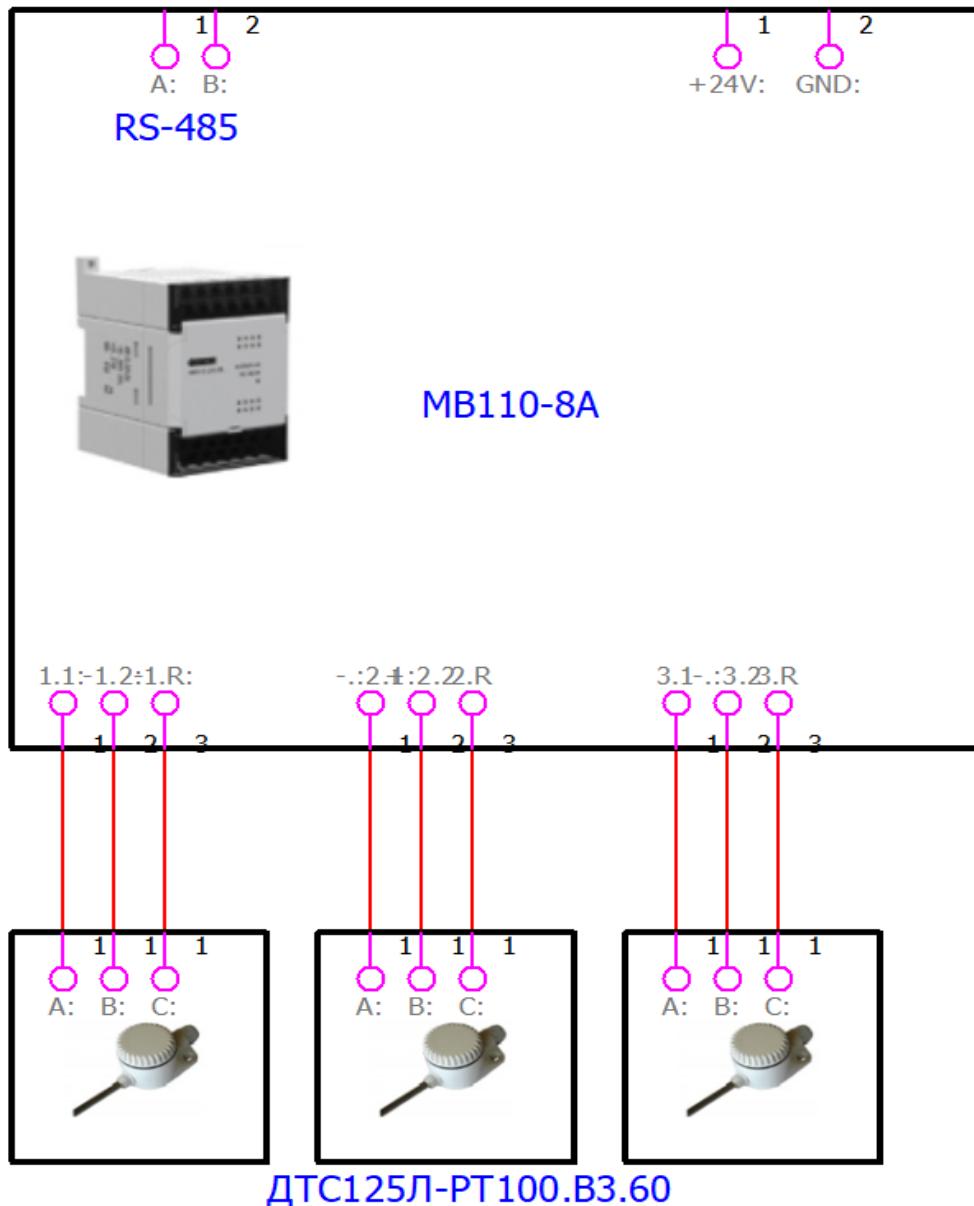


Рисунок 2.8 – Схема датчиків та модуля аналогового вводу

Автоматичний перетворювач інтерфейсів USB/RS-485 AC4. Перетворювач інтерфейсів AC4 отримує дані по двохжильному проводу мережі RS-485 та перетворює їх в протокол USB. Відправка інформації після перетворення відбувається через порт USB що має чотири виходи, два для живлення +5v постійного струму та два інформаційні. Живлення модуля відбувається через порт USB від мережі +5v. Схема пристрою на рисунку 2.9.

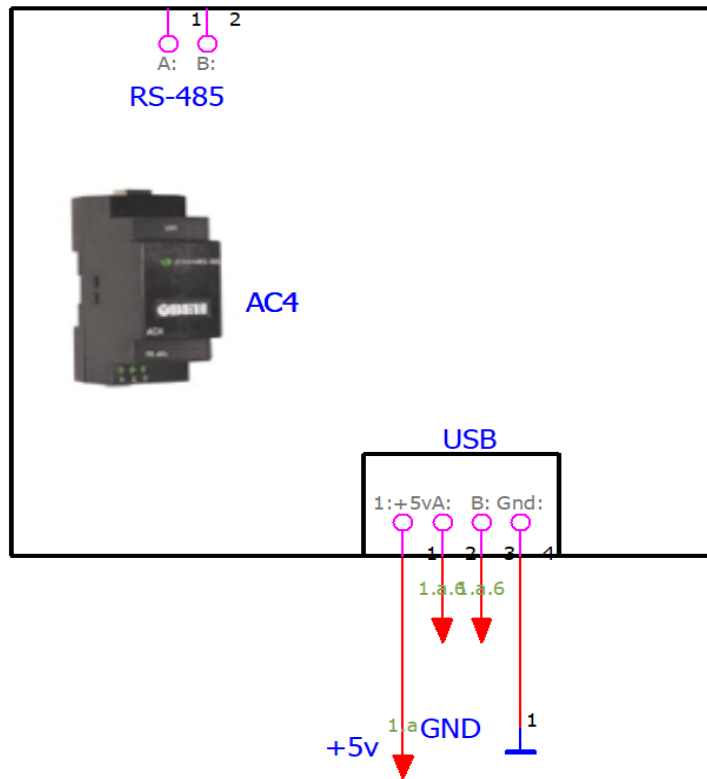


Рисунок 2.9 – Схема AC4

Мережевий шлюз ПЕ210-24. Мережевий шлюз отримує інформацію для обміну з хмарним сховищем із мережі RS-485 та здійснює їх відправку через Ethernet-кабель. Живлення модуля відбувається по лінії +24V. Схема на рис. 2.10.

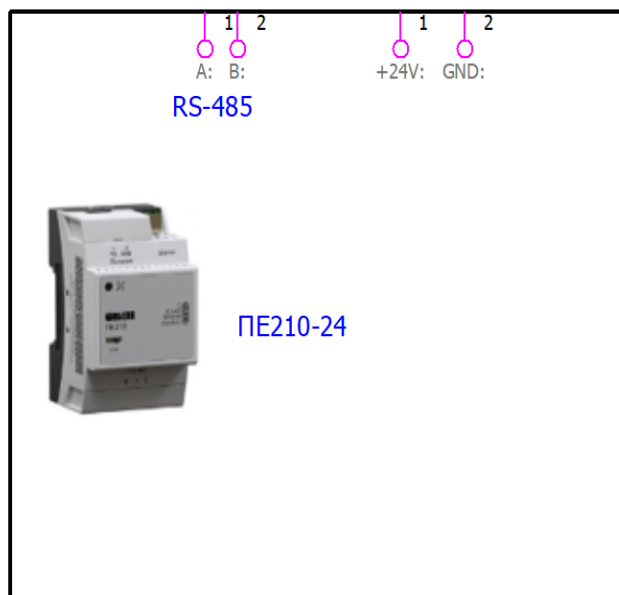


Рисунок 2.10 – ПЕ210-24

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

38

Повна схема підключення системи моніторингу температури із всіма елементами винесена в додаток А.

Ще одним кроком в розробці системи моніторингу є розробка відповідних дій що повинен виконувати контролер в разі зміни показників та можливою аварійної ситуації.

В розробленій системі контролером виступає ПЛК ОВЕН 110 що підключається до модуля аналогового вводу через інтерфейс RS-485 та живиться від мережі +24v.

Розробимо логічну дію контролера на зміну температури.

Включення холодильної установки відбувається коли виконується рівняння (2.1)

$$t_c > t_f \quad (2.1)$$

де t_f - встановлене значення температури, а t_c – значення виміряні датчиком

Виключення холодильної установки відбувається при виконанні рівняння (2.2)

$$t_c \leq t_f \quad (2.2)$$

Підчас використання системи моніторингу температури можуть виникнути різні аварійні ситуації. Аварії на холодильних установках бувають різні більшість з яких викликані несправністю охолоджуючої системи, а саме:

- вихід з ладу компресора нагнітання тиску;
- витік охолоджуючої рідини.

У визначенні таких аварій допоможе система моніторингу температури холодильної установки.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	<i>арк</i>
<i>змн</i>	<i>арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>		39

При виявленні однієї з аварійних ситуацій контролеру необхідно подати сигнал аварії на SCADA-систему та на пристрої світлового та звукового попередження. Після виявлення причини аварії, вона усувається ремонтною бригадою підприємства.

2.4 Висновки до другого розділу

В цьому розділі було проведено розробку системи моніторингу температури холодильних установок на підприємстві зі зберігання продуктів харчування, що містить три холодильні камери, беручи за основу компоненти фірми ОВЕН.

Вивчено основні комплектуючі системи які забезпечують повноцінну роботу: модуль аналогового вводу, мережевий шлюз, модуль перетворення RS-485/USB, датчиків виміру температури повітря. Визначено особливості будови кожного елементу системи моніторингу та їхні технічні характеристики.

Розроблено структурну схему системи та розібрано функціональні особливості кожного елементу та принцип роботи елементів системи моніторингу.

Розроблено MVC-модель системи із можливостями використання системи моніторингу температури, для відповідної кількості холодильних камер обраного підприємства, щоб краще зрозуміти принципи роботи системи та варіантів її використання.

Було створено схему підключення кожного елемента системи та оформлено в додаток А. Відповідно до схеми підключення розібрано підключення датчиків вимірювання, модуля аналогового вводу, модуля перетворювача та мережевого шлюзу.

Визначено можливі аварійні ситуації в холодильних установках та можливості їх виявлення. Створено план дій в разі виникнення аварійних ситуацій на підприємстві.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		40

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Підключення системи моніторингу

Початковим завданням підключення є закріплення всередині холодильної камери та підключення датчиків температури ДТС125Л-РТ100.

Кріпляться датчики на стінці всередині холодильної камери за допомогою гвинтів кріплення. Для зменшення тепловтрат провід передачі даних, зображений на рисунку 3.1, проводиться через спеціальний отвір в стінці камери, який потім герметизується або через верхній кут дверей камери охолодження.

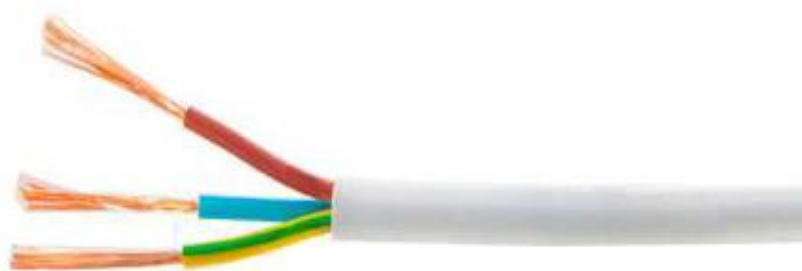


Рисунок 3.1 – Кабель підключення датчиків

Як видно з рисунку 3.1 підключення датчика температури відбувається за допомогою мережевого трьохжильного проводу в ізоляційному захисті.

На рисунку 3.2 показано внутрішню будову датчика ДТС125Л-РТ100, як видно всередині датчика знаходиться чотири клеми, одна з яких не використовуються, тому підключаєм кабель до доступних трьох контактів датчика. Повторюємо з кожним з трьох датчиків.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		41



Рисунок 3.2 – Датчик ДТС125Л-РТ100 зсередини

Підключаємо червону жилу кабеля до одиночного контакту зліва, а синю і жовто-зелену жилу до двох контактів з правої сторони.

Всі інші комплектуючі будуть розміщуватись всередині електромонтажного шкафа і кріпитись на DIN-рейку.

Наступним кроком виступає під'єднання датчиків до модуля аналогового вводу. Схема розміщення контактів модуля зображена на рисунку 3.3.

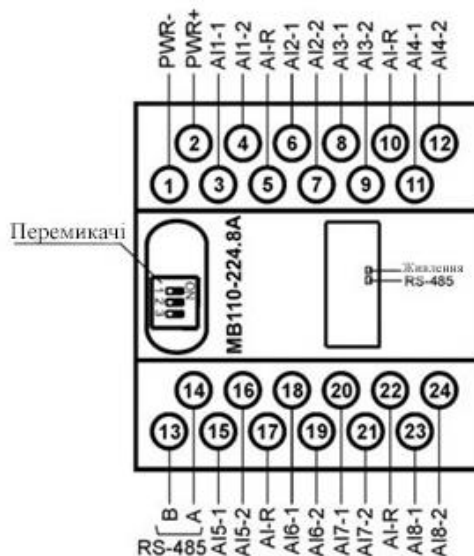


Рисунок 3.3 – Розміщення контактів модуля аналогового вводу

змн	арк	№ докум.	підпис	дата
-----	-----	----------	--------	------

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

42

Підключення датчиків буде виконуватись до контактів: AI1-1, AI1-2, AI2-1, AI2-2, AI3.1, AI3.2, AI-R.

Кожний датчик підключається до трьох пар контактів відповідно до схеми на рисунку 3.4.

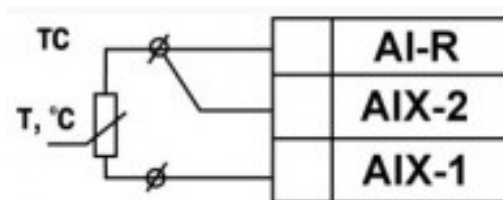


Рисунок 3.4 – Підключення датчиків до модуля MB110

Відповідно до рисунку 3.1-3.4 виконується підключення датчиків до модуля вводу. Червона жила кабелю підключається до клеми AIX-1, а дві інші до клем AIX-2 та AI-R. Відповідним чином приєднуються всі датчики.

Живлення модуля аналогового вводу відбувається від мережі +24v підприємства. Підключення живлення робиться двома ізольованими проводами до контактів PWR-, PWR+ розміщених у верхній частині модуля (рисунок 3.3). Відповідно до позначень провід живлення +24v приєднується до клеми PWR+, а провід землі до контакту PWR-.

Передача даних від модуля наступним компонентам системи моніторингу відбувається через спеціальний кабель для інтерфейсу RS-485, зображений на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Кабель мережі RS-485

Як зображено на рисунку 3.5 кабель складається з чотирьох переплетених жил в ізоляції, додатково присутнє екранування. Дві переплетені жили відповідають за контакти А+ та В- інтерфейсу, інші дві жили відповідають за підключення землі.

Підключення інтерфейсу відбувається до контактів А та В зображених на рисунку 3.3, більш детальний вигляд підключення ображено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Підключення інтерфейсу RS-485

Наступним компонентом системи моніторингу є перетворювач АС4, що потрібний для перетворення інтерфейсу RS-485 в USB та навпаки для передачі даних на робочий комп'ютер із встановленою SCADA-системою, та можливості пряму конфігурацію модулів системи моніторингу температури холодильної установки.

Живлення модуля АС4 відбувається від +5v що надходять в нього через підключений інтерфейс USB із робочого комп'ютера підприємства, через відповідний кабель.

Підключення інтерфейсу RS-485 відбувається таким же чином що і в попередньому варіанті, через дві жили спеціального кабелю із підключенням до контактів А та В відповідно, більш детально підключення показано на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Підключення AC4

Останнім елементом підключення системи моніторингу є мережевий шлюз ПЕ210-24.

Мережевий шлюз ПЕ210-24 живиться від мережі +24v та підключається до неї там же самим способом, як і модуль аналогового вводу.

Схема розміщення контактів пристрою показана на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Контакти ПЕ210

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

45

До інтерфейсу RS-485 приєднання відбувається однаковим чином з попередніми прикладами по схемі зображеній на рисунку 3.9

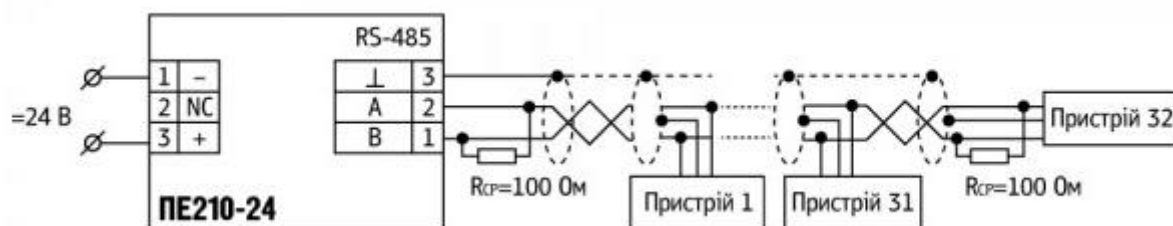


Рисунок 3.9 – Приєднання до RS-485

Мережевий шлюз підключається до локальної мережі Ethernet шляхом під'єднання кабелю даних типу вита пара із модульним роз'ємом RJ-45. Кабель підключають в гніздо RJ-45, на модулі підпис Ethernet, тобто локальна мережа передачі даних.

Зазвичай в якості кабелю для Ethernet мережі використовують виту пару з екрануванням, але в даному випадку наявність екранування не є обов'язковою умовою застосування. Обов'язковою умовою використання є можливість виходу Ethernet в мережу Internet.

Скомпонувавши і приєднавши всі елементи системи моніторингу температури можна переходити до процесу налаштування конфігурації пристроїв.

3.2 Конфігурація пристроїв системи моніторингу

Після підключення всіх елементів настає потреба в налаштуванні елементів системи, тобто налаштування конфігурації.

Найпершим елементом в системі для налаштування виступає модуль аналогового вводу MB110. Налаштування конфігурації даного модуля відбувається в спеціально призначеному для цього конфігураторі.

Для початку підключимось до модуля. Щоб це зробити під'єднаємся через перетворювач АС4 до інтерфейсу RS-485. Заходим в конфігуратор МВ110 та з'єднуємось з модулем, початкове вікно з'єднання представлено на рис. 3.10.

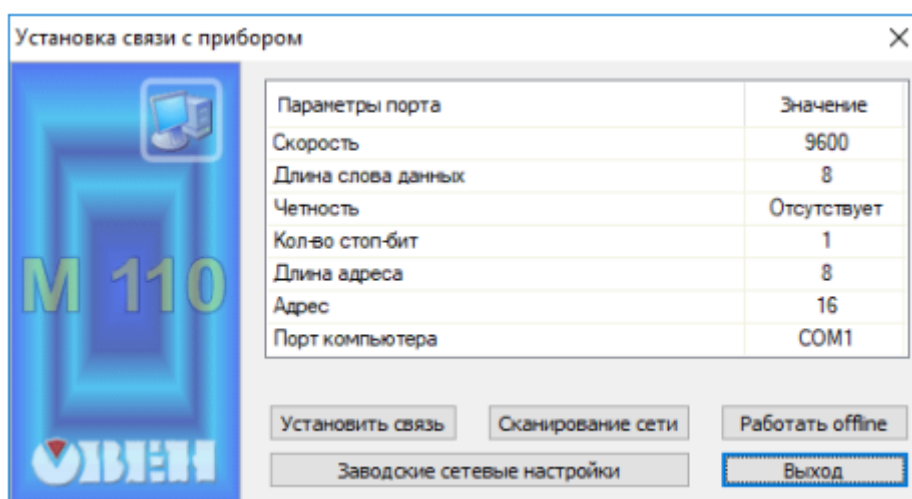


Рисунок 3.10 – Початкове вікно конфігуратора

Для з'єднання вводимо в рядок порт комп'ютера значення порту через який здійснювалось підключення з перетворювачем АС4. У вікні що появиться вибираєм модель нашого перетворювача.

Після успішного підключення до модуля вводу висвітлюється вікно конфігурації МВ110, рисунок 3.11.

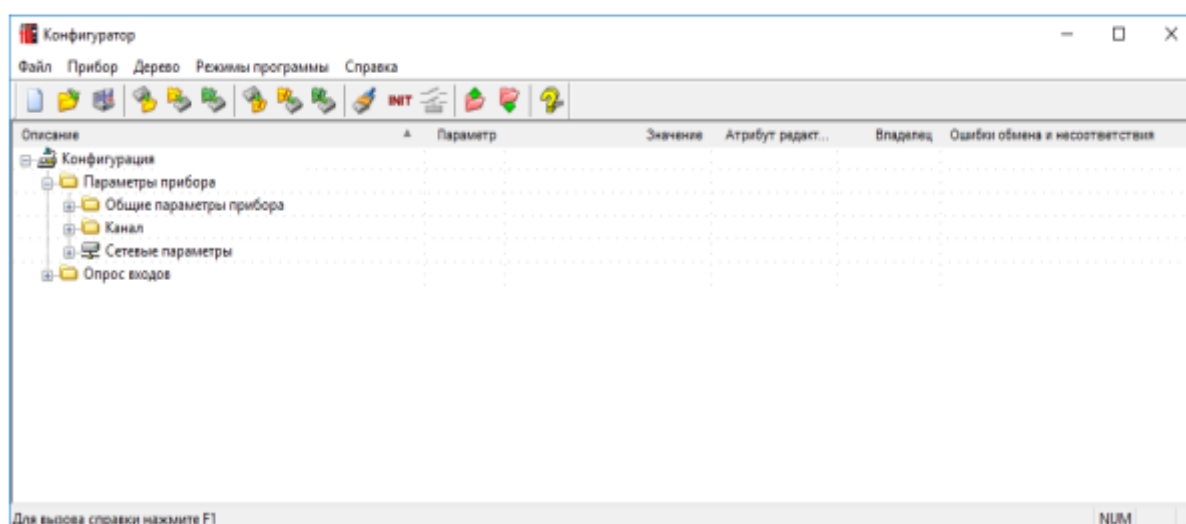


Рисунок 3.11 – Головне вікно конфігуратора

Для успішного налаштування датчиків в головному вікні конфігуратора (рисунок 3.11) обираємо вкладку входи. Оскільки датчики підключались до входів AI1, AI2, AI3, налаштування будуть проводитись відповідно для входів 1, 2, 3. Для кожного з підключених входів, в параметрі тип датчика, обираємо значення PT100. Щоб налаштувати час опитування датчиків у вкладці загальні параметри обираємо рядок швидкість опитування і ставимо значення 500, що означає що кожний наступний датчик буде опитуватись із затримкою в 500 мілісекунд. Загальний вигляд налаштування конфігурації представлено на рисунку 3.12.

Для обміну даними по інтерфейсу RS-485 налаштовуємо швидкість передачі та адресу нашого модуля, для цього у вкладці мережеві параметри, в рядку швидкість обміну ставимо значення 11520, для адреси обираємо, невикористане, значення 20.

Описание	Параметр	Значение	Атрибут редакт...	Владелец	Ошиб
Конфигурация M110 (Имя не задано)					
Параметры прибора					
Общие параметры					
Сетевые параметры					
Скорость обмена	bPS	115200	Редактируемый	Пользователь	
Длина слова данных	LEn	8	Редактируемый	Пользователь	
Контроль по четности	PrtY	Отсутствует	Редактируемый	Пользователь	
Количество стоп-бит	Sbit	1	Редактируемый	Пользователь	
Размер сетевых адресов	A.Len	8	Редактируемый	Пользователь	
Базовый адрес прибора	Addr	20	Редактируемый	Пользователь	
Задержка ответа по RS-485,мс	Rs.dL	2	Редактируемый	Пользователь	
Протокол обмена	Prot	ModBus-RTU	Редактируемый	Пользователь	
Входы					
Режим работы автоматической коррекции ...	CJ-.C	Включен	Редактируемый	Пользователь	
Вход 1					
Тип датчика	in-t	Pt 1000 (a=0,00385)	Редактируемый	Пользователь	
Постоянная времени цифрового фильтра	in.Fd	0	Редактируемый	Пользователь	
Коррекция «сдвиг характеристики»	in.SH	0.000	Редактируемый	Пользователь	
Коррекция «наклон характеристики»	in.SL	1.000	Редактируемый	Пользователь	
Полоса цифрового фильтра	in.FG	0.000	Редактируемый	Пользователь	
Нижняя граница диапазона измерения а...	Ain.L	0.000	Редактируемый	Пользователь	
Верхняя граница диапазона измерения а...	Ain.H	100.000	Редактируемый	Пользователь	
Смещение десятичной точки	dP	1	Редактируемый	Пользователь	
Вход 2					
Тип датчика	in-t	Pt 1000 (a=0,00385)	Редактируемый	Пользователь	
Постоянная времени цифрового фильтра	in.Fd	0	Редактируемый	Пользователь	
Коррекция «сдвиг характеристики»	in.SH	0.000	Редактируемый	Пользователь	
Коррекция «наклон характеристики»	in.SL	1.000	Редактируемый	Пользователь	
Полоса цифрового фильтра	in.FG	0.000	Редактируемый	Пользователь	
Нижняя граница диапазона измерения а...	Ain.L	0.000	Редактируемый	Пользователь	
Верхняя граница диапазона измерения а...	Ain.H	100.000	Редактируемый	Пользователь	
Смещение десятичной точки	dP	1	Редактируемый	Пользователь	

Рисунок 3.12 – Конфігурація модуля

Щоб виконати конфігурацію мережевого шлюзу PE210 необхідно використовувати програму OWEN конфігуратор.

Підключаємось через USB, розміщене на передній панелі модуля, до мережевого шлюзу, заходимо в програму OWEN конфігуратор та вибираємо з випадаючого списку модель пристрою, в нашому випадку PE210. Після здійснення підключення до модуля відкривається вікно конфігурації мережевого пристрою (рисунок 3.13). У відповідних рядках вводимо параметри нашої мережі для доступу в Internet.

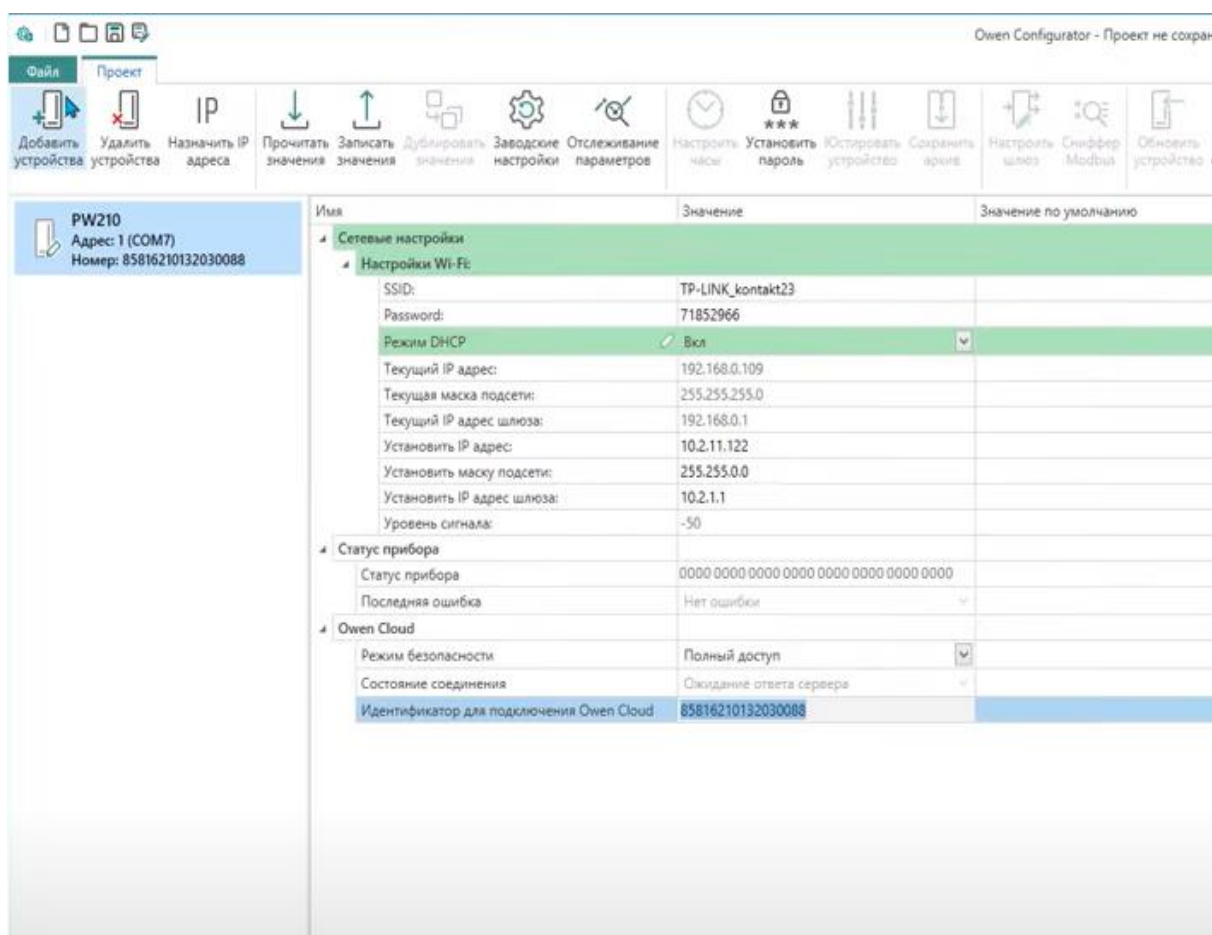


Рисунок 3.13 – Конфігурація мережевого шлюзу

Щоб була можливість під'єднання до Owen Cloud у відповідному рядку конфігуратора вводимо ідентифікатор для підключення Owen Cloud, який можна отримати при реєстрації в сервісі.

3.3 Налаштування Web-інтерфейсу

Щоб користуватись Web-інтерфейсом Owen Cloud пройдем реєстрацію на сайті та отримаємо ідентифікатор підключення що потрібно ввести при конфігурації мережевого шлюзу.

З персонального комп'ютера заходимо на головну сторінку Owen Cloud що показана на рисунку 3.14.

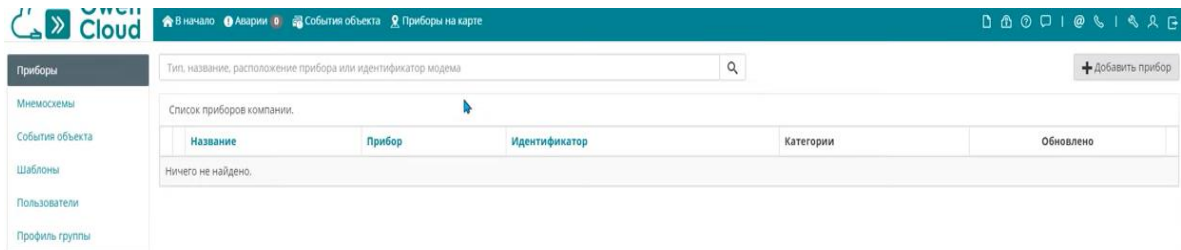


Рисунок 3.14 – Головний екран Owen Cloud

Щоб отримувати дані з розробленої системи моніторингу необхідно додати пристрої в Owen Cloud, для цього нажимаємо кнопку додати пристрій, у верхньому правому куті. Вікно додати пристрій ображено на рисунку 3.15.

Рисунок 3.15 – Вікно додати пристрій

У вікні що появилось потрібно заповнити всі необхідні параметри:

- ідентифікатор – IMEI мережевого шлюзу, яке розміщено на задній частині пристрою;
- тип пристрою – модуль аналогового вводу що використовується, MB110-8A;
- адрес в мережі – адрес в мережі RS-485 пристрою вводу, 20;
- заводський номер – номер модуля вводу що написаний на задній частині пристрою.
- назва пристрою – назва за якою буде ідентифікуватись пристрій;
- часовий пояс – часовий пояс де працює пристрій.

Після додавання пристрою налаштуємо період опитування модуля аналогового вводу на вкладці базові налаштування (рисунок 3.16).

Текущий идентификатор	862057040890920
Тип прибора	MB110-8A
Новый идентификатор	Введите какое-либо из следующих значений: заводской номер пр
Заводской номер	Целое, не более 17 знаков
Название прибора*	MB110-224.8A
Категории	
Часовой пояс*	GMT+3:00 Время на странице прибора будет смещаться в зависимости от час
Время хранения архива*	90 дней Не более 90 дней
"Оперативный" период опроса*	15 сек Интервал опроса оперативных параметров
"Конфигурационный" период опроса*	60 сек Интервал опроса конфигурационных параметров
"Управляющий" период опроса*	15 сек Интервал опроса управляемых параметров

Рисунок 3.16 – Вкладка базові налаштування

На вкладці базові налаштування (рисунок 3.16) проведем налаштування модуля:

- рядок оперативний період опитування 1 сек;
- керуючий період опитування 5 сек;
- швидкість COM-порту 115200;
- адреса в мережі 20.

Після проведених дій на вкладці параметри відображаються параметри температури по кожному з трьох датчиків. Щоб отримати результати вимірювань температури у вигляді таблиці або графіка, необхідно обрати параметр на поставити прапорець навпроти значення «показувати в графіках» та «показувати в таблиці».

3.4 Висновки до третього розділу

В цьому розділі дипломного проектування було проведено роботу з опису процесу підключення, розробленої системи моніторингу температури холодильної установки, до автоматизованої системи підприємства. Розглянуто процес кріплення датчиків, а також поконтактно описано процес з'єднання всіх елементів системи в одну мережу. Розглянуто варіанти живлення кожного модуля автоматизованої системи моніторингу.

Проведена робота з конфігурації модулів аналогового вводу та мережевого шлюзу, а саме;

- описано програми для конфігурації елементів;
- підключено і налаштовано датчики вимірювання температури до модуля аналогового вводу;
- налаштовано параметри мережі в мережевому шлюзі для доступу до Owen Cloud.

Виконано налаштування Web-інтерфейсу Owen Cloud для автоматизованої системи моніторингу температури холодильної установки.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		52

4 ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

4.1 Тестування процесу вимірювання

Тестування автоматизованої системи моніторингу температури будуть проводитись із застосуванням всіх необхідних інструментів. Початковим етапом процесу тестування буде проведення тестів із модулем аналогового вводу на предмет точного вимірювання і передавання інформації про вимірювання.

Щоб провести тестування створимо тестову установку системи моніторингу. Тестова установка підключена по принципах описаних в третьому розділі цієї дипломної роботи. Відмінністю тестової системи моніторингу від реальної буде тільки наявність двох датчиків виміру температури ДТС125Л-РТ100, замість трьох.

Отже для проведення тестування помістимо підключенні датчики ДТС125Л-РТ100 в холодильну камеру та перевіримо показання що вимірюють датчики в програмі конфігуратор МВ110. Щоб подивитись результати вимірювань отриманих з датчиків, заходимо в конфігуратор МВ110 і підключаємось до модуля аналогового вводу. Наступним кроком обираємо вкладку опитування датчиків, показану на рисунку 4.1, в параметрі значення бачим параметри що отримує модуль.

The screenshot shows a configuration window for an analog input module. It includes a tree view on the left with 'Опрос входов' (Input Query) expanded to 'Значение с измерителя 1' and 'Значение с измерителя 2'. The main area displays a table of parameters:

Имя параметра	Период	Значение	Ошибки обмена и несоответствия
Значение с измерителя 1	1000	2.51	
Значение с измерителя 2	1000	2.44	

Below this, there are three rows of configuration parameters:

Авс Нижняя граница диапазона измерения а...	Ain.L	0.000	Редактируемый	Пользователь
Авс Верхняя граница диапазона измерения а...	Ain.H	100.000	Редактируемый	Пользователь
Авс Смещение десятичной точки	dP	1	Редактируемый	Пользователь

Рисунок 4.1 – Показання значень температури в конфігураторі МВ110

Як бачимо на рисунку 4.1, модуль аналогового вводу отримує параметри температури з двох датчиків.

Значення температури отримані від датчиків відрізнялись від значень звичайного термометра, що також був поміщений в холодильну камеру, не більше ніж на $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, що можна вважати похибкою вимірювання.

4.2 Тестування Web-інтерфейсу Owen Cloud

Проведення тестування Web-інтерфейсу Owen Cloud проводилось на тестовій установці описаній вище. Для тестування передачі інформації на Owen Cloud датчики температури було поміщено в холодильну камеру на деякий час. Наступним етапом тестування стало відкриття дверцят холодильної установки на деякий час для виміру показників зміни температури. Отримані результати вимірювання було подано у вигляді графіку. Всі вимірювання були передані в Owen Cloud, де їх можна було переглянути (рисунок 4.2).

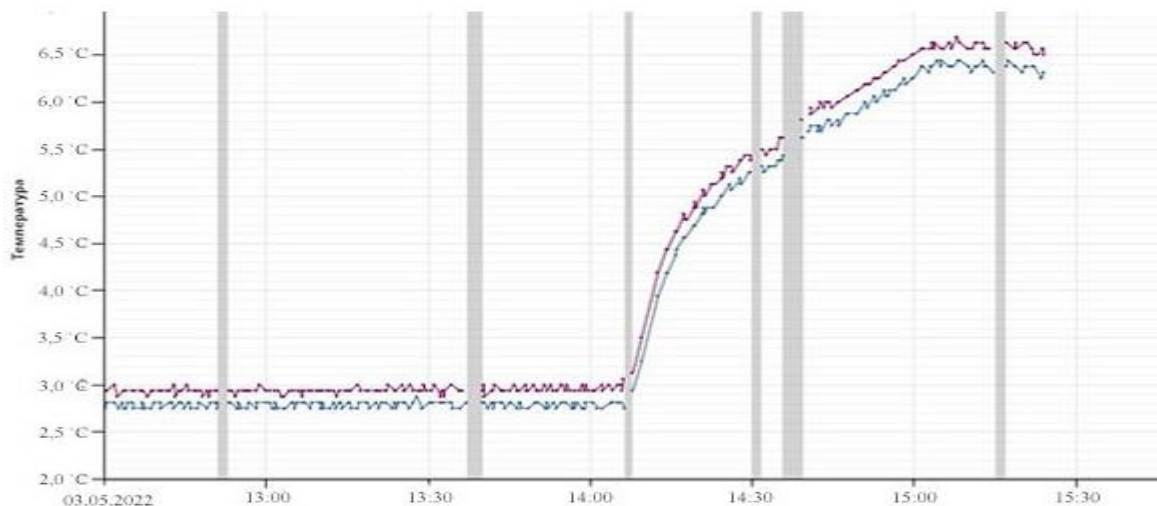


Рисунок 4.2 – Графік отриманих результатів

4.3 Висновки до четвертого розділу

В четвертому розділі дипломного проектування було проведено тестування розробленої системи моніторингу температури на робото-здатність. За результатами тестувань було підтверджено правильність та стійкість роботи системи моніторингу.

змн	арк	№ докум.	підпис	дата

КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ

арк

54

ВИСНОВКИ

За результатами даної роботи було проаналізовано предметну область сфери застосування систем моніторингу температури холодильної установки в промисловості, комерції та медицині. Також було виявлено області обов'язкового застосування систем моніторингу в холодильних установках, а також можливості та необхідність застосування таких систем у холодильних установках що рухаються, тобто в рефрижераторах.

Проведено моніторинг промислових систем моніторингу температури що є у вільному доступі на ринку. Дані системи було поділено на декілька категорій: за сферою використання, типом датчиків що використовуються та способом збереження отриманої інформації. Для кожної категорії було представлено моделі систем моніторингу температури з їх основними функціями та технічними характеристиками, а також представлений їх зовнішній вигляд та варіанти використання.

Розроблено, представлено та детально описано систему моніторингу температури на основі компонентів фірми ОВЕН. В даній системі одним із головних елементів є модуль аналогового вводу МВ110-8а, який проводить опитування аналогових термоперетворювачів опору та здійснює перетворення отриманої величини опору у величину значення температури. Даний модуль дозволяє підключити до восьми аналогових датчиків вимірювання різних фізичних величин. Модуль аналогового вводу має можливість передачі інформації наступним елементам по спеціальному промислового інтерфейсу RS-485, підключення модуля відбувається шляхом приєднання двохжильного кабеля цього інтерфейсу, а також налаштування швидкості передачі та адреси в конфігураторі.

Основним вимірювачем в розробленій системі моніторингу є датчик температури ДТС125Л РТ100 в якому елементом вимірювання являється платиновий термоперетворювач опору РТ100. Всі датчики підключаються до модуля аналогового вводу безпосередньо через три контакта.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		55

За процес передачі інформації в хмарне сховище Owen Cloud відповідає мережевий шлюз ПЕ110.

Відповідно до технічного завдання було спроектовано автоматизовану систему моніторингу температури холодильної установки для підприємства що займається зберіганням продуктів харчування на базі компонентів фірми ОВЕН. Для проектування автоматизованої системи моніторингу температури було створено та детально описано структурну схему елементів системи моніторингу. Була створена MVC – модель системи моніторингу температури та докладно розібрано всі її особливості. Створено принципову схему розведення електроживлення та з'єднання елементів системи в розподільчому щиті та проведено детальний опис кожного елемента. Для попередження аварійних ситуацій розроблена таблиця можливих аварій, способи визначення даних аварій та дії після виявлення аварійної ситуації.

Розроблену систему моніторингу було створено та становлено на практиці. Розписано процес встановлення кожного елемента системи моніторингу, особливості приєднання до інтерфейсу RS-485, підключення до мережі живлення та методи підключення датчиків.

Було проведено роботу з конфігурації модуля аналогового вводу через спеціальне програмне забезпечення та налаштовано датчики на вимірювання температури. Також була виконана конфігурація мережевого шлюзу, для можливості доступу в мережу internet. Проведено реєстрацію в хмарному сховищі Owen Cloud та детально описано процес налаштування Web-інтерфейсу.

Під кінець було виконано тестування системи моніторингу на тестовій установці на предмет правильно роботи-здатності системи. Проведено тестування системи на рівні отримання даних від датчиків температури на модуль вводу, а також тестування передачі виміряних результатів на хмарне сховище Owen Cloud. За результатами тестувань було отримано перші моніторингові данні системи у вигляді графіка.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Системи моніторингу: Навчальний посібник / В.К. Галіцин, О.П. Суслов, Н. К. Самченко. – К.: КНЕУ, 2015. – 409,
2. Паламар М.І., Пастернак Ю.В., Стрембіцький М.О. Методи і засоби спряження температурних сенсорів у мікропроцесорних вимірювальних комплексах. Конспект лекцій для студентів спеціальностей 8.05100306 – «Інформаційні технології в приладобудуванні» та 8.05100302 – «Прилади і системи точної механіки». – Тернопіль: ТНТУ, 2015. – 73 с.
3. Термометри опору [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://www.wikiwand.com/uk/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8_%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%83.
4. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки щодо її виконання для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Ю. В. Форкун, Г. І. Радельчук, І. В. Форкун, А. С. Каштальян, В. В. Мартинюк. Хмельницький : ХНУ, 2020. 50с.
5. Класифікація засобів моніторингу та аналізу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/Класифікація_засобів_моніторингу_та_аналізу
6. Офіційна сторінка ОВЕН. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://owen.ua/>.
7. Chodorow K. MongoDB: The Definitive Guide, Second Edition. – O'Reilly Media, Inc., 2013. –393 с.
8. Harrison B.L., Consolvo S., Choudhury . Using multi-modal sensing for human activity modeling in the real world / B.L.Harrison, S.Consolvo, T.Choudhury // Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments, Springer, 2010. — P. 463-478.
9. Michael Dory, Adam Parrish, Brendan Berg. Introduction to Tornado. — O'Reilly Media, Inc., 2012. —138 с

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	арк
змн	арк	№ докум.	підпис	дата		57

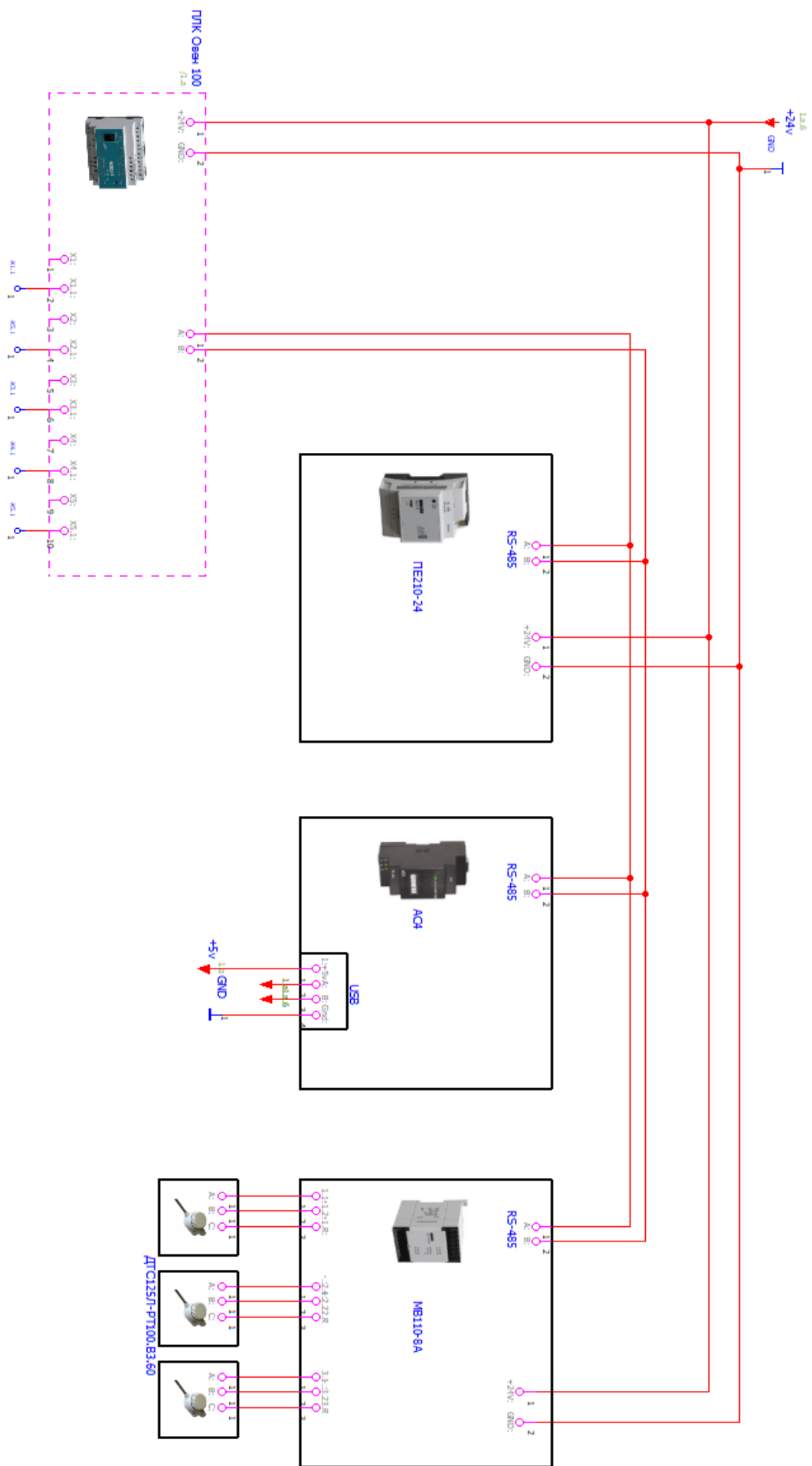
10. Jiadi Y., Yingying C., Xiangyu X. Sensing Vehicle Conditions for Detecting Driving Behaviors. / Y. Jiadi, C. Yingying, X. Xiangyu // SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering, Springer, 2010. — P. 75.

11. Агалакова, Л.М., Фрід, А.І., Шаймарданов Ф.А. Самоналаштувальний коригуючий пристрій постійного часу термодетектора // Контрольно-вимірвальна техніка.-Львів: Вид. «Вища школа».-1983 №33.-С.93-98.

12. Куценко Ю.М. Монтаж електрообладнання і систем керування. – К.:Аграрна освіта, 2009. – 347с.

					<i>КВРАКІТ.2019064.01.06.ПЗ</i>	<i>арк</i>
<i>змн</i>	<i>арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>дата</i>		58

Додаток А



Кваліфікаційна робота бакалавра Автоматизація процесу моніторингу температури холодильної установки

Виконала студентка групи АКІТс-19-1 Нестерук М.П

Актуальність теми

Підтримання температури в межах допустимих норм, є основою правильної, продуктивної та безвідмовної роботи холодильних камер зберігання харчової продукції. Точний контроль температури в холодильниках має вирішальне значення для якості, безпеки та зовнішнього вигляду продукції харчування.

Автоматизація моніторингу температури холодильних машин і агрегатів спрямована на підвищення економічної ефективності та забезпечення особистої безпеки обслуговуючого персоналу. Економія ефективності роботи холодильних установ забезпечується за рахунок зниження експлуатаційних витрат і зниження витрат на обслуговування обладнання.

Переваги систем моніторингу

Системи температурного моніторингу використовуються майже у всіх автоматизованих системах із використанням процесів нагрівання або охолодження. Температурний моніторинг застосовується для вирішення багатьох проблем, які виникають при використанні великих холодильних установок. Такі системи дають наступні переваги :

- ▶ Забезпечують постійний контроль рівня температури в холодильній установці;
- ▶ Передають інформацію про температуру всередині холодильної камери на хмарне сховище в реальному часі, що дозволяє переглядати інформацію про температуру будь де;
- ▶ Можуть повідомляти про різкі зміни температури в разі аварії;
- ▶ Зберігає дані про температуру довгий період часу.

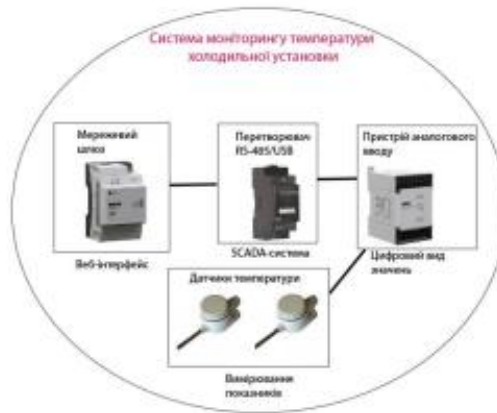
Різноманіття систем моніторингу температури

На сучасному ринку представлення велика кількість різних систем автоматизованого моніторингу температури, їх можна поділити за наступною характеристикою.

За сферами використання:

- ▶ Для малих холодильних камер невеликих підприємств - характеризується своєю простотою у встановленні і використанні меншим функціоналом та певною дешевизною в порівнянні з аналогами, часто встановлюється на автомобільні рефрижератори через свою простоту і дешевизну.
- ▶ Для промислових холодильних установок великого об'єму - мають більш надійну конструкцію та більшу ціну, володіють розширеними функціональними можливостями.
- ▶ Для промислових складів - зазвичай використовують безпроводні датчики через їх далеке розміщення один від одного і вимірюють вимірювання додаткових параметрів таких як вологість, освітлення та інші.
- ▶ Для холодильних установок з високоточним відслідковуванням температури - використовуються в медицині і фармації там де потрібна висока точність вимірювань, є досить дорогими і дуже точними.

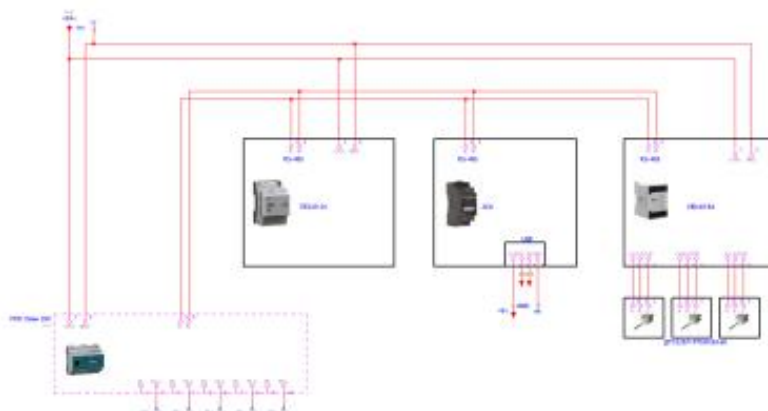
Структурна модель системи моніторингу температури



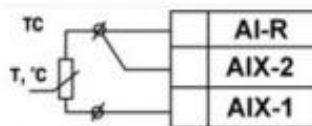
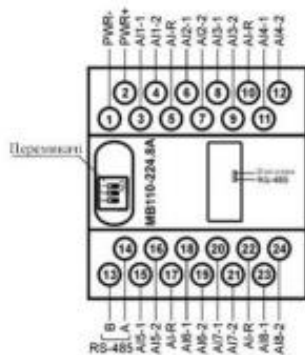
MVC - модель системи автоматизації з використанням системи моніторингу



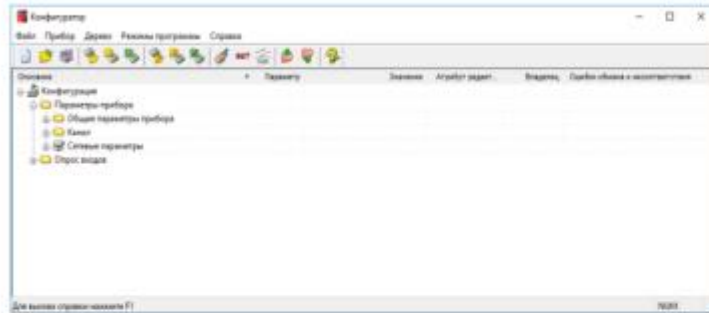
Детальна схема підключення елементів системи моніторингу



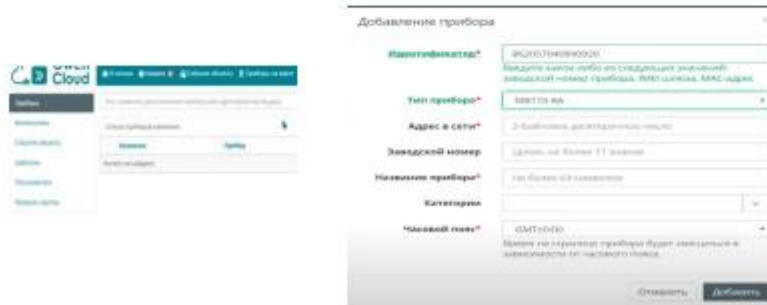
Підключення датчиків до модуля аналогового вводу



Конфігурація модуля аналогового вводу



Налаштування WEB-інтерфейсу



Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1011554750

Дата перевірки:
13.06.2022 08:39:03 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
13.06.2022 08:43:15 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: на плагіат Нестерук

Кількість сторінок: 56 Кількість слів: 7924 Кількість символів: 58828 Розмір файлу: 3.91 MB ID файлу: 1011426442

12.9% Схожість

Найбільша схожість: 3.03% з Інтернет-джерелом (<https://deps.ua/ua/katalog/sensors/44483.html>)

12.9% Джерела з Інтернету

53

Сторінка 58

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

1

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 4.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 8%

ID: 105054 Назва: Бакалаврська кваліфікаційна робота Додано в БД: 2022-06-13 Автора: Нестерук М. Керівники: Макаришкін Д.А. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	50995	489	3889 (8%)	46 (9%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Нестерук Марина Павлівна

Тема: Автоматизація процесу моніторингу температури холодильної установки

Спеціальність: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Обсяг дипломної роботи:

Кількість листів креслень ___; кількість сторінок записки ___ 58

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У кваліфікаційній роботі змодельовано розробку автоматизації установки процесу моніторингу температури холодильної установки.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі розглядаються актуальність теми для підприємств України та системи відслідковування температури, що доступні на ринку і є схожими із розробленою системою. В другому розділі було детально описано принцип роботи автоматизованої системи моніторингу температури, розроблено структурну схему елементів системи моніторингу та MVS-модель. Друга частина другого розділу присвячена розробці принципової схеми підключення системи моніторингу температури до мережі підприємства. В третьому розділі розглядається принцип підключення на практиці системи моніторингу та Web-інтерфейс користувача, розкриваються основні можливості системи, а також відбувається налаштування системи відповідно до завдання. В четвертому розділі проводиться тестування розробленої системи на практиці та перевіряється її працеспроможність.

4. Позитивні сторони роботи: Кваліфікаційна робота має комплексну практичну цінність. Практична цінність результатів роботи полягає в реалізації розробки автоматизованої установки процесу моніторингу температури холодильної установки.

5. Негативні сторони роботи: В роботі наявні граматичні помилки

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи:
Матеріали кваліфікаційної роботи є структурованими у чіткій та логічній формі та
відображають послідовність виконання поставлених
задач.

7. Відгук про роботу в цілому: Загалом, зміст представленої роботи в повній
мірі розкриває обрану тему. Робота виконана на належному науково-технічному
рівні

8. Інші зауваження: -

9. Оцінка дипломної роботи:

Розглянувши представлену дипломну роботу вважаю, що робота заслуговує оцінки
«відмінно» 4,90 (А)

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

Асистент Олександр Анатолійович, доцент кафедри КН
ХНУ

“ 10 ” червня 2022р.



Завідувачу кафедри АКІТ
Мартинюк.В.В
здобувача вищої освіти
студентки 3 курсу, гр. АКІТс-19-1
Нестерук.М.П

ЗАЯВА


З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційного проекту до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомена. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщена та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

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

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

14.06.2022

Дата



Підпис

РІШЕННЯ КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Автоматизація процесу моніторингу температури холодильної установки

Автор: **Нестерук Марина Павлівна**

Спеціальність: **151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

Освітня програма: **Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

Науковий керівник: **зав. каф. д.т.н., професор., Мартинюк В. В.**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:


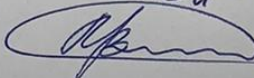
№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	Відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо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

Підтвердження: Запозичення у розмірі 12.9%, виявлені в роботі відповідають тексту стандартних бланків та списку літератури, решта запозичень є випадковими, або на них є посилання, тому ці запозичення не є плагіатом, бо вони не стосуються наукової новизни і практичної значущості роботи.

13.06.2022р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. АКІТ

Федула М.В

Мартинюк В.В.