

**Магістерська дисертація на тему:**  
**«Автоматизована система контролю параметрів**  
**теплопостачання»**

Київ – 2021 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет**

**Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю**

«На правах рукопису»

УДК 681.121

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

КИРИЧУК Ю.В

(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за освітньо-професійною програмою «Комп’ютерно-інтегровані  
технології проектування приладів»**

**спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»**

**на тему: «Автоматизована система контролю параметрів теплопостачання»**

Виконала:

студентка II курсу, групи ПМ-01мп

Кучеренко Юлія В’ячеславівна

\_\_\_\_\_

Керівник:

Доцент, к.т.н

Гришанова Ірина Аркадіївна

\_\_\_\_\_

Консультант з Розробка СТАРТАП-проекту:

Професор, д.е.н,

Бояринова Катерина Олександрівна

\_\_\_\_\_

Рецензент:

Доцент, к.т.н

Самарцев Ю.М.

\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	A4		Завдання на магістерську дисертацію	2	
2	A4	МД ПМ01мп. 06 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	МД ПМ01мп. 06	Структурна схема автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання	1	
4	A1	МД ПМ01мп. 06	Схема системи вимірювання тепла для багатоповерхового будинку	1	
5	A1	МД ПМ01мп. 06	Схема вузла теплового обліку	1	
6	A1	МД ПМ01мп. 06.СК	Складальне креслення теплолічильника	1	
7	A1	МД ПМ01мп. 06	Схеми системи диспетчеризації	1	
8	A1	МД ПМ01мп. 06	Схема мережі контролю та керування «Розумний будинок»	1	
9	A1	МД ПМ01мп. 06	Алгоритми системи та підсистем автоматизації контролю параметрів теплопостачання	1	
10	A1	МД ПМ01мп. 06	Демонстраційний аркуш	1	

				МД ПМ01мп. 06 ВМД		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Кучеренко Ю.В.			Відомість магістерської дисертації	Лист	Листів
Керівн.	Гришанова І.А.				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Приладобудуван ня Гр. ПМ-61	
Н/контр.						
Зав.каф.	Киричук Ю.В.					

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Приладобудівний факультет**  
**Кафедра Приладобудування**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування приладів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ КИРИЧУК Ю.В.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію**  
**студентці**  
**Кучеренко Юлії В'ячеславівні**

1. Тема дисертації «Автоматизована система контролю параметрів теплопостачання», керівник дисертації Гришанова Ірина Аркадіївна, к.т.н., затверджені наказом по університету від «03» листопада 2021 р. №3664-с

2. Строк подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до дисертації

Система теплопостачання працює за температурним графіком 150/70 °С.  
Опалювальні прилади – радіатори.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

Вступ. Характеристика системи контролю параметрів теплопостачання. Розробка структурної схеми системи контролю параметрів теплопостачання. Характеристика об'єкту автоматизації. Вибір лічильника тепла за розрахунковими значеннями витрати

теплоносія. Розробка схем диспетчеризації та мережі контролю та керування «Розумний будинок». Розробка алгоритмів системи та підсистем автоматизації процесу контролю параметрів теплопостачання. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, тощо)

5.1 Структурна схема автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання - 1 арк.ф.А1

5.2 Схема системи вимірювання тепла для багатоповерхового будинку - 1 арк.ф.А1

5.3 Схема вузла теплового обліку - 1 арк.ф.А1

5.4 Складальне креслення теплотічильника - 1 арк.ф.А1

5.5 Схема системи диспетчеризації - 1 арк.ф.А1

5.6 Схема мережі контролю та керування «Розумний будинок» - 1 арк.ф.А1

5.7 Алгоритми системи та підсистем автоматизації контролю параметрів теплопостачання - 1 арк.ф.А1

Демонстраційний аркуш - 1 арк.ф.А1

#### 6. Консультанти розділів дисертації \*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка стартап-проекту	Бояринова Катерина Олександрівна, д.е.н, професор		

7. Дата видачі завдання 05.11.2021

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Дослідження та збір джерел інформації про технології автоматизації приладів обліку та контролю	05.11.2021-20.11.2021	
2.	Розробка схеми автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання	21.11.2021-28.11.2021	
3.	Дослідження характеристик об'єкта автоматизації	29.11.2021-03.12.2021	
4.	Розробка алгоритмів системи автоматизації контролю параметрів теплопостачання	03.12.2021-10.12.2021	

Студент \_\_\_\_\_

Юлія КУЧЕРЕНКО

Керівник дисертації \_\_\_\_\_

Ірина ГРИШАНОВА

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему «Автоматизована система контролю параметрів тепlopостачання»: с.75 , рис. 29, табл. 24, джерел 26.

**Актуальність.** У магістерській дисертації розглядається автоматизована система контролю параметрів тепlopостачання для загального випадку та зокрема для багатоповерхового будинку, досліджуються компоненти системи, їх принцип функціонування та взаємодії між собою за допомогою методів алгоритмізації, досліджуються способи реалізації та побудови автоматизованих систем контролю.

**Метою роботи** є дослідження та аналіз системи автоматизованого контролю параметрів тепlopостачання для визначення принципів функціонування та підбору обладнання для створення системи з метою оптимізації обліку теплової енергії та контролю параметрів тепlopостачання.

**Об'єктом автоматизації** є облік параметрів тепlopостачання за допомогою лічильника тепла у багатоповерховому будинку.

**Рекомендації по використанню:** отримані результати ефективних алгоритмічних рішень можуть бути основою для створення програмного забезпечення системи контролю параметрів тепlopостачання. Проектний аналіз системи та її компонентів може бути моделлю для підбору обладнання для створення автоматизованої системи контролю параметрів тепlopостачання.

**Ключові слова:** автоматизація, тепlopостачання, алгоритмізація, передача даних.

## ABSTRACT

Master's dissertation on the topic "Automated control system of heat supply parameters": p. 75, Fig. 29, table. 24, sources 26.

**Accuracy.** The master's dissertation considers the automated control system of heat supply parameters for the general case and in particular for a multi-storey building, investigates system components, their principle of operation and interaction with algorithmic methods, methods of implementation and construction of automated control systems.

**The aim of the work** is to study and analyze the system of automated control of heat supply parameters to determine the principles of operation and selection of equipment to create a system to optimize heat metering and control of heat supply parameters.

**The object of automation** is the accounting of heat supply parameters using a heat meter in a multi-storey building.

**Recommendations for use:** The obtained results of effective algorithmic solutions can be the basis for creating software for the control system of heat supply parameters. Design analysis of the system and its components can be a model for the selection of equipment to create an automated system for monitoring the parameters of heat supply.

**Key words:** automation, heat supply, algorithmization, data transfer.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1. Характеристика системи контролю параметрів теплопостачання .....	7
1.1. Розробка структурної схеми автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання.....	7
1.2. Загальний опис елементів системи моніторингу та контролю параметрів теплопостачання у приміщеннях.....	8
2. Характеристика об'єкта автоматизації.....	13
2.1. Загальні вимоги до встановлення приладів та вузлів комерційного обліку теплової енергії.....	13
2.2. Схеми теплопостачання для багатоповерхових будинків.....	16
2.3. Схеми встановлення теплолічильників.....	18
2.4. Вибір лічильника тепла.....	20
2.4.1. Розрахунок витрати теплоносія.....	21
2.4.2. Технічні характеристики.....	23
3. Технології автоматизації .....	26
3.1. Загальна характеристика диспетчеризації.....	27
3.2. Загальна характеристика автоматизованої системи контролю та керування параметрами енергопостачання «Розумний будинок».....	32
3.3. Мережеві технології .....	34
3.4. Розробка алгоритмів системи та підсистем автоматизації контролю параметрів теплопостачання.....	39

					<b>МД ПМ01мп.06 ПЗ</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Кучеренко Ю.В			<b>Автоматизована система контролю параметрів теплопостачання</b>	Лит.	Лист
Провер.							3
Реценз.						<b>2 курс, ПБФ</b>	
Н. Контр.							
Утверд.		Гришанова І.А.					



4.	Розробка стартап-проекту.....	48
4.1.	Опис ідеї проекту технологічний аудит ідеї проекту.....	48
4.2.	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	54
4.3.	Розроблення ринкової стратегії проекту.....	64
4.4.	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	68
4.5.	Висновок до розділу.....	72
	ВИСНОВКИ.....	74
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

$Q$  – теплота, кількість теплоти;

$t$  – температура;

$q$  – коефіцієнт тепловіддачі;

$q_m$  – масова витрата;

$h$  – ентальпія;

$c$  – гранична теплоємність;

$\rho$  – гранична густина води;

АІСКОЕ – автоматизована інформаційна система контролю та обліку енергоресурсів.

АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії.

SCADA- Від англ. *Supervisory Control And Data Acquisition* — диспетчерське управління і збір даних;

M-Bus - Від англ. *Meter-Bus*— європейські стандарти на інтерфейс віддаленого зчитування показників газових та електричних лічильників.

GSM/GPRS – (англ. *General Packet Radio Service*) – стандарти передачі даних

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Вже неодноразово доведена актуальність питання енергоменеджменту та потреба у технічних рішеннях для модернізації існуючих засобів обліку спожитої теплової енергії, що перш за все необхідно для економії фінансових та енергетичних ресурсів, раціонального споживання ресурсами теплопостачання та налагодження надійності системи теплопостачання. Першим та ефективним методом досягнення ефективності є облік та моніторинг параметрів теплопостачання, справності та робочого стану обладнання. Контроль параметрів системи дозволяє провести аналіз показників спожитих енергоресурсів та запропонувати варіанти підвищення ефективного споживання, запропонувати передбачувану кількість необхідних енергоресурсів. У свою чергу системи обліку та обробки показників теплотічильників також потребують підвищення ефективності за допомогою сучасних інформаційно-вимірювальних технологій.

Метою і завданням дослідження є розробка ефективних алгоритмів та підбір потрібного обладнання для створення автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання, що у подальшому розвитку стане засобом енергоменеджменту.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

## 1.1 Розробка структурної схеми автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання

Моніторинг та керування параметрами системи теплопостачання здійснюється завдяки інформаційно-вимірювальних технологій, які реалізують збір, облік, обробку та передачу даних про досліджуване середовище. Контроль за витратою теплоносія довгий час проводився за щомісячними рахунками за енергію. Із розвитком технологій стає можливим автоматизувати систему обробки вимірюваних даних лічильниками тепла. На рис. 1.1 зображена структурна схема автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання.

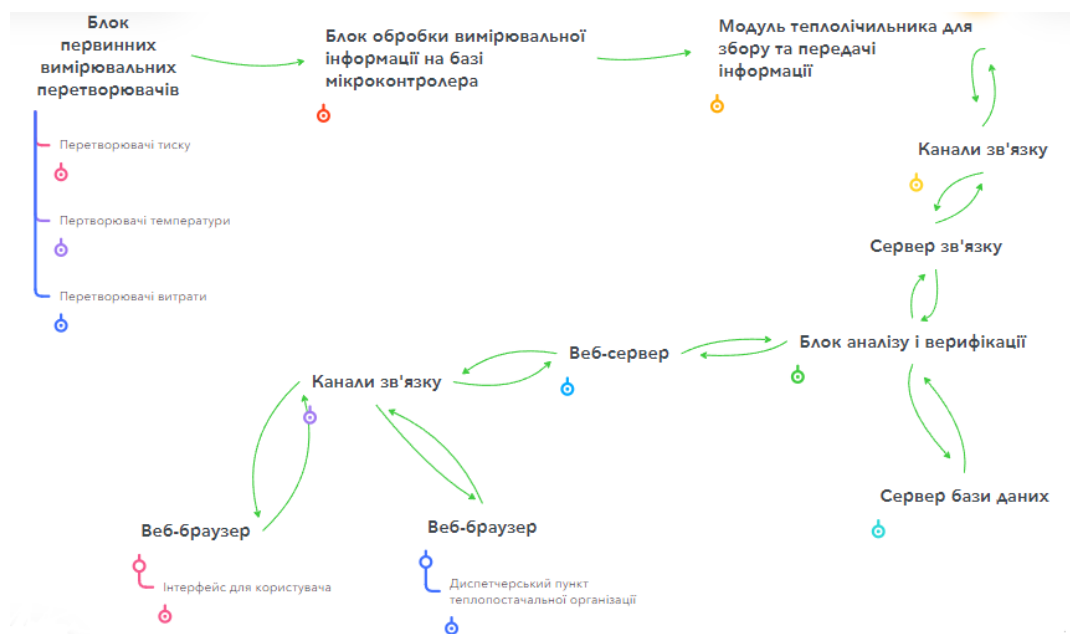


Рис.1.1. Схема автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання

## 1.2 Загальний опис елементів системи моніторингу та контролю параметрів теплопостачання

Одним із основних компонентів системи обліку спожитої теплової енергії є лічильник тепла. Узагальнений принцип роботи лічильника тепла полягає у роботі комплексу перетворювачів витрати, температури, тиску, блоку обробки вимірювальної інформації на базі мікроконтролера (витратомір) та теплообчислювача.

Вимірювання витрати теплоносія може виконувати первинний перетворювач витрати (чутливий елемент), який контактує із вимірюваним середовищем та на виході створює сигнал для обробки інформації. Він може працювати лише у складі лічильника тепла конкретного виду на відміну від перетворювачів витрати, які є окремим приладом. Перетворювач витрати має у складі первинний перетворювач та вторинний перетворювач (електронний блок), завдяки якому утворюються сигнали на виході, що можуть бути оброблені теплообчислювачами різних типів. За принципом роботи перетворювача витрати таким же чином класифікують і власне лічильники тепла: електромагнітний, ультразвуковий, вихровий, змінного перепаду тиску, тахометричні.

Перетворювачі температури у складі теплोलічильника потрібні для контролю теплових режимів теплоносія. Найчастіше у складі лічильника встановлюються терморезистори, за активним електричним опором яких обчислювач розраховує температуру досліджуваного середовища.

Перетворювачі тиску на виході мають електричний сигнал, що утворився через вплив вимірюваного середовища на опір, заряд чи ємність давача. Загалом перетворювачі тиску у складі теплोलічильника мають електричний сигнал на виході 4...20 мА, 0...2 мА або 0...5 мА. [1]

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За виміряними значеннями температури та тиску можна визначити питому ентальпію теплоносія, що у свою чергу необхідно для визначення теплової енергії теплоносія.

Блок обробки вимірювальної інформації перетворює сигнали від первинних перетворювачів в електричні сигнали для подальшого виведення цифрових даних про витрату та виміряні параметри теплоносія, за вхідними даними обчислює значення кількості теплової енергії, збереження у пам'яті пристрою виміряних та обчислених значень параметрів системи тепlopостачання. Залежно від конфігурації обчислювального блоку можливі модернізації обчислювача технологіями передачі даних на різні пристрої та створення автоматизованої системи для регулювання та обліку параметрів системи тепlopостачання. На рис. 1.2 зображено схему узагальненої структури лічильника тепла.

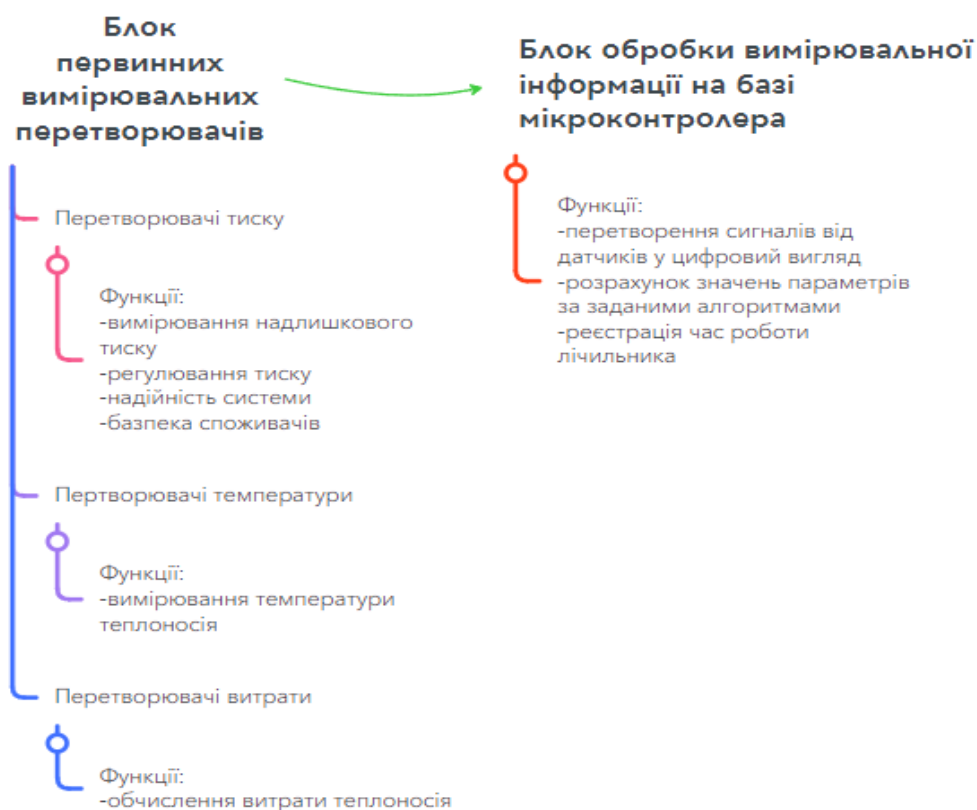


Рис.1.2. Схема узагальненої структури лічильника тепла

Для функціонування системи автоматичного контролю параметрів теплопостачання необхідні інформаційні технології для збору та передачі даних, тому модуль теплोलічильника є важливим компонентом системи. Сучасні теплोलічильники мають різні інтерфейси для підключення модулю збору та передачі даних тому тип каналу та протоколу передачі даних має бути узгодженим згідно конструкційних особливостей лічильника. На рис. 1.3 зображено схему модуля теплोलічильника для збору та передачі інформації.

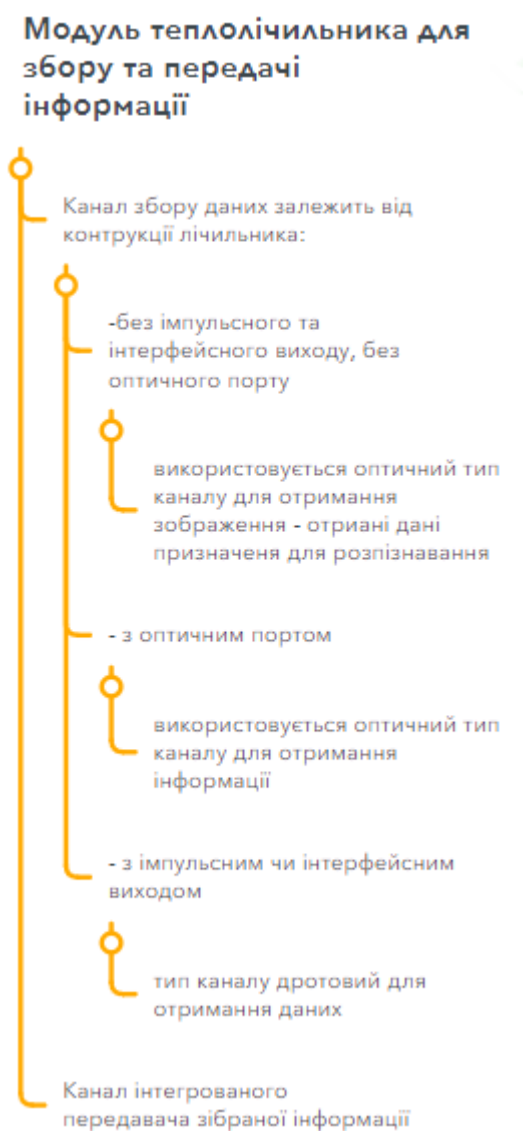


Рис. 1.3. Схема модуля теплोलічильника для збору та передачі інформації

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою каналів зв'язку з модуля теплолічильника для збору та обробки вимірюваних даних про параметри теплопостачання відбувається передача даних з окремих пунктів обліку, таких як квартирні лічильники, до серверів для первинного аналізу даних та збереженні інформації на сервері бази даних. Елемент «Веб-сервер» необхідний для передачі інформації та взаємодії з нею на наступний рівень інтерфейсу користувачів. На рис. 1.4. зображена структура підсистеми збору та передачі інформації.

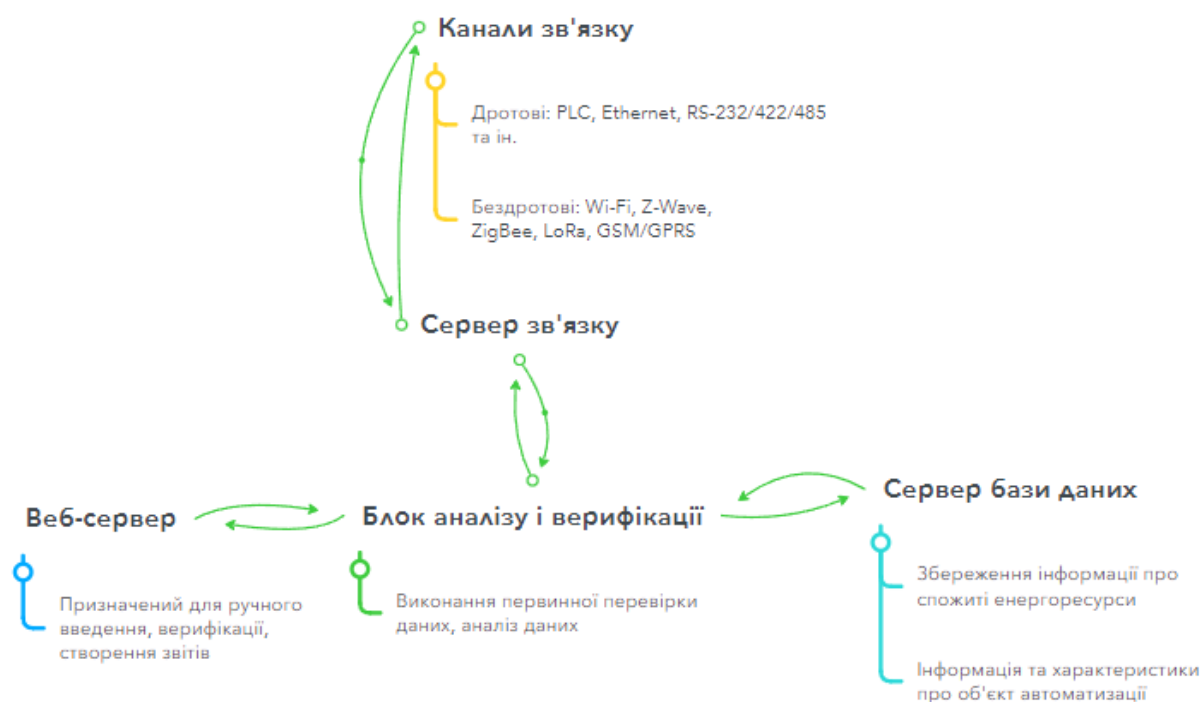


Рис. 1.4. Структура підсистеми збору та передачі інформації

Наступним рівнем є дистанційний обмін інформацією за допомогою каналів зв'язку між веб-сервером та веб-браузерами користувачів. Такими є пристрій споживача теплопостачання та диспетчерський пункт теплопостачальної організації. На цьому рівні застосовуються спеціалізоване програмне забезпечення (АСКОЕ) для остаточної обробки даних від приладів обліку, як окремих споживачів, так і групи, реалізація документованого вигляду інформації про параметри теплопостачання тощо. Для окремого



споживача виведення інформації щодо параметрів теплопостачання на власний пристрій, такий як ПК чи смартфон, є важливою складовою реалізації системи контролю параметрів теплопостачання та спожитих енергоресурсів. На рис. 1.5 зображено схему підсистеми обліку та контролю параметрів теплопостачання.

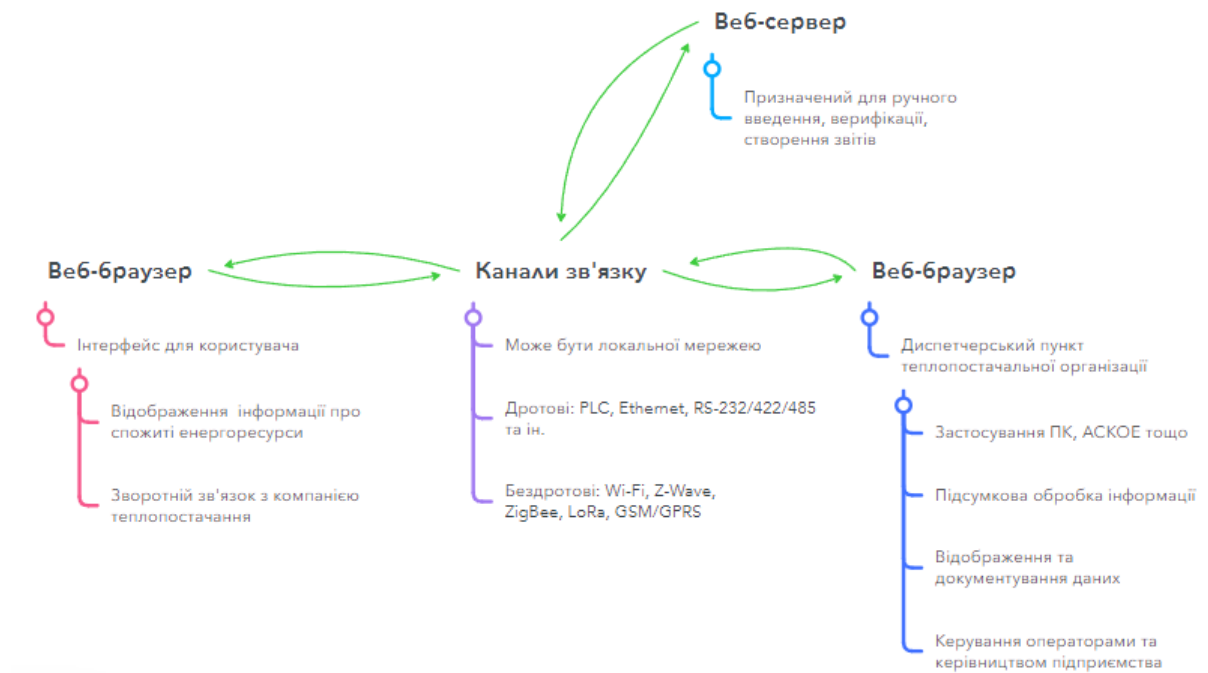


Рис.1.5. Схема підсистеми обліку та контролю параметрів теплопостачання

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 2.1 Загальні вимоги до встановлення приладів та вузлів комерційного обліку теплової енергії

Державний стандарт України ДСТУ 3339—96 встановлює вимоги до якості теплолічильників, які призначені для систем теплопостачанням з рідинним теплоносієм. До них відносяться вимоги до основних параметрів та розмірів, основних характеристик, безпеки. Також прилад вимірювання тепла має бути затвердженим у Державному реєстрі засобів вимірювальної техніки України.

Згідно з стандартом теплолічильники поділяють на класи точності: клас 2; клас 2,5 ; клас 4; клас 5. Клас точності встановлюють для різниці температур від 20 °С до верхньої границі різниць температур. Конкретні класи точності встановлюють у технічних вимогах до конкретних типів теплолічильників. Для лічильників тепла входними параметрами є: температура теплоносія на вході теплообмінної системи; температура теплоносія на виході теплообмінної системи; витрата теплоносія. На виході лічильник тепла відображає кількість теплової енергії у вигляді числового значення величини з позначенням її одиниці; та електричні аналогові сигнали— за ДСТУ 2780, ГОСТ 26.011 або електричні кодові — за ГОСТ 26.014. Значення параметрів входних і вихідних сигналів конкретизовано у технічних вимогах до різних типів лічильників тепла.

При виборі обладнання для вимірювання теплової енергії необхідно вибирати засоби вимірювальної техніки, діапазони вимірювань яких відповідають діапазону зміни параметрів теплоносія на об'єкті. Стандарт

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

ДСТУ 3339—96 встановлює границі допустимої відносної похибки витратоміра або лічильника теплоносія:

- в діапазоні витрат від перехідної витрати теплоносія до максимальної витрати допустима похибка повинна бути  $\pm 3\%$
- границі допустимої похибки в діапазоні від мінімальної витрати до перехідної витрати повинні бути  $\pm 5\%$ . [2]

Границі похибок для первинних перетворювачів температури та теплообчислювача повинні нормуватися в технічних вимогах до конкретних типів теплолічильників.

Дійсне значення кількості теплової енергії ( $W$ ) в джоулях обчислюють за формулою: [2]

$$W = \int_{t_1}^{t_2} Q_m \cdot \Delta h \cdot dt = \int_{t_1}^{t_2} Q_0 \cdot \rho \cdot \Delta h \cdot dt \quad (2.1)$$

де  $Q_m$  - масова витрата теплоносія, кг/год;

$Q_0$  - об'ємна витрата теплоносія, м<sup>3</sup> /год;

$\Delta h$  – різниця значень питомої ентальпії теплоносія на вході і виході теплообмінної системи, Дж/кг;

$\rho$  - густина теплоносія, кг/м<sup>3</sup> ;

$t$  - час, год.

На рис. 2.1 зображено схему вимірювання величини теплової енергії.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

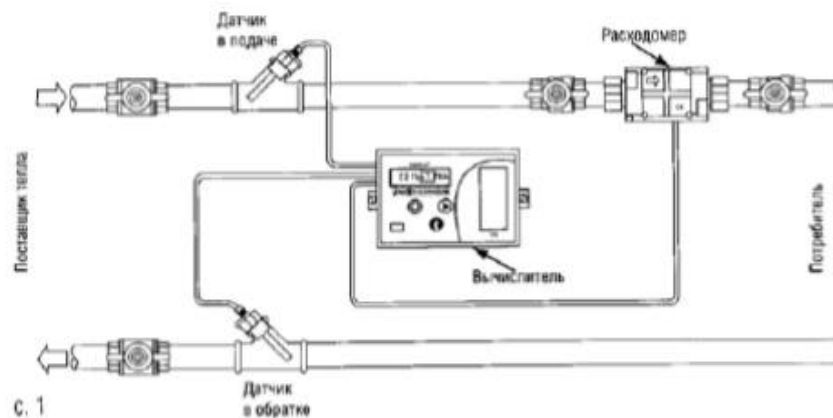


Рис.2.1. Схема вимірювання величини теплової енергії

За вимогами державних стандартів до конкретних типів теплотічильників має бути передбачений захист елементів конструкції приладу від впливу температури, вологості чи технічних пошкоджень, захист від несанкціонованого втручання в роботу приладів і всього вузла обліку в цілому.

Для захисту зібраних даних необхідне забезпечення збереження інформації про виміряні характеристики досліджуваного середовища при відключенні від електроживлення. При наявності автономного джерела живлення (акумулятори) за технічними вимогами термін дії акумуляторів повинен бути не менше 5-6 років. При відсутності акумуляторів прилади обліку тепла повинні мати таймер для фіксації часу наробітку, часу відключення від електромережі. Контроль режиму споживання теплової енергії зі сторони енергетичної організації здійснюється за допомогою диспетчерського контролю, автоматичного контролю каналами провідного та радіозв'язку, підсистеми контролю в складі автоматизованої системи диспетчерського управління (АСДУ) або автоматизованої системи керування технологічним процесом (АСКТП) тепlopостачання.

## 2.2 Схеми теплопостачання для багатоповерхових будинків

У випадку багатоповерхових житлових будинків встановлення лічильника тепла можливе у вигляді загального вузла обліку для всього будинку або встановлення лічильника тепла у квартирах. Застосування по квартирних лічильників можливе при горизонтальній двотрубній розводці теплопостачання.

Горизонтальна двотрубна розводка має контур подачі від котельні до кожного радіатора із нагрітим теплоносієм, у той час як другий контур служить відводом охолодженого теплоносія від радіаторів до котельні. Переваги такої розводки в тому, що у кожній квартирі можливо регулювати температуру окремо кожного з радіаторів чи конвекторів завдяки окремим клапанів, також при несправності одного з радіаторів є можливість ремонту у квартирі без перекриття теплопостачання для інших радіаторів. До недоліків можна віднести складність у встановленні.

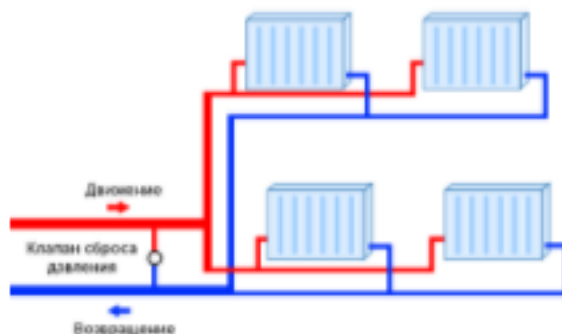


Рис. 2.2. Схема горизонтальної двотрубної розводки

Горизонтальна однострубна схеми теплопостачання поширена у будинках, які збудовані ще за радянських часів, завдяки відносно невеликих матеріальних затратах при монтажі. На відміну від горизонтальної двотрубної схеми, контур подачі теплоносія від котельні до нагрівальних елементів, які розташовані послідовно на одному контурі і теплоносій з одного радіатора чи

конвектора надходить в інший, що зумовлює основний недолік даної схеми: з кожним поверхом температура теплоносія зменшується.

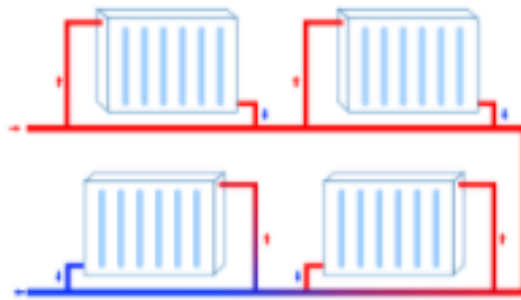


Рисунок 2.3. Горизонтальна однотрубна розводка

Одно- та двотрубні розводки реалізовані також у вертикальному варіанті. У вертикальній схемі тепlopостачання менші втрати тепла ніж в горизонтальній, так як контури подачі теплоносія виконують роль нагрівальних стояків. У двотрубній вертикальній схемі є можливість регулювати температуру окремого радіатора, у той час як при однотрубній радіатори розташовані послідовно він одного подавального контуру і вимикати чи регулювати температуру нагрівального елементу неможливо. При вертикальній схемі тепlopостачання встановлення індивідуального лічильника у квартирі неможливе. [4]

двухтрубная система

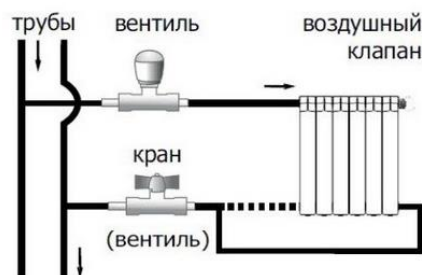


Рис. 2.4. Вертикальна двотрубна розводка

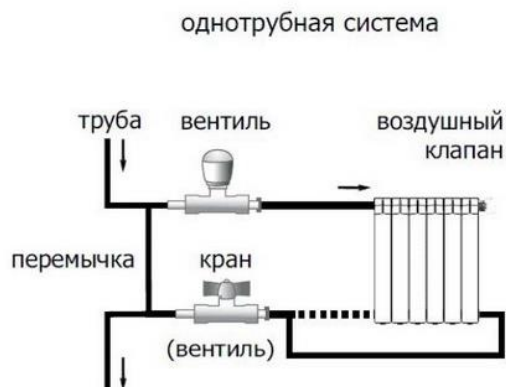


Рис. 2.5. Вертикальна однотрубна розводка

### 2.3 Схеми встановлення теплотічильника

Спосіб встановлення та конфігурація лічильника тепла залежить від схеми системи опалювання. Таким чином для однотрубно́ї горизонтально́ї розводки теплопостачання можливі наступні схеми установки.

Установка з відбором теплоносія з одним перетворювачем витрати (рис.2.6). Даний варіант найбільш поширений для обладнання комерційного обліку тепла через невелику комплектацію та відносно невелику ціну. У цьому виконанні передбачені обчислювач, два датчики температури та витратомір. Датчики для вимірювання температури розташовуються у вхідному та зворотному контурах, витратомір встановлюється у вхідний трубопровід.

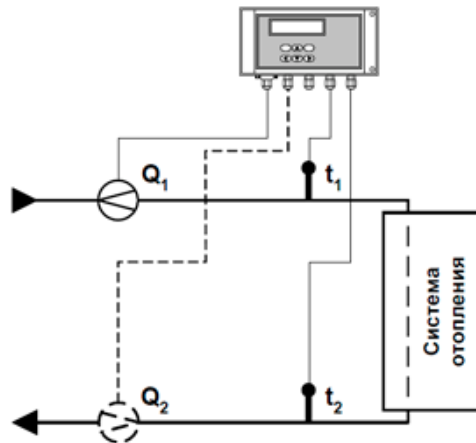


Рис.2.6. Схема вузла обліку споживача для системи теплопостачання з одним перетворювачем витрати[5]

Схема вузла обліку тепла з двома лічильниками води має два канали витрат, два канали температури та обчислювача. Датчики температури та витратоміри обраховують параметри теплоносія у вхідному та вихідному трубопроводі. Кількість спожитої теплової енергії визначається за допомогою одного витратоміра у вхідному трубопроводі і двох датчиків температури, як і в першій схемі. Другий витратомір потрібний для контролю витоку теплоносія порівнюючи виміряні дані з першим витратоміром.

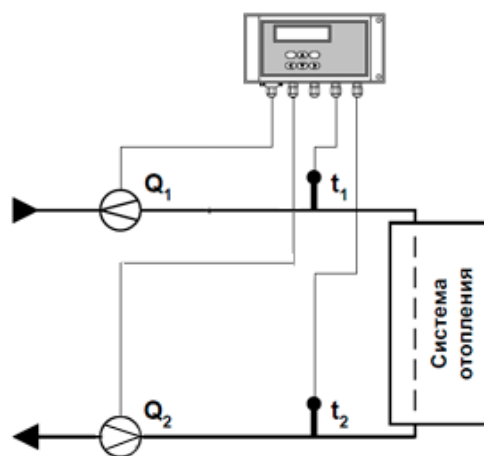


Рис. 2.7. Схема вузла обліку тепла з двома лічильниками



Схема з двоканальним теплотічильником складається з обчислювача, витратомірів на вхідному та зворотному трубопроводі, датчиками температури на вхідному, вихідному трубопроводах та трубопроводі із холодною водою. Кількість тепла на вхідному трубопроводі розраховується через різницю температур між вхідним трубопроводом та трубопроводом із холодною водою та виміряною витратою теплоносія. Аналогічно визначається спожита теплова енергія на вихідному трубопроводі. Загальна кількість спожитого тепла розраховується як різниця між кількістю тепла на вхідному та вихідному контурі. Схема зображена на рис.2.8.

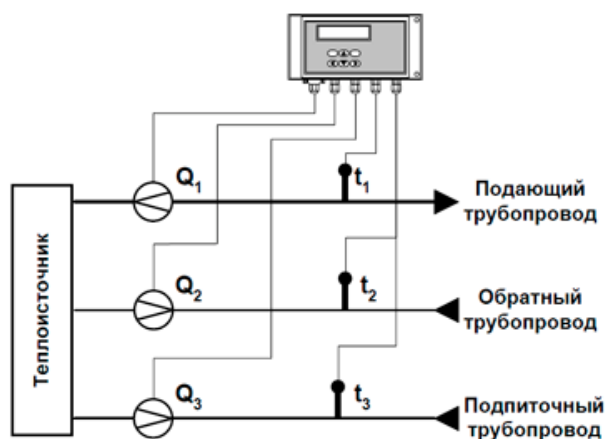


Рис.2.8. Схема з двоканальним теплотічильником

## 2.4 Вибір лічильника тепла

При виборі обладнання для вимірювання теплової енергії необхідно вибирати засоби вимірювальної техніки, діапазони вимірювань яких відповідають діапазону зміни параметрів теплоносія на об'єкті. Для вибору обладнання контролю параметрів тепlopостачання важливими є мінімальна та максимальна витрата, а також температурний діапазон.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4.1 Розрахунок витрати теплоносія

Параметри теплоносія:

- Тиск у подавальному трубопроводі:  $P_1 = 0,7$  МПа. Тиск у зворотному трубопроводі:  $P_2 = 0,32$  МПа.
- Параметри системи опалення:  $t_{11} = 95^\circ\text{C}$ ,  $t_{21} = 70^\circ\text{C}$ .
- Система теплопостачання працює за температурним графіком 150/70  $^\circ\text{C}$ .
- Діаметр подавального трубопроводу і зворотного трубопроводу на вводі тепломережі  $\varnothing 89 \times 4$  мм.
- Теплове навантаження на опалення  $Q_0 = 300$  кВт/
- Максимальне значення теплового навантаження на гаряче водопостачання  $Q_{\text{ГВП max}} = 167$  кВт.
- Середнє значення теплового навантаження на гаряче водопостачання  $Q_{\text{ГВП ср}} = 70$  кВт.

Розрахункове значення масової витрати теплоносія на опалення житлового будинку розраховують відповідно до ДБН В.2.5-39: 2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі» за формулою:

$$G_{0\text{max}} = \frac{Q_{0\text{max}}}{\tau_1 - \tau_2}$$

де  $G_{0\text{max}}$  - розрахункова витрата мережної води на опалення житлового будинку, кг / год;

$Q_{0\text{max}}$  - теплове навантаження системи опалення житлового будинку, кВт;

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\tau_1$  - температура води в трубопроводі, що подає теплової мережі при розрахунковій температурі навколишнього повітря, ° С;

$\tau_2$  - температура води у зворотному трубопроводі теплової мережі при розрахунковій температурі навколишнього повітря, ° С. [6]

Об'ємну витрату теплоносія розраховують за наступної формулою :

$$V_0 = \frac{G_0}{\rho}$$

Де  $G_0$  - розрахункова витрата мережної води на опалення житлового будинку, кг / год;

$\rho$  – щільність води кг/ м<sup>3</sup>

Розрахунок значення максимальної сумарної витрати теплоносія на теплоспоживання:

$$G_{0max} = \frac{300 \cdot 860}{150 - 70} = 2670 \text{ кг/год};$$

$$V_{0max} = \frac{2670}{917} = 2.9 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$G_{ГВС max} = \frac{167 \cdot 0.55 \cdot 860}{70 - 41.6} = 2788.7 \text{ кг/год};$$

$$V_{ГВС max} = \frac{2788,7}{977,81} = 2,852 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\Sigma G = 2670 + 2788 = 5458 \text{ кг/год};$$

$$\Sigma V = 2.9 + 2.852 = 5.752 \text{ м}^3/\text{год}.$$

З визначених значень максимальної та мінімальної витрат теплоносія:

- В опалювальний період  $V_{max} = 5.752 \text{ м}^3/\text{год};$
- У неопалювальний період  $V_{min} = 0.23 \text{ м}^3/\text{год};$

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обрано теплолічильник Multical 602 з діапазоном вимірювання (0,06-6-12) м<sup>3</sup> /год (Ду25), з витратоміром ULTRAFLOW 54 виробництва ТМ Kamstrup.

#### 2.4.2 Технічні характеристики лічильника тепла:

- Номінальний діаметр  $D_y = 25$  мм;
- Мінімальна витрата 0,06 м<sup>3</sup>/год;
- Номінальна витрата 6 м<sup>3</sup>/год;
- Максимальна витрата 12 м<sup>3</sup>/год;
- Діапазон вимірювання температури:
  - обчислювач: 2°C...180°C;
  - перетворювач температури: 10°C...18°C;
  - перетворювач витрати: 15°C...130°C.
- Тип приєднання DN25 фланцевий;
- Монтажна довжина 260 мм;
- Теплолічильник MULTICAL 602 складається з :
  - первинний ультрозвуковий перетворювач витрати ULTRAFLOW 54 номінальний діаметр 25 мм– 2 шт.;
  - термоперетворювачів опору з гільзою – 2 шт.;
  - теплообчислювач MULTICAL 602 (з елементом живлення - батарейка 3,6 V) – 1 шт. та роз'ємом M-Bus для підключення до контролера та модема передачі даних.
- Модулі інтерфейсів: LON, SIOX, M-Bus, RS232, BACnet MS/TP, Metasys N2 та Ethernet/IP, бездротовий M-Bus, ZigBee або модулі GSM/GPRS, 3G GSM/GPRS, імпульсні входи та виходи;

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вбудований архіватор: реєстри за останні 1392 години, 460 діб, 24 місяці, 50 останніх помилок, 15 років;
- Живлення: літійовий D-елемент 3,6В (термін служби до 13 років), мережеве 24В або 230В змінного струму. [7]

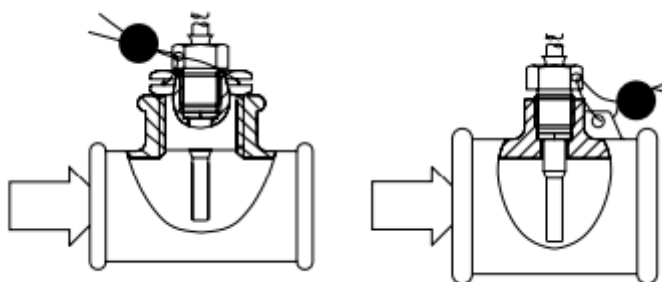


Рис. 2.9. Встановлення перетворювачів температури

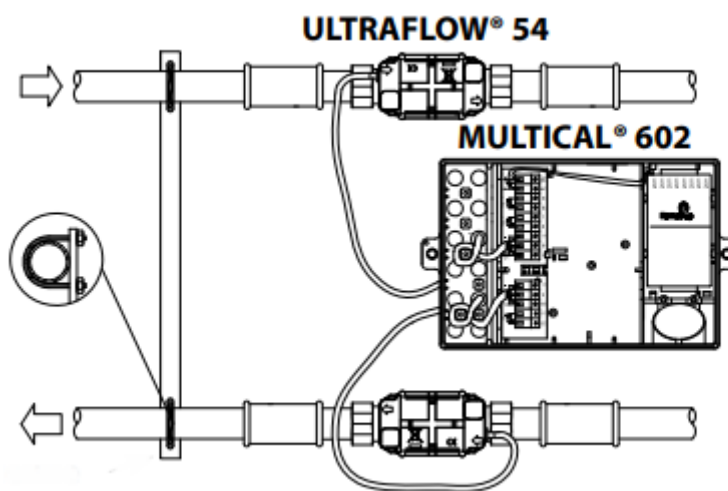


Рис. 2.10. Встановлення лічильника з двома перетворювачами витрати

Вбудований модуль М-Bus може підключатись з топологією кільце, зірка чи шина. У залежності від параметрів загального опору кабелю можна об'єднати до 250 лічильників в одну мережу. Модуль М-Bus підключається до клем 24 та 25 та має імпульсні входи.

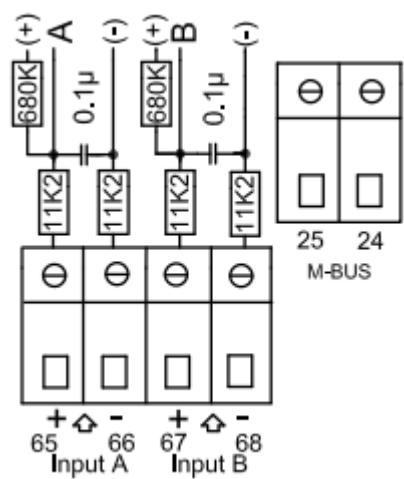


Рис. 2.11. Схема підключення модулю M-Bus

### 3. ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Із розвитком інформаційних технологій у різних галузях продовжують упроваджуватись інтелектуалізація та інтеграція приладів, що значно покращує рівень продуктивності систем. Мережа приладів, які здатні обмінюватись інформацією між собою та/або користувачами за допомогою стандартних протоколів зв'язку має назву Інтернет речей (IoT). Технології Інтернету речей стають все більше поширені адже можуть розширити можливості та оптимізувати виробництво у різних галузях, таких як сільське господарство, енергетика, промисловість, будівництво та ін.

Архітектура Інтернету речей можна поділити на три рівні. Рівень граничної області складають датчики та виконавчі прилади (Actuators), які створюють інтегровану структуру для збирання даних та виконання задач керування. На рівні обробці подій та аналітики забезпечується зберігання інформації, її обробка, також на цьому рівні проводиться керування приладами. На рівні кінцевих застосунків відбувається віддалене керування, отримання результатів та контроль. На рис. 3.1. зображена структурна схема архітектури IoT.

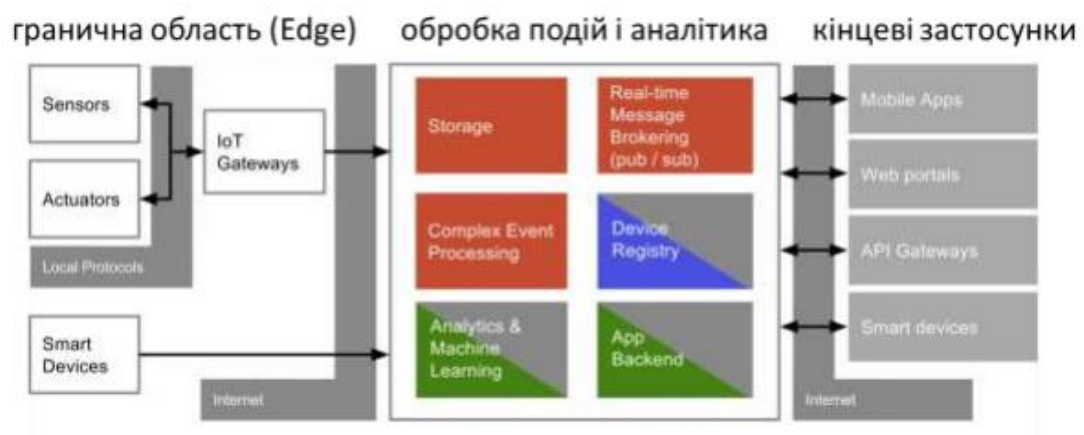


Рис. 3.1.Архітектура Інтернету речей[8]

Варто зазначити, що мережеві технології для лічильників дозволяють створити автоматизовану систему керування параметрами, що називають також «розумний будинок», та проводити масштабну мережу моніторингу системи теплопостачання для обліку спожитих енергоресурсів, що називають диспетчеризацією.

### 3.1 Загальна характеристика системи диспетчеризації

У сучасних умовах зростання вимог до енергозбереження постійно підвищувати ефективність процесів. Одним із найважливіших шляхів до цього є зниження витрат на енергоносії, частка яких залежно від сфери діяльності може становити до 50%. Крім того, для стійкої роботи організації вкрай важливим фактором є надійність та безперебійність енергопостачання. У зв'язку з цим, при впровадженні системи енергоменеджменту мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- організація контролю та обліку витрати енергоресурсів;
- організація ефективного управління витратами на енергоресурси;
- забезпечення безперервності енергопостачання;
- запобігання аварійним ситуаціям;
- контроль ресурсу енергетичного обладнання.

Основне завдання комерційної диспетчеризації споживання енергоресурсів в організації – це одержання повної картини про витрату всіх видів енергії, можливість аналізу цієї інформації, прогнозування та управління споживанням енергоресурсів на всіх етапах життєвого циклу. Можливість оперативно отримувати всю інформацію про енергоспоживання дає автоматизована інформаційна система контролю та обліку енергоресурсів

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



(АІСКОЕн). При аналізі технічної літератури можна зробити висновок, що сенс створення та експлуатації АІСКОЕн полягає в постійній економії енергоресурсів (електроенергія, газ, вода тощо) та фінансів.[9]

Елементами системи диспетчеризації є датчики, лічильники, вимірювальні перетворювачі, пристрої збору та передачі даних, відеокамери, пристрої пунктів керування, сервери збору та обробки даних. На рис.3.2. зображена структурна схема системи диспетчеризації тепlopостачання у будинку.

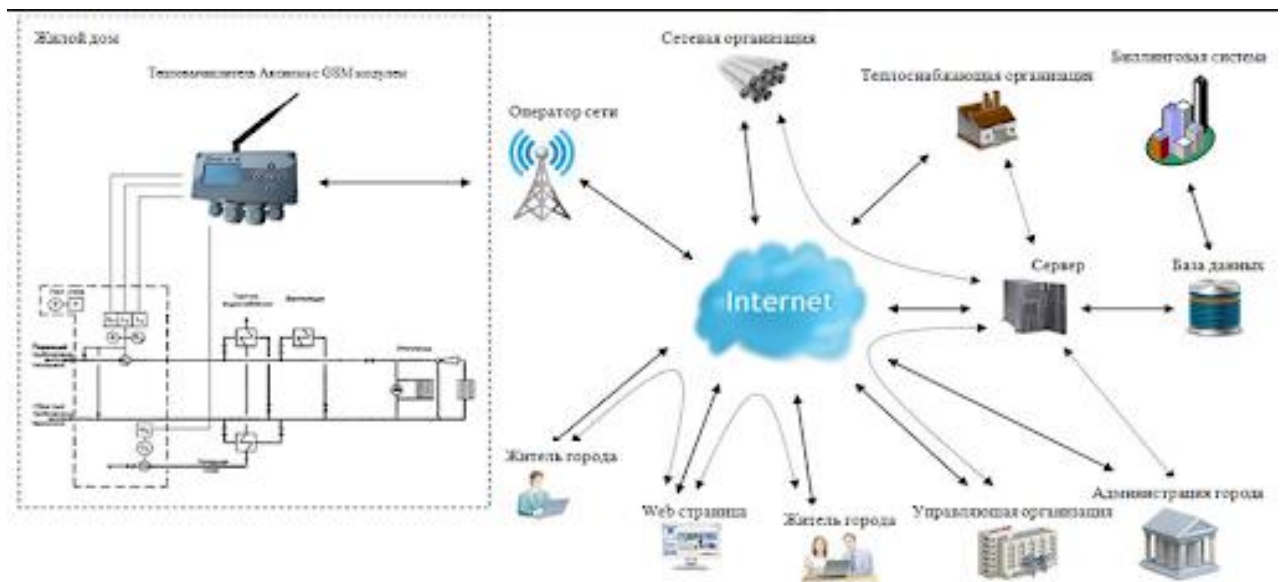


Рис.3.3. Структурна схема системи диспетчеризації тепlopостачання у будинку

У складі системи можуть бути використані різні джерела первинної інформації про стан об'єктів енергогосподарства:

- дискретні контактні та безконтактні датчики
- аналогові датчики та вимірювальні перетворювачі з нормованим значенням вихідного сигналу 4...20, 0...5 та -5...+5 мА, лічильники

та витратоміри з імпульсним виходом, датчики, вимірювальні перетворювачі, лічильники та витратоміри з цифровим інтерфейсом RS-485 або RS-232.

У складі системи може бути розгорнуто підсистему відеоспостереження з передачею відеосигналу загальним каналам збору даних. Для цього на об'єктах встановлюються відеокамери, які підключаються до пристроїв пункту, за яким здійснюється контроль.

Пристрої збору та передачі даних з пунктів, за якими поводиться контроль є універсальними багатофункціональними інтелектуальними програмованими пристроями, що забезпечують збір даних з датчиків і вимірювальних перетворювачів різних типів і трансляцію команд управління. Пристрої збору та передачі даних технічного та комерційного обліку енергоресурсів є модифікованими пристроями обліку, які оснащені програмним забезпеченням обліку та захистом від несанкціонованого доступу до даних. Особливостями цих пристроїв є збір даних з приладів обліку різних типів, імпульсний та цифровий інтерфейси, зберігання даних до 45 діб без зовнішнього живлення, робота з кількох незалежних напрямів обміну даними (до 8), програмування на об'єкті та можливість підключення локального АРМ.

Пристрої пунктів управління (ПУ) використовуються в системі, як центральні та проміжні концентратори, маршрутизатори даних та конвертери протоколів. Основними особливостями є: багатоканальний прийом та передача даних; підтримка каналів зв'язку різних типів: провідних, волоконно-оптичні лінії зв'язку, радіоканалів, каналів тональної частоти, GSM та супутникового зв'язку; підтримка великої кількості протоколів обміну даними: MEK 870-5-101/104, TCP/IP (повний стек), ModBUS, та ін; програмування на об'єкті та можливість підключення локального АРМ; вбудоване джерело автономного резервного живлення на 1-6 год безперервної роботи; підтримка

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

"гарячого" резервування (дублювання) більшість типів каналів; автоматична самодіагностика.

Сервери збору та обробки даних є потужним ресурсом для здійснення багатоканального збору та обробки великих обсягів даних про стан енергогосподарства підприємства. Будучи найбільш відповідальним вузлом системи, сервери організовані в структуру, що забезпечує максимальну надійність і стійкість до відмов – структуру з повним «гарячим» резервуванням і системами безперебійного живлення. Оригінальне програмне забезпечення повністю побудоване за технологією DCOM та використовує протокол взаємодії OPC, що є міжнародним промисловим стандартом для систем управління об'єктами автоматизації та технологічними процесами, що базуються на ОС сімейства Windows. Серед виконуваних серверами функцій:

- багатоканальний збір даних з об'єктів контролю;
- контроль достовірності прийнятих даних шляхом аналізу справності обладнання, каналів зв'язку, періоду оновлення тощо;
- вибір джерела достовірних даних відповідно до закладеної стратегії: основний або резервний канали, ручне введення, введення із заздалегідь підготовленого файлу, значення, отримане шляхом розрахунку з інших змінних процесу тощо;
- обчислення розрахункових значень за довільними формулами, у тому числі розрахунок споживання енергоресурсів;
- введення даних із файлів;
- трансляція даних на мережеві автоматизовані робочі місця;
- робота із серверами баз даних архівного зберігання (SQL);
- ретрансляція даних на верхні рівні управління;
- єдина синхронізація системи від джерела астрономічного часу.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прикладом об'єднаних систем диспетчеризації різних сфер енергоресурсів є «Розумна енергетика» (Smart grid). Концепція розумної енергетики полягає в тому, що процес виробництва енергії, її постачання, облік, моніторинг справності мереж вдосконалено новітніми технологіями комп'ютерної інтеграції, інформаційними та телекомунікаційними засобами, що забезпечує вищий рівень ефективності та надійності, розширює функціональні можливості для споживачів. На рис.3.4. зображені системи на базі технологічної платформи Smart Grid.

Запровадження інтегрованої системи енергоспоживання передбачає наступні положення:

- Встановлення високої надійності за рахунок можливості самодіагностики та самовідновлення
- Підключення джерел енергії та споживачів в одну систему, що при аварійних ситуаціях дозволить змінити топологію енергопостачання, щоб уникнути розвитку аварій
- Для керування та обслуговування системи потрібно створити інформаційну інфраструктуру

Необхідні засоби для Розумної енергетики включають в себе мережеві технології, датчики та вимірювачі, розумні лічильники, системи керування, операційні програми ( SCADA, автоматизовані станції, обробка подій, технології штучного інтелекту та ін..)

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

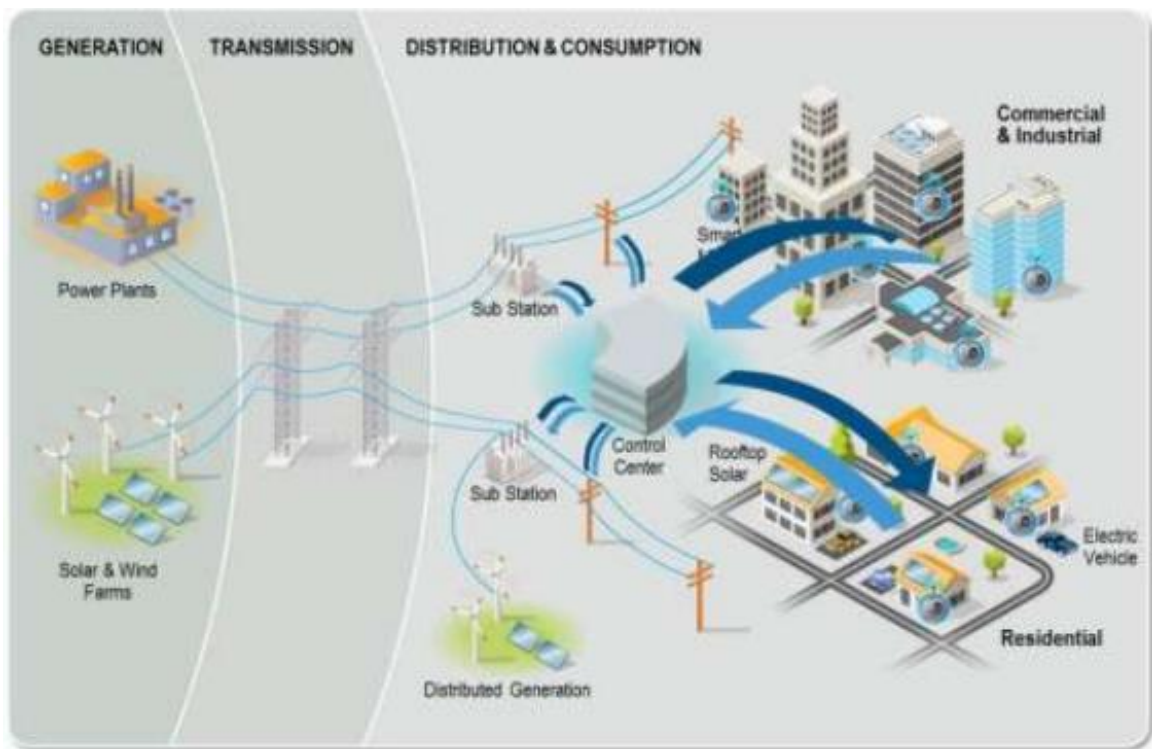


Рис.3.4 Системи на базі технологічної платформи Smart Grid[10]

В Україні планують створити електромережі за концепцією Smart Grid до 2035 року.[11]

За прикладом реалізації технологій Інтернет речей для електромережі є перспективним напрям подальших досліджень та модернізації мережі тепlopостачання.

### 3.2 Загальна характеристика автоматизованої системи контролю та керування параметрами енергопостачання «Розумний будинок»

Концепція розумного будинку виникла при потребі комфортного житла а також вирішення проблем безпеки та збереження енергії. Із розвитком технології функціональні можливості інтелектуального будинку. На теперішній час автоматизація житлового будинку має широкий ряд можливостей таких як: протипожежна безпека, охорона та відео нагляд,

керування освітленням, моніторинг та керування витратами газу чи води, керування параметрами вентиляції та теплопостачання, облік спожитих енергоресурсів, покращення побутових умов та спрощення задач, наприклад, автоматичний полив квітів чи відчиняти штору тощо. [12]

Зазвичай у розумному будинку є центральний контролер, який здійснює керування відповідно до заданих алгоритмів та задач. Центральний контролер реалізує поставлені задачі за допомогою виконуючих пристроїв – пристрої чи системи, які інтегровані в загальну систему управління і комунікаціями. Для постановки задачі чи запуску системи керування використовують точки управління. Точки управління можуть бути як простими вимикачами, так і іншими смарт-пристроями, таким як смартфон чи ПК. Також налаштування точок керування дає змогу здійснювати дистанційний моніторинг та контроль. На рис.3.5. зображено узагальнену структурну схему системи розумний будинок.

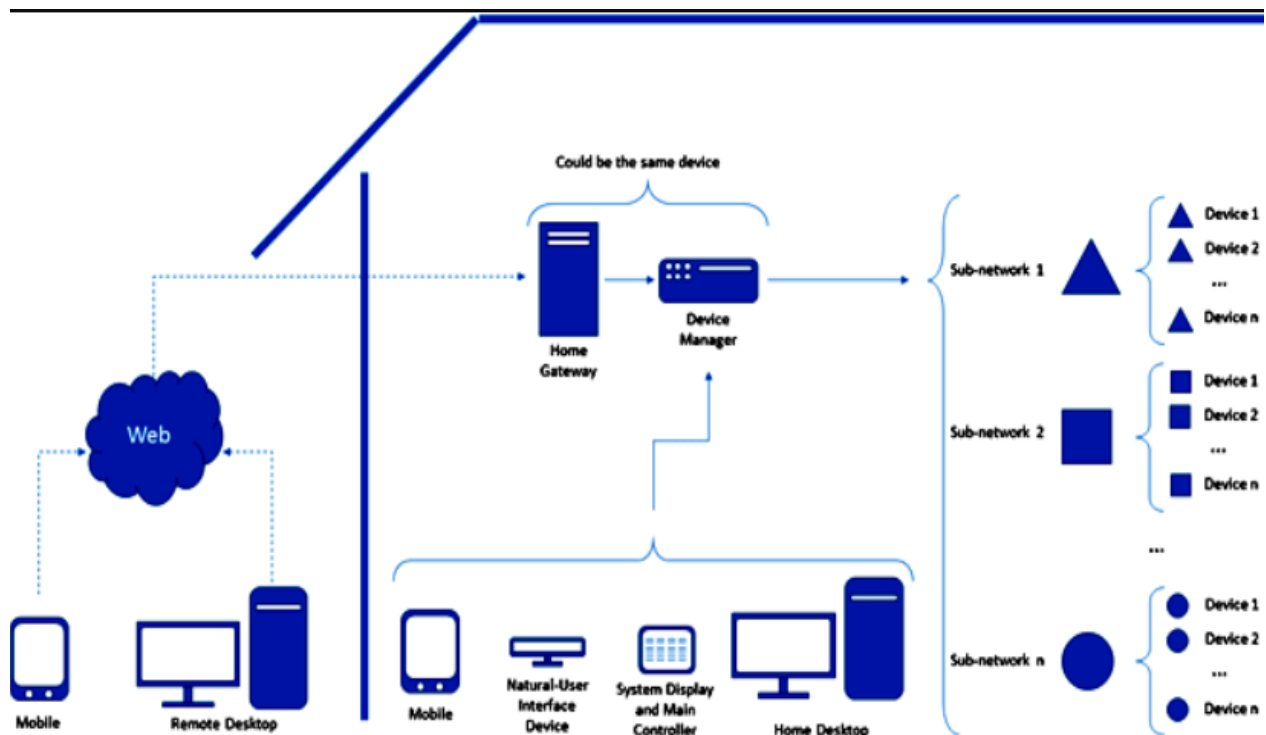


Рис.3.5. Структурна схема розумного будинку[13]

### 3.3 Мережеві технології

За апаратною архітектурою організація зв'язку між компонентами автоматизованої системи може бути централізована та децентралізована. З початком створення концепції розумного будинку зв'язок між пристроями був централізований, а з розвитком технологій та розширенням функціоналу з'явилися варіанти конфігурації децентралізованої системи та змішаної. Головна відмінність полягає у тому, що централізована система будується навколо одного головного комп'ютера, який здійснює керування системою, у той час як при децентралізованій архітектурі кожний прилад здатний функціонувати окремо.[14]

При централізованій системі головний керуючий логічний модуль запрограмований виконувати завдання, для яких була створена автоматизована система, на основі інформації від датчиків. Переваги централізованої системи:

- У системі можуть одночасно бути периферійні пристрої від різних виробників
- Реалізація складних задач, можливість використання циклів

Централізована система має недолік, який полягає в тому, що при виході з ладу одного з підключених пристроїв, функціонування всієї системи припиняється. На рис.3.6. зображена структурна схема централізованої системи.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

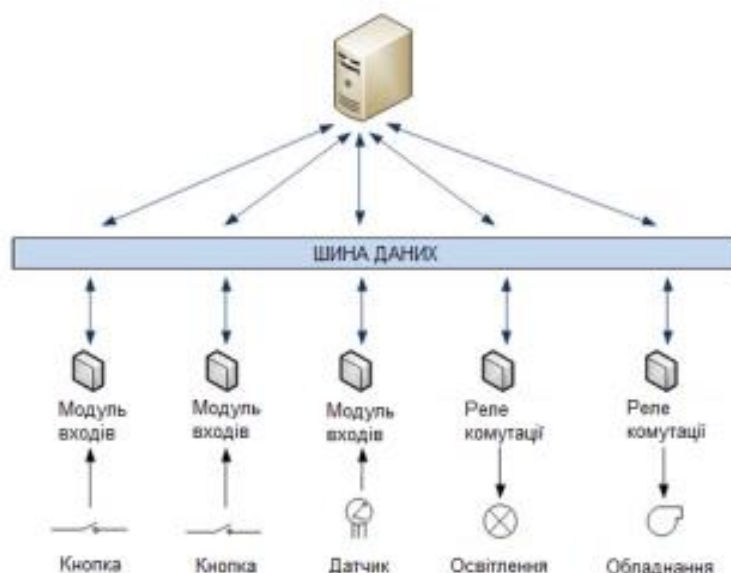


Рис.3.6. структурна схема централізованої системи

Суть децентралізована система полягає в тому, що виконавчі елементи мають власні логічні контролери та здатні працювати незалежно, що вирішує недолік централізованої системи. У децентралізованому варіанті зв'язку головний керуючий ком'ютер відсутній, кожний модуль має свій контролер, який запрограмований на виконання певної операції. Зв'язок між елементами такої системи здійснюється через інформаційну шину. Така будова має недолік у складності діагностики обладнання, що зумовлене відсутністю спільного інформаційного простору. На рис.3.7 зображена структурна схема децентралізованої системи.





Рис.3.7 Структурна схема децентралізованої системи

З метою уникнення недоліків централізованої та децентралізованої систем було створено змішану або комбіновану топологію. Вона поєднує у собі принципи побудови обох вище згаданих варіантів. Таким чином передбачено використання головного керуючого модуля, який обмінюється інформацією з периферійними підсистемами, які мають свою конфігурацію – централізовану чи децентралізовану. Так як підсистеми мають власні контролери та запрограмовані реалізовувати певний алгоритм, то така система буде функціонувати навіть при несправності головного керуючого комп'ютера. За рахунок цього система має підвищений рівень надійності. На рис.3.8 зображено структурну схему комбінованої системи.[16]

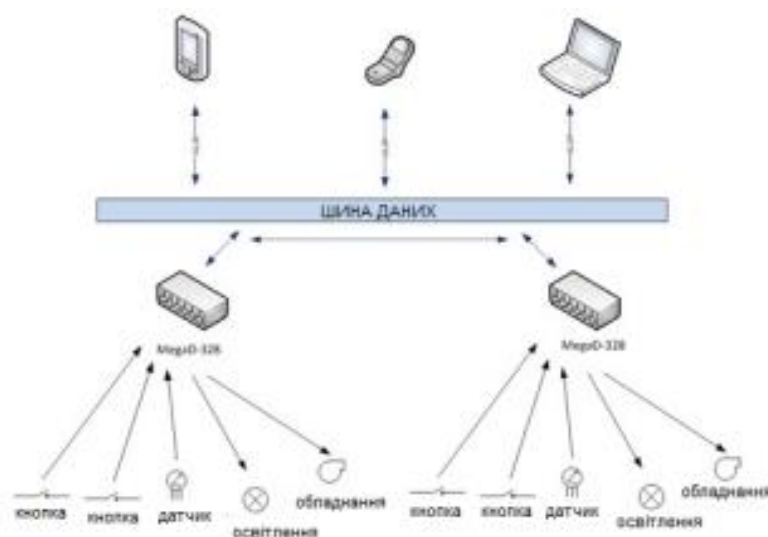


Рис.3.8 Комбінована система

Системи автоматизації також розрізняються за типом протоколу передачі даних, який може бути відкритим чи закритим. Протокол мережевого доступу призначений для передачі інформації через мережеве середовище. Стандарти та протоколи визначають посилення сигналів та як вони інтерпретуються після отримання пристроями. Відкриті стандарти, наприклад, TCP/IP є загальнодоступні для застосування для персональних апаратних засобів, можливе створення відкритих протоколів. Запровадження відкритих стандартів дозволяє використовувати в одній системі автоматизації прилади від різних виробників із гарантованою успішною взаємодією. Виробники також можуть створити свій власний закритий протокол передачі даних для технічного обладнання конкретного виробника, тому потім прилади стають несумісними із приладами інших виробників, при цьому вартість обладнання стає нижчою ніж в аналогічних пристроях з відкритим кодом.[17]

Дротовий зв'язок у системі складається з сукупності пристроїв, які об'єднані в мережу за допомогою кабелів. Перевагами можна назвати широкий діапазон можливостей, оскільки випускається велика кількість різних комплектуючих для провідних схем. Також перевагою є надійність систем за рахунок того, що сигнал проходить по кабелю, що виключає можливість його

переривання. Система характеризується високою швидкістю інформаційного обміну. Дротовий зв'язок дозволяє досить легко інтегрувати додаткові модулі. Для передачі інформації можуть використовуватися такі шини:

1. RS-232/422/485. Характеризується найбільшим часом відгуку. Застосовується для автоматизації побутової техніки, кондиціонерів, контролерів і т.д.

2. Ethernet. У системах Ethernet зазвичай стає шиною, що зв'язує всі підсистеми. Універсальний варіант, інтегрується з існуючими мережами. Особливістю є те, що варто фізично розділити мережу на дві лінії: для автоматизації та для передачі даних.

3. Силова лінія. Найбільш перспективне рішення для масового користувача, оскільки присутня скрізь, де проведено електрику. Розроблено спеціальні протоколи для її використання, наприклад X10 або більш сучасний Insteon.

Основним недоліком дротових систем є складний і трудомісткий монтаж. У ході його проведення доводиться прокладати кабель, що може завдати шкоди стану будівлі.

При бездротовому типу передачі інформації всередині системи використовується радіосигнал. На відміну від аналогів провідного типу можуть встановлюватися дуже швидко, з мінімальним втручанням в стан будівлі. Це головна перевага та розширення мережі, підключення нових пристроїв відбувається гранично просто. Найчастіше використовуються наступні бездротові лінії зв'язку:

1. Інфрачервоний канал. Застосовується для управління обладнанням, які не мають іншого способу управління або, як дублюючий канал для управління ресиверами, телевізорами, деякими контролерами.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Z-Wave, ZigBee. Низька швидкість передачі даних робить ZigBee та Z-Wave придатним для пристроїв, що живляться від батареї. Дальність ZigBee дії може досягати понад 100 метрів. Характеризуються мінімальним енергоспоживанням, тому вважаються найбільш перспективними для систем розумний будинок.

3. Wi-Fi. Застосовується для роботи з пристроями, які мають у складі спеціалізоване програмне забезпечення для керування елементами розумного будинку, або для зв'язку з сенсорними бездротовими панелями.

4. Стандарт зв'язку NB-IoT призначений для пристроїв системи для використання існуючих мереж оператора зв'язку.

5. Протокол LoRaWAN набув популярності завдяки широкого радіусу дії і розрахований на абонентські пристрої чи датчики, які більшість часу перебувають в режимі енергозбереження і активуються для обміну інформації з сервером.

Вибираючи бездротовий зв'язок, потрібно врахувати ряд моментів. Все обладнання такого типу має строго обмежений радіус дії. Якщо його недостатньо для функціонування приладу, необхідно встановити контролери мережі або репітери. У будівлі можуть існувати «глухі» зони, за якими не проходить радіосигнал. Бездротове обладнання може конфліктувати один з одним, необхідно переконатися, що цього не відбувається.[21]

### **3.4. Розроблення алгоритмів системи та підсистем автоматизації процесу контролю параметрів теплопостачання**

Розроблений алгоритм функціонування автоматизованої системи є уніфікованим принципом дії, за яким реалізують автоматизацію на базі різних видів контролерів. Мікроконтролер – електронно-обчислювальний пристрій,

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

який здійснює керування об'єктами та подіями. Мікроконтролер складається з процесора, оперативної пам'яті, ПЗП, портів вводу-виведення для підключення програмованих пристроїв, контролерів для різних інтерфейсів, таймерів для фіксації числа командних циклів та ін. Завдяки своїй будові мікроконтролери забезпечують максимальну швидкодію для однієї чи декількох задач схожих між собою.[18-20]

На етапі виконання ініціалізації початкових даних відбувається визначення ключових базових даних, що необхідні для реалізації наступних підсистем. Наприклад, допустимі межі похибки, діапазони вимірювань параметрів системи теплопостачання, логін, пароль та ім'я серверу бази даних. На рис. 3.9 зображений загальний алгоритм функціонування автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання.



Рис. 3.9. Алгоритм функціонування автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання

Наступним етапом виконання є опитування датчиків. Процес відбору даних з первинних перетворювачів полягає у фіксації зміни параметрів досліджуваного середовища. Тобто, при отриманні електричних сигналів від вимірювальних перетворювачів та перетворення їх цифровий вигляд, у системі повинні бути дані попередніх вимірювань для пошуку різниці з новими даними та коректного виведення вимірних значень параметрів.



Рис. 3.10. Алгоритм підсистеми опитування датчиків

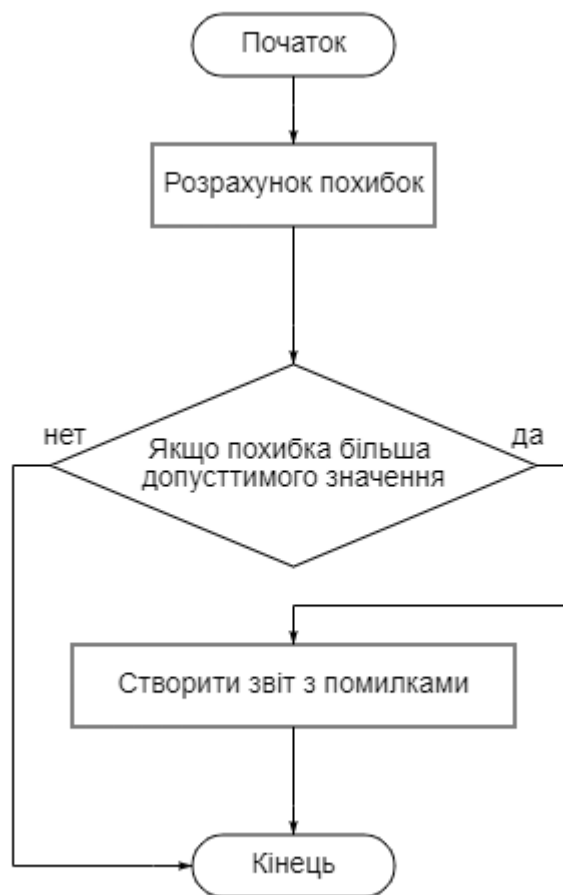


Рис.3.11. Алгоритм виконання підсистеми задачі перевірки роботи системи

На етапі виконання перевірки роботи системи відбувається розрахунок та перевірка допустимих значень похибок з метою виведення достовірної інформації, що є важливим для контролю параметрів теплопостачання.

Для розрахунку теплової енергії застосовують виміряні значення теплоносія: ентальпія, температура, тиск, витрата. За необхідними значеннями непрямым способом відбувається розрахунок спожитої теплової енергії:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} q_{m1} \cdot h_1 dt - \int_{t_1}^{t_2} q_{m2} \cdot h_2 dt \quad (3.1)$$

Де  $Q$  – кількість спожитої теплової енергії,

$q_{m1}$  - масова витрата у подавальному трубопроводі,

$q_{m2}$ - масова витрата у зворотному трубопроводі,

$h_1$ - питома ентальпія теплоносія у подавальному трубопроводі,

$h_2$ - питома ентальпія у зворотному трубопроводі,

$t_1$  та  $t_2$  – інтервал часу обчислення.

Загальне значення невизначеності теплової енергії розраховується за наступною формулою:

$$u'_w = \sqrt{u_{\tau}^{2'} + C_1^2 u_{q1}^{2'} + C_2^2 u_{h1}^{2'} + C_3^2 u_{q2}^{2'} + C_4^2 u_{h2}^{2'}} \quad (3.2)$$

Де  $u'$  - невизначеність вимірюваного значення інтервалу часу, протягом якого проводять розрахунок теплової енергії,

$u'_{q1}$ ,  $u'_{q2}$  - значення невизначеності результатів вимірювання витрати теплоносія у подавальному та зворотному трубопроводах;

$u_{h1}^{2'}$ ,  $u_{h2}^{2'}$  - невизначеності результатів вимірювання ентальпії теплоносія відповідно у подавальному та зворотному трубопроводах;

$C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  – коефіцієнти впливу.

Відносна невизначеність значення кількості теплової енергії за 95% довірчого рівня розраховують за наступної формулою:

$$U'_w = 2u'_w \quad (3.3)$$

Невизначеність вимірних значень теплової енергії розраховується наступним чином:

- Розрахунок витрати теплоносія у подавальному  $u'_{q1}$  та зворотному  $u'_{q2}$  трубопроводі визначається наступним чином:



$$u_q = \left\{ u_C'^2 + u_{\text{Кш}}'^2 + u_{\text{Кп}}'^2 + \left( \frac{2\beta^4}{1-\beta^4} \right)^2 u_D'^2 + \left( \frac{2}{1-\beta^4} \right)^2 u_d'^2 + 0.25(u_{\Delta p}'^2 + u_\rho'^2) \right\}^{0.5} \quad (3.4)$$

Де  $u_C'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання коефіцієнта витікання,

$u_{\text{Кш}}'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання поправкового коефіцієнта, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу,

$u_{\text{Кп}}'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання поправкового коефіцієнта, який враховує притуплення вхідного канта діафрагми,

$\beta$  - відносний діаметр отвору звужувального пристрою,

$u_D'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання внутрішнього діаметру,

$u_d'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання діаметру отвору звужувального пристрою за робочої температури середовища,

$u_{\Delta p}'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання перепаду тиску на звужувального пристрою,

$u_\rho'$  - відносна стандартна невизначеність результату вимірювання густини середовища. обчислення невизначеності ентальпії теплоносія відповідно у подавальному  $u_{h1}'$  та зворотному  $u_{h2}'$  трубопроводах;

- розрахунок значення комбінованої стандартної невизначеності кількості теплової енергії за рівнянням (3.2)
- обчислення значення відносної розширеної невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії за формулою (3.3)[22]

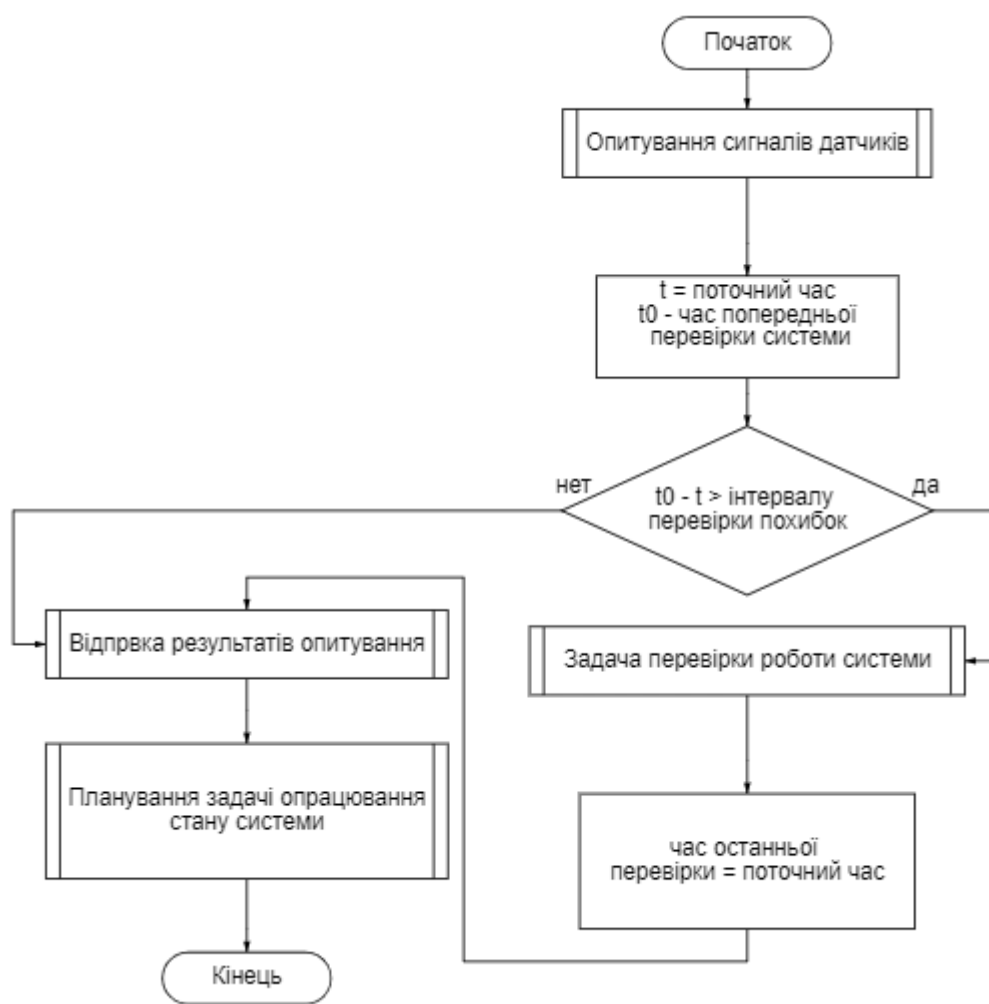


Рис. 3.12. Алгоритм реалізації опрацювання стану системи

Етап виконання опрацювання системи полягає у отриманні даних від перетворювачів та перевірки похибок за заданими часовими інтервалами. У разі коли точність інформації задовольняє умовам відбувається передача даних на вищі рівні системи автоматизації.

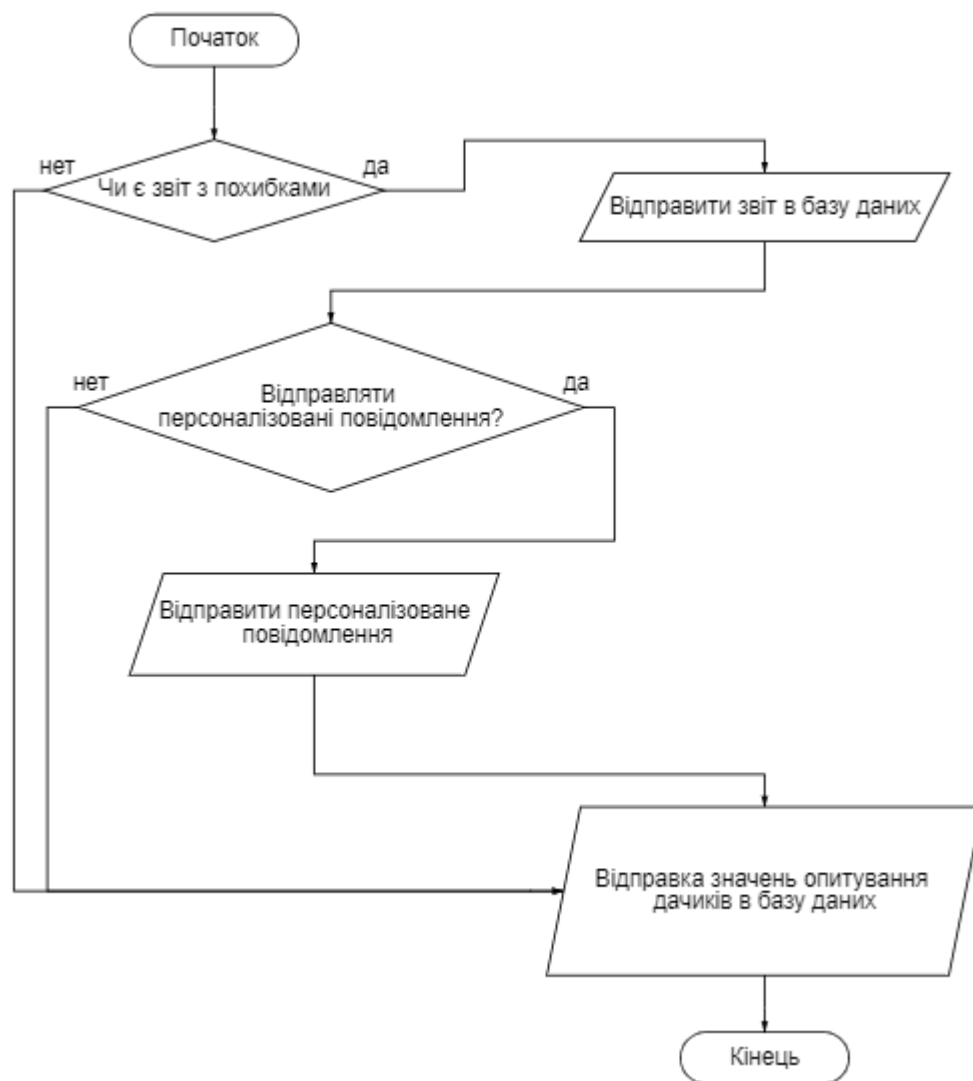


Рис. 3.13. Алгоритм реалізації відправлення результатів опитування

Підсистема відправлення результатів опитування датчиків виконує алгоритми передачі вимірної інформації для її подальшої обробки, зберігання та взаємодії з користувачами системи.



Рис. 3.14. Алгоритм виконання підсистеми планування задач

Для функціонування автоматизованої системи необхідна реалізація планування наступної ітерації збору інформації та її обробки. Таким чином, завдяки підсистемі планування задач відбувається виконання визначених функцій системи за заданими часовими інтервалами.

## 4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ»

В цьому розділі буде проведено маркетинговий аналіз проекту магістерської дисертації для визначення можливості його ринкового впровадження. Для аналізу використаний алгоритм наведений в [23].

### 4.1 Опис ідеї проекту технологічний аудит ідеї проекту

Розглянувши існуючі прилади для контролю витрати та теплової енергії у попередніх розділах, у цьому розділі буде розглянуто аналіз стартап проекту «Автоматизована система контролю та керування параметрами теплопостачання».

Контроль та облік параметрів теплопостачання виконується за допомогою приладів обліку та моніторингу. Вузол обліку - це комплект приладів і пристроїв, що забезпечує моніторинг та контроль теплової енергії, маси (об'єму) теплоносія, температури теплоносія а також контроль та реєстрацію його параметрів. До складу комплексу приладів моніторингу та контролю входять лічильники тепла, датчики, пристрій керування - контролер та пристрій зв'язку.

Прилади обліку та контролю – це прилади, які призначені для: вимірювання, накопичення, зберігання, відображення інформації про кількість спожитої теплової енергії, маси (об'єму) теплоносія, температури, тиску води у трубопроводах та часу роботи приладу.

За допомогою спеціальних контролерів є можливість не тільки збирати інформацію про стан параметрів теплопостачання, а ще можливо керувати та

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

коригувати режими теплопостачання. Наприклад, можна задати режими зниження температури вночі чи на період відсутності мешканців. Такими контролерами є «Euroster 11M», «Orvibo ZigBee», «Uponor Smatrix Base T-146 Bus» та інші.

Ідея проекту - спроектувати автоматизовану систему контролю та керування параметрами теплопостачання житлових і службових приміщень адміністративної будівлі за допомогою сучасною системою на основі теплолічильника із підтримкою інтерфейсу M-Bus, наприклад, «ULTRAHEAT T230» та розумного термостата, наприклад, «Uponor Smatrix Base T-146 Bus», який також підтримує протокол передачі даних M-Bus. Таким чином, можна забезпечити з'єднання для передачі інформації про спожите тепло з лічильника з електронним термостатом, який виконує керування мікрокліматом у приміщенні. Електронний термостат регулює подачу теплоносія в радіатори і таким способом підтримує комфортну для споживачів температуру та контролює спожиту теплову енергію, що також передбачає економію коштів на сплату за комунальні послуги.

У таблиці 4.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Система обліку та контролю параметрів теплопостачання, яка передає виміряні дані з теплолічильника на смарт-пристрої, у тому числі термостат, який у свою чергу виконує регулювання температури та витрати носія	Житлово-комунальна сфера	Прискорення розрахунків
	Громадські та житлові будівлі	Економія коштів на виплату комунальних послуг

через керування подачі теплоносія до опалювальних елементів	Диспетчеризація системи опалювання	Заощадження енергоресурсів, що у свою чергу перешкоджатиме погіршенню екологічної ситуації
---	------------------------------------	--

Отже, порівняно з іншими методами обліку теплової енергії, витрати теплоносія, створення автоматизованої системи контролю та керування параметрів тепlopостачання на базі смарт-технологій та мережі M-Bus дає такі переваги, як економія коштів на сплату тарифів комунальних послуг та енергоресурсів, зручні механізми контролю, забезпечення комфорту користувачів тощо.

Застосовування морфологічних карт дозволяють згенерувати ідею автоматизованої системи обліку параметрів тепlopостачання, яка точно і мала б на ширший діапазон вимірювання витрат, ніж існуючі, була б зручною у використанні, враховувала б той факт, що облік природних ресурсів є важливим завданням сьогодення.

Ідея проєкту генерується відповідно до такого алгоритму (табл. 4.2):

- визначити функції, які повинен виконувати проєкт;
- подання на карті декількох варіантів елементарних рішень, тобто засобів за допомогою яких можна реалізувати кожну функцію;
- вибір по одному елементарному рішенню для кожної функції.

Таблиця 4.2. Морфологічна карта [24]

Функції	Проміжні рішення				
	1-ше	2-ге	3-тє	4-тє	5-тє
Вимірювання витрати теплоносія	Вимірювання витрати ультразвуковим витратоміром	Вимірювання витрати вихровим методом	Вимірювання витрати турбінним методом	Інше	Інше
Автоматичне передавання даних з витратоміра	M-Bus	Raspberry Pi	Використання Arduino	STM32 F103	Інше

Отже ідею стартап-проєкту можна сформулювати так: система контролю параметрів теплоносія складається із ультразвукового витратоміра, робота якого базується на вимірюванні часу проходження відбитих сигналів та M-Bus модуля для автоматичної передачі даних.

Для проведення аналізу потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів визначимо наступні пункти:

- попереднє коло проєктів-конкурентів або проєктів-аналогів, що вже мають позицію на ринку, та здійснюємо збір інформації про техніко-економічні показники для ідеї власного проєкту;
- перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 4.2).



Таблиця 4.3. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Комплект Inels "просте терморегулювання"	Термостат Secure SRT322 з регулятором			
1.	Вартість апаратного забезпечення	2515грн (без теплолічильника)	4810 грн (без теплолічильника)	3973грн (без теплолічильника)			+
2.	Простота підбору термостата для теплолічильника за протоколом зв'язку	Більш поширений серед теплолічильників середньої вартості - M-Bus	Радіочастота 868 МГц	Wi-Fi		+	
3.	Технічне обслуговування	Виконується найманими спеціалістам	Виконується спеціалістами, які займалися розробкою обладнання	Виконується спеціалістами, які займалися розробкою обладнання		+	
4.	Діапазон температури вимірювання	5-40°C	5-40°C	5-35°C			+
5.	Простота процесу установки	Висока	Середня	Середня			+

Після проведення аналізу сильних, слабких та нейтральних характеристик стартап-проекту порівняно із пропозиціями конкурентів можна

визначити параметри, які в першу чергу зацікавляють покупця. З таблиці можна побачити, що стартап-проект має достатні якості для того, щоб зайняти місце на ринку та забезпечити споживача виконання функцій автоматизації системи обліку.

У даному підрозділі також варто провести аудит технології за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1. Облік теплової енергії, витрати теплоносія		Первинні перетворювачі тиску та температури	Наявне у широкому виборі за різними характеристиками	Доступне у різних цінових діапазонах
		Види витратомірів за принципом дії		
		Електронний обчислювач		
		Електронний термостат із запрограмованим контролером та власними виконавчими механізмами		
2. Виконавчий пристрій, що регулює нагрівальний елемент опалення будівель		Модулі, модеми, із дротовим чи бездротовим способом зв'язку, та різні протоколи передачі даних	Наявне	Доступне у різних цінових діапазонах
3. Модуль зв'язку, що забезпечує передачу даних від лічильника да термостата		Модулі, модеми, із дротовим чи бездротовим способом зв'язку, та різні протоколи передачі даних	Наявне у широкому виборі за вхідними параметрами та конфігурацією системи	Доступне, лише потрібно підбирати прилади та модулі зв'язку за одним сумісним протоколом передачі
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: реалізація автоматизованої системи контролю та керування параметрами теплопостачання полягає у використанні теплолічильника на базі ультразвукового витратоміра, з провідною технологією зв'язку M-Bus, що сумісно із електронним термостатом, який запрограмований регулювати температуру та витрату теплоносія за заданими вимогами.				

Після аналізу доступності технологій для здійснення ідеї стартап-проекту стає очевидним, що всі необхідні засоби та методи доступні в широкому діапазоні для підбору за вхідними даними системи теплопостачання та за індивідуальними потребами користувачів, тому реалізація автоматизації системи контролю параметрів теплопостачання доступна у різних цінових діапазонах.

## 4.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Для того, щоб спланувати напрями розвитку проекту потрібно повноцінно проаналізувати стан ринкового середовища, пропозицій проектів-конкурентів та потреб потенційних клієнтів. Для цього, потрібно визначити ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити реалізації проекту

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	4 українських стартап-проектів та імортні технології від 10 різних компаній
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	10000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає (Збільшення на 35-40% клієнтів-покупців до 2025 року)

4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Вузька спеціалізація
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Технічний регламент на протоколи зв'язку, використання стандартизованих методик розрахунку
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	30%

За результатами таблиці можна зробити висновок про те, що ринок є достатньо привабливим для входження за попередньою оцінкою. Середня норма рентабельності в галузі з відсотком на вкладення становить 18% у національній валюті, це говорить про те, що проект є фінансово привабливим для інвестування.

Наступним кроком є визначення потенційні групи клієнтів та створення орієнтовного переліку вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Облік енергоспоживання об'єктів	Інжиніринг, енергетичний аудит	Нормативні документи	Формування звіту за певні періоди, простий інтерфейс, висока точність розрахунку, надійність відповідність методикам та нормативним документам
2.	Реалізація проектів	Будівництво, постачальники матеріалів, підрядні організації	Сертифікація обладнання, архітектура системи, встановлення	

3.	Зниження показників споживання енергії	Мешканці будинків, користувачі громадських приміщень, компанії-постачальники енергоресурсів	Необхідність заощадження коштів на комунальних рахунках	Контроль енергоспоживання, звітування, аналіз графіків споживання, перелік заходів для підвищення енергетичної ефективності функціонування приватного будинку
----	--	---	---	---

Визначення потенційних груп клієнтів є важливим етапом для з'ясування значення ідеї стартап-проекту для споживачів, актуальності для поточного стану забезпечення потрібними методами та засобами у вирішенні певної проблеми, з таблиці можна сказати, що ідея стартап-проекту важлива для різних галузей і буде корисною для майбутніх споживачів.

Портрет цільової аудиторії - це сукупність різних характеристики потенційних клієнтів. Для того, щоб скласти якісний портрет необхідно більш детально визначити параметри кожної групи споживачів. Дані занесено до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6. Портрет цільового покупця

Що хочуть купити	теплотічильник
Хто покупець	Підприємці, постачальники та мешканці багатоповерхових будинків
Мета купівлі	Автоматизоване вимірювання параметрів теплопостачання
Коли покупець купує продукт	Коли з'являється необхідність у більш точному вимірюванні витрати та кількості теплоти в ширшому діапазоні
Де покупець бажає придбати продукт	Онлайн
Мета стартапера	Задовольнити потребу клієнта в більш якісному продукті.

З таблиці 4.6 робимо висновок, що основними клієнтами для нас є підприємці та постачальники води у яких є потреба у точному вимірюванні витрати води на широкому діапазоні витрати та автоматизованому передаванні даних.

При застосуванні даної технології існують певні загрози. (таблиця 4.7). З метою виявлення потенційних загроз та небезпек визначаються чинники, що можуть завадити ззовні досягти поставлених цілей, у тому числі. Ринкові загрози – це події, які можуть несприятливо вплинути на стартап-проект.

Таблиця 4.7. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Кваліфікація розробників	Проектування системи передбачає наявну підготовку у сфері енергоефективності	Проведення навчань, семінарів, надання технічної підтримки від сторонніх розробників, розроблення методології
2.	Помірна конкуренція	Конкурування та оновлення програмного забезпечення	постійний розвиток технологій системи та удосконалення. Порівняння ПЗ та визначення привабливішої ціни
3.	Особливі умови	Налаштування для кожного користувача	Розробка звіту з урахуванням особливостей системи тепlopостачання будинку

4.	Економічна ситуація у країні	Зміна рівня доходів споживачів	Адаптація, підбір дешевшого обладнання, компромісні рішення
5.	Збут	Кращі пропозиції від конкурентів	Адаптація, запровадження більш клієнто-орієнтованої конфігурації системи

Аналіз факторів загроз дуже важливий для планування розвитку стартап-проекту, так як дає можливість повноцінно оцінити поточну ситуацію на ринку та відповідно до цього побудувати оптимальний план для подальшого функціонування та життєдіяльності проекту. З отриманої таблиці видно, що для кожної загрози можна підібрати рішення, що вирішить проблему. Але поряд із рядом загроз існують і певні можливості (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Потреба ринку в рішеннях даної проблеми	На разі на ринку представлено не широкий вибір продукту	Опитування споживачів, тестування нових функцій
2.	Верифікація проекту	Верифікація досягнутого рівня енергетичної ефективності	Оцінка стану функціонування після інтенплементації ПЗ та його роботи на об'єкті
3.	Іноземні інвестиції	Іноземні фонди зацікавлені у розвитку ринку	Співпраця з іноземними компаніями, створення конкурентно-спроможного продукту та розширення асортименту
4.	Позиція в ціновому сегменті	Через не достатньо широкий вибір продукції можливо	Розширення асортименту та технічних засобів для створення потрібного продукту

		зайняти міцну позицію в ціновому сегменті	
5.	Вирішення проблем споживачів	За рахунок розширення функціональних можливостей системи	Запровадження нової лінійки технологій

Як висновок до аналізу факторів можливостей для запуску стартап-проекту на ринок можна сказати, що станом на теперішній час є перспективні можливості розвитку та досить сприятливі умови для розвитку стартап-проекту та залучення інвестицій.

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку за певними характеристиками, що дозволить оцінити місце стартап-проекту серед конкурентів.

Таблиця 4.9. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
За типом: конкуренція чиста	На ринку в Україні не встановлено монополії на продукт такого роду, тому можна вільно розвивати свій стартап-проект	Розвиток функціоналу у різних напрямках та різних цінових сегментах
За рівнем конкурентної боротьби: національна	Стартап-проекти та інші виробники можуть бути постачальниками в інших містах	Потрібно також бути готовим до продажів та оснащення будівель в інших містах
За галузевою ознакою: міжгалузева	Технічне обладнання відноситься до інтелектуальної електроніки, а проблеми, які вирішує стартап-проект відносяться до енергетичної	Так як технічні рішення знайшли шлях розвитку в одній галузі, то можливо охоплювати більше галузей
Конкуренція за видами товарів: товарно-видова та товарно-родова	Товарно-родова полягає в тому, що клієнт може обрати інші технічні рішення для автоматизації обліку та контролю енергоресурсів. Товарно-видова полягає у виборі	Для товарно-родової конкуренції необхідно розширити варіанти рішень проблеми. Для товарно-видової потрібно розширити асортимент та ціновий діапазон апаратного та



	таких же рішень від інших виробників	програмного забезпечення системи
За характером конкурентних переваг: нецінова	Займаючи певну цінову нішу, потрібні інші методи для додаткового залучення покупців	використання будь-яких законних засобів зниження цін з метою залучення нових споживачів
За інтенсивністю: не марочна	Конкуренція серед виробників аналогічної продукції. конкуренція за зовнішнім виглядом і функціями.	Споживач в першу чергу обирає за функціоналом

При оцінюванні та аналізі поточного стану ринку важливо дослідити на якому рівні пропозиції компаній, що надають аналогічні послуги. Після отриманих результатів можна спланувати шляхи залучення клієнтів та напрямків розширення функціоналу запропонованих послуг. Отримані можливості є перспективними у реалізації.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 4.10. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Inels	Inels	Відсутні	Спеціалісти галузі	Індивідуальний розрахунок

Висновки:	Продукти мають іміджеву складову та наразі є одними з небагатьох конкурентів на ринку. За рахунок адаптації до своїх клієнтів, сервісної підтримки та нижчої ціни реалізації можна підтвердити невисоку інтенсивність конкуренції між даними продуктами.	Продукт має іміджеву перевагу, проте не створює перешкод для входу на ринок через те, що має одноканальність вимірв та розрахунків, тільки електричної енергії.	-	Кінцеві споживачі наразі не диктують умови роботи на ринку	Товари-замінники не мають значного впливу для створення перешкод входу на ринок
-----------	--	---	---	--	---

Таблиця 4.11. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності [25]

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проєктів значущим)
1	Ціна	Оптимальна ціна при високій якості
2	Точність	Необхідна найменш можлива похибка вимірювання
3	Діапазон вимірювання	Широкий діапазон вимірювання
4	Якість	Висока якість

Провівши аналіз таблиць можна зробити висновок, що основні загрози на ринку для стартапу-проєкту – іміджеві переваги продуктів конкурентів. Адаптація до вимогів клієнтів, постійна онлайн підтримка, розширений функціонал роботи з тепловою енергією та робота з іноземними фондами,

дозволить продукту бути конкурентоспроможним на ринку.

За цими факторами будемо таблицю слабких та сильних сторін стартап-проєкту (табл. 4.12)

Таблиця 4.12. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін [1]

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Ultraheat T230						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна	15				0			
2	Точність	20						2	
3	Діапазон вимірювання	19							3
4	Якість	19					1		

Проаналізувавши таблицю 13 робимо висновок, що стартап-проєкт в підсумку має вищий рейтинг ніж його прямий конкурент. Дана таблиця показує переваги проєкту над конкурентами.

Визначимо та обґрунтуємо перелік факторів конкурентоспроможності. Характеристика конкурентоспроможності визначає ринкову категорію, яка має динамічний характер. Конкурентоспроможність змінюється при незмінних якісних характеристиках товару в широких межах залежно від кон'юнктури ринку, дій конкурентів, зміни цін, рекламних заходів тощо.

Таблиця 4.13. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проєктів значущим)
1	Мобільність ПЗ	Можливість використання ОС Android, iOS та Web платформ дозволить використовувати продукт ефективно, на всіх етапах роботи з об'єктом автоматизації
2	Адаптація ПЗ	Можливість зміни конфігурації методи розрахунку базуватиметься на сучасній державній та європейській нормативній документації
3	Універсальність	ПЗ та підібрані прилади сумісні з іншими приладами чи ПЗ
4	Простота інтерфейсу	Вигляд даних на дисплеї є простим та інформативним, для будь-якого споживача

5.	Зручність	Сучасні інтерфейс та функціонал, оновлення системи зроблять можливим продукт максимально зручним для клієнтів
6.	Якість	Розробка програмного та апаратного забезпечення у співпраці з кваліфікованими фахівцями у сфері енергетичної ефективності, дозволить реалізувати у системі максимально ефективні механізми

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних та слабких стрін, загроз та можливостей представлено в таблиці 4.14 на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін.

Таблиця 4.14. SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: 1. Актуальність проекту 2. Проста інтеграція до існуючих систем 3. Постійне оновлення	Слабкі сторони: 1. Незначеність в остаточній рекомендованій роздрібній ціні 2. Висока потреба в залученні серверів 3. Необхідність у стандартизації та повірці приладів обліку
Можливості: 1. Збільшення продаж; 2. Підвищення якості; 3. Розширення ринку за рахунок іноземних замовників; 4. Розширення асортименту послуг та технічних рішень. 5. Підвищення рівня енергетичної ефективності житлових будинків	Загрози: 1. Різка зміна курсу гривні може привести до зменшення попиту, особливо з боку малих фірм. 2. Політичні та економічні ризики ведення бізнесу; 3. Втрата потенційних клієнтів через недостатню технічну підтримку; 4. Зменшення продажів через несвоєчасне виконання замовлень.

За методом оцінки внутрішніх та зовнішніх факторів, які мають вплив на розвиток фірми або проекту, що дозволяє оцінити сильні і слабкі сторони проекту, знайти нові можливості і визначити можливі загрози був поведений аналіз сильних та слабких сторін, що допоможе чітко бачити можливості та загрози для розвитку проекту.

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту.

Таблиця 4.15. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	Ймовірність отримання результатів достатньо висока, тому що сильні сторони стартап-проекту достатньо вагомі	6-12 місяців
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	Ймовірність отримання ресурсів достатня, тому що ринкові можливості дозволяють побудувати стабільний розвиток	5-12 місяців
3	Стратегія виходу з ринку	Ймовірність отримання ресурсів для виходу з ринку достатня	5-12 місяців

З зазначених альтернатив обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартап-проекту наявними ринковими можливостями.

### 4.3. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.16. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Інжинірингові послуги	Висока	Високий	Слабка	Низька складність

2.	Проектувальники	Середня	Середній	Середня	Середня складність
3.	Постачальники електронної продукції	Висока	Середній	Слабка	Середня складність
4.	Енергоменеджмент	Середня	Слабкий	Середня	Досить складно
5.	Кінцеві споживачі	Середня	Слабкий	Відсутній	Низька складність

Які цільові групи обрано:

Під час аналізу потенційних груп споживачів було прийнято рішення що компанія буде працювати із будівельними компаніями. Обираємо за цільові групи споживачів потенційних клієнтів, що мають суттєвий попит та мають сприятливі умови для виходу на ринок, а саме: інжиніринг, будівельні компанії, кінцеві споживачі. У цьому випадку необхідно окремо розробити програму ринкового впливу та використовувати стратегію диференційованого маркетингу.

Для виведення продукту на ринок необхідно розуміти цільову групу споживачів та їх особливості. Це допоможе адаптувати продукт під модель ринку та визначити можливі стратегії просування проекту. За результатами аналізу потенційних груп споживачів обрано цільові групи потенційних а саме: інжиніринг, будівельні компанії, кінцеві споживачі.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку.

Таблиця 4.17. Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
-------	--------------------------------------	---------------------------	--	----------------------------

	Кілька сегментів	Диференційований маркетинг	Мобільність, адаптивність, гнучкість та ін.	Стратегія диференціації
--	------------------	----------------------------	---	-------------------------

Обрана базова стратегія диференціації передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів. Така відмінність може базуватися на об'єктивних або суб'єктивних, відчутних і невідчутних властивостях товару (у ширшому розумінні – комплексі маркетингу), бути реальною та уявною.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17).

Таблиця 4.18. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Продукт має аналоги конкурентів	Стратегія будуватиметься з розрахунком на обох варіантах	Проект передбачає технології збор даних за допомогою лічильників	Стратегія виклику лідера (флангова атака)

Оскільки продукт не є новаторським та має аналоги на ринку, що мають схоже призначення, обирається базова стратегія конкурентної поведінки виклику лідера. Оскільки основний акцент буде робитися на значних перевагах продукту, доцільно реалізовувати стратегію, що передбачає атаку на слабкі сторони лідируючої компанії. Такими визначаються: функціональні особливості, ринкова ціна, собівартість та сервісна підтримка. Даний напрям дозволить зайняти певну ринкову частку компанії лідера.

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 4.19. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Керування споживачами, формування звіту, простий інтерфейс, якість розрахунку, що відповідає нормам.	Стратегія диференціації	Мобільність, функціональність, адаптивність, комплексність, гнучкість, зручність, якість	Мобільність, функціональність, зручність, ціна

За результатом визначення стратегії позиціонування надаємо узгоджену систему рішень поведінки проекту на ринку, ключовими з яких є: стратегія диференціації з впровадженням у проект значних конкурентних переваг, стратегія виклику лідера з акцентом на слабких сторонах проекту-конкурента та акцент на основних перевагах власного продукту з формуванням асоціацій по частині мобільності програмного продукту, його функціональності та зручності.



#### 4.4. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 4.20 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.20. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
	Керуванням споживання теплової енергії, збір даних, аналіз, технічний розрахунок, формування звітів	Автоматизація процесів керування та контролю енергоспоживання	Керування активними споживачами теплової енергії у будинках, аналіз споживання, формування звітів з формуванням конкретних дій що підвищують енергетичну ефективність. Адаптація програмного забезпечення для різних житлових будинків. Сповіщення про перевищення базового рівня споживання енергії

Для найкращого представлення товарів та послуг, що надає стартап-проект необхідно провести аналіз найкращих сторін проекту, переваг концепції потенційного товару тощо. Це дозволить мати сильніші сторони для можливості конкурувати та заохочувати потенційних клієнтів до співпраці.

З визначення ключових конкурентних переваг продукту розглянемо трирівневу маркетингову модель, що включатиме основні характеристики проекту.

Таблиця 4.21. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Керування та контроль витрати теплоносія, спожитої теплової енергії, збір даних, аналіз, технічний розрахунок, формування звітів.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1.Довговічність	НМ	Тл
	2. Зручний інтерфейс	НМ	Е
	3. Керування споживанням	НМ	Тх/Е
	4. Формування звітів	НМ	Вр/Тх
	5. Простота в користуванні	НМ	Е
	Відповідає ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017		
	Пакування: апаратне забезпечення у вигляді комплексу лічильника тепла та терморегулятора, програмне забезпечення, власний акаунт користувача, технічна підтримка та оновлення.		
III. Товар із підкріпленням	До продажу Придбання корпоративних ліцензій за зниженою ціною		
	Після продажу Встановлення необхідного обладнання, консультація та технічна підтримка		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Реєстрація промислового зразка, реєстрація патенту та ТМ. Програмний продукт буде розповсюджуватися у вільному доступі. Обмеження будуть включені при реєстрації конкретного користувача під час авторизації програмного забезпечення, що потребуватиме унікального серійного номеру, ліцензійного ключа та паролю, який користувач отримує при реєстрації та оплаті ліцензії.			

\*М- матеріальна, Нм- не матеріальна. Тх технічна властивість, Ор-організаційна, Е – економічна, Тл-технологічна властивість, Вр виробнича

Визначення основних характеристик продукту за методом опису трьох рівнів моделі товару необхідне для визначення ключових конкурентних переваг продукту, що у свою чергу необхідне для побудови маркетингової

програми стартап-проекту. Правильно визначена маркетингова програма важлива для залучення клієнтів та здійснення продажів.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 4.22).

Таблиця 4.22. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	7000 грн.	3500	25 000 грн.	6000-1000 грн

Для визначення цінових меж кінцевого продукту проаналізовано ціноутворення конкурентних компаній, рівень доходів цільової групи та встановлено верхню та нижню межу вартості.

Наступним етапом після встановлення меж на реалізацію програмного продукту є визначення системи збуту.

Таблиця 4.23. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
	Купівля програмного продукту після попередньої комерційної пропозиції	Стимулювання, встановлення контактів, проведення переговорів та зустрічей з клієнтами	Значна (канал нульового рівня та однорівневі канали)	Пряма та традиційна система збуту

Збут продукції є одним з основних етапів маркетингу. Для побудови надійної стратегії збуту товарів чи послуг варто оцінити специфіку закупівельної поведінки цільових покупців, для надійної реалізації послуг и товарів потрібно визначити функції збуту, які повинен виконувати постачальник товару чи послуг, також для досягнення мети варто визначитись із оптимальною системою збуту.

На основі ключових факторів формування системи збуту впровадимо зазначену інформацію для отримання концепції маркетингових комунікацій постачальника зі споживачем.

Таблиця 4.24. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Перевага товару, що має вищу якість	Показ функціональних можливостей та переваг	Гнучке створення звітів, послуг, стандартизація	Ілюстрація технічних переваг запропонованої системи	Демонстрація можливостей, зацікавлення
2.	Задоволення потреб більш ефективним способом	Клієнто-орієнтованість	Інтерфейс, функціонал, стандартизація	Діалог з клієнтом	Визначення потреб та максимальне їх задоволення

Результатом даного підпункту є визначення концепції способів маркетингової комунікації, що потрібно для встановлення зв'язку з потребами потенційних покупців.

#### 4.5. Висновок до розділу

Підсумовуючи проведену роботу над розробкою стартап-проекту «Автоматизована система контролю та керування параметрами теплопостачання» слід зазначити, що наразі на ринку є можливість комерціалізувати проект, оскільки наявний достатній попит на продукцію та сприятливі умови для входу на ринок, зважаючи на низьку конкуренцію та високу рентабельність. З боку іноземних фондів та капіталів присутня висока зацікавленість до напрямку розробки програмного забезпечення, оскільки в Україні висока динаміка зростання ринку енергозбереження та енергоефективних технологій. Аналізуючи потенційні групи клієнтів, ризики та можливості входу на ринок зазначаємо, що комерціалізація стартап-проекту та залучення інвестицій при побудові якісного функціоналу підтримки проекту, відповідності термінам та задачам, є досить імовірною.

У ході аналізу перспективності реалізації стартап-проекту зроблено висновок про необхідність мати різні варіанти конфігурації системи при цьому зберігати надійність та точність системи. Також важливо мати досить широкий ціновий діапазон для різноманітності пропозицій технічних рішень проблем споживачів.

Точність та надійність обладнання, а також вигідні цінові пропозиції є сприятливим варіантом для споживачів, проте для успішного функціонування стартап-проекту важливими є стратегії збуту, концепції маркетингових комунікацій, визначення ключових переваг концепції потенційного товару, провести аналіз конкурентоспроможності.

Отже, враховуючи все вище сказане, можна свідчити про досить успішну реалізацію системи керування та контролю параметрів енергоефективності теплопостачання цивільних споруд, яка реалізована з

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

використанням сучасного програмного та апаратного забезпечення, є досить надійною, про що свідчить проведений аналіз.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

## ВИСНОВОК

Відповідно до поставлених задач у дисертації було виконано комплексну характеристику системи контролю параметрів теплопостачання та розроблено структурну схему автоматизованої системи контролю параметрів теплопостачання; здійснено аналіз об'єкту автоматизації та умови його експлуатації та обрано відповідне обладнання; досліджено методи та засоби технологій автоматизації систем теплопостачання та перспективні можливості модернізації сучасної системи контролю та обліку параметрів теплопостачання; розроблені алгоритми для подальшого застосування у проектуванні системи контролю параметрів теплопостачання; розроблено стартап-проект, у якому підтверджується актуальність та необхідність застосування сучасних засобів модернізації контролю та обліку параметрів теплопостачання.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матус С.К. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Метрологія, технічні вимірювання та прилади» студентами за напрямом підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання – Рівне: НУВГП, 2015 – 22 с.
2. ДСТУ 3339—96 Теплолічильники. Загальні технічні вимоги . – Чинний від 01.07.1997. – К. : Держстандарт України, 1996. – 10 с.
3. Тепловий лічильник в будинку[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thermomodernisation.org/teplovyi-lichylnyk-v-budynku/>
4. Встановлення лічильника тепла[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://s-t.com.ua/uk/poslugi/vstanovlennya-lichilnika-tepla>
5. Схемы установки счётчиков тепла [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ktto.com.ua/skhema/tsh>
6. A Reliable Communication Framework and Its Use in Internet of Things (IoT) / Tanweer Alam // Department of Computer Science, Faculty of Computer and Information Systems, Islamic University of Madinah, Saudi Arabia, - 2018. - №5: International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. – p.450-456
7. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.
8. Узденов Т. А. Алгоритми диспетчеризації для grid систем з невідчувуваними ресурсами // Збірник матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2020» (Київ, 21 жовтня 2020 р.). – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. – с. 186

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75



9. Електричні мережі стануть “розумними” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua-energy.org/uk/posts/elektrychni-merezhi-stanut-rozumnymy>

10. Гапонюк С. Концепція Smart grid // 77-ма Студентська науково-технічна конференція: збірник тез доповідей. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – с. 173

11. Bejarano A , Fernandez B , Jimeno M , Salazar A, and Wightman P. Towards the Evolution of Smart Home Environments: A Survey [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/307557956\\_Towards\\_the\\_Evolution\\_of\\_Smart\\_Home\\_Environments\\_A\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/307557956_Towards_the_Evolution_of_Smart_Home_Environments_A_Survey)

12. Автоматичне керування системою опалення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://reneco.com.ua/stati-ua-novini/avtomatichne-keruvannya-sistemoyu-opalennya/>

13. Поджаренко В.О Основи мікропроцесорної техніки. Навчальний посібник. / Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Севастьянов В.М. // Вінниця: ВНТУ, 2006. - 226 с.

14. Одарущенко О.Б. Верифікація програмного забезпечення програмованих логічних контролерів із використанням математичних блоків дискретного перетворення інформації // Збірник наукових праць науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу Полтавської державної аграрної академії за підсумками науково-дослідної роботи в 2018 році (м. Полтава, 16-17 травня 2019 року). – Полтава : РВВ ПДАА, 2019. – с. 52

15. Кирик В.В. Мікропроцесорна техніка: Навчальний посібник з дисципліни для всіх форм навчання та студентів іноземців напряму підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології” .- К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2014.- 183 с.

16. С.О. Макєєв Сучасна апаратура та обладнання систем «Розумний будинок» / С.О. МАКЄЄВ , С.В. Вировець // Вісник Національного технічного

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

університету «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – 2020. - №2 . – с. 16-20.

17. Добрівський О. В., Гаманюк І. М. Класифікація систем управління «Розумним будинком» // Всеукраїнська науково-технічна конференція «Застосування програмного забезпечення в інфокомунікаційних технологіях». Збірник тез. – К.: ДУТ, 2021. – с. 130.

18. Організація комп'ютерних мереж: конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. пос. для студ. Спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», спеціалізації «Програмне забезпечення комп'ютерних та інформаційно-пошукових систем» / Л.М. Олещенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 225 с.

19. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: навч. посіб. / М.Ф. Боженко, В.П. Сало. – Київ : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 192 с.

20. Matias Linan-Reyes , Joaquin Garrido-Zafra , Aurora Gil-de-Castro and Antonio Moreno-Munoz Article Energy Management Expert Assistant, a New Concept // Departamento de Ingeniería Electrónica y de Computadores, Escuela Politécnica Superior de Córdoba, Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba, Edificio Leonardo Da Vinci, E-14071 Cordoba, Spain. – 2021. – 38 p.

21. Универсальная система удаленного сбора данных со счетчиков [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/409829/>

22. ДБН В.2.5:39- 2008 “Теплові мережі”.

23. Технічні характеристики лічильника MULTICAL 602 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elmisto.com.ua/p653453820-teploschetchik-ultrazvukovoj-multical.html>

24. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с

25. Гавриш, О. А. Розробка стартап-проектів. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / О. А. Гавриш, К. О. Бояринова, К. О. Копішинська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,88 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 188 с. – Назва з екрана.
26. Гавриш, О. А. Розробка стартап-проектів: практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / О. А. Гавриш, К. О. Бояринова, К. О. Копішинська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 116 с. – Назва з екрана.

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					МД ПМ01мп.06 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79