

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КСУ

_____ П. Леонт'єв

_____ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

«Автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні»

Дипломний проект

Виконав:

студент групи СУдн-84п

І. С. Сердюк

Керівник проекту:

доцент, к.т.н.

В. Д. Черв'яков

СУМИ 2022

№ строчки	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	№ екз.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Знову розроблена			
3						
4	A4		Реферат	2		
5	A4		Технічне завдання	3		
6	A4	СУдн-84П.151.08.ПЗ	Пояснювальна записка	73		
7						
8			Примінена			
9						
10	A4		Завдання	2		
11						
12			<u>Документація</u> <u>конструкторська</u>			
13			Знову розроблена			
14						
15	A4	СУдн-84П.151.08.А1	Схема з'єднань апаратної частини інформаційної системи	1		
16	A4	СУдн-84П.151.08.А2	Блок схема роботи системи автоматичного регулювання	1		
17	A4	СУдн-84П.151.08.Е1	Схема датчика загазованості MQ135	1		
18						
19						
20						
21						
22						
23			<u>Документація по плакатам</u>			
24			Знову розроблена			
25						

					<i>СУдн-84П.151.08.ДП</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Сердюк І. С.</i>			Автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні. Відомість проекту	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Черв'яков В. Д.</i>					2	1
<i>Рецензент</i>						Гр.СУдн-84П		
<i>Н.контроль</i>								

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема з'єднань апаратної частини інформаційної системи

2. Блок схема роботи системи автоматичного регулювання

3. Схема датчика загазованості MQ135

6. Дата видачі завдання

16.05.22 р

Керівник проекту

В. Д. Черв'яков

Прийняв до виконання

І. С. Сердюк

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту	Терміни виконання етапів проекту	Приміт.
1	РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	26.05.22–27.05.22	
2	МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ	27.05.22–31.05.22	
3	АНАЛІЗ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	31.06.22-02.06.22	
4	ВИБІР МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	02.06.22–03.06.22	
5	РОЗРОБКА ГРАФІЧНОЇ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРОЕКТУ	03.06.22–08.06.22	
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	08.06.22-12.06.22	
7	ОФОРМЛЕННЯ ПЗ, ГРАФІЧНІЙ КОНСТРУКТОРСЬКІЙ ДОКУМЕНТАЦІЇ	12.06.22-13.06.22	
8	ЗДАЧА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ КЕРІВНИКОВІ	13.06.22-14.06.22	
9	ЗДАЧА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ НА РЕЦЕНЗІЮ	14.06.22-15.06.22	

Студент-дипломник

І. С. Сердюк

Керівник проекту

В. Д. Черв'яков

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування

автоматизації процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні

Розробник:

студент групи
СУдн-84п

І. С. Сердюк

Погоджено:

керівник проекту:
доцент, к.т.н.

В. Д. Черв'яков

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС

Автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні.

Об'єктом детального вивчення є процеси кліматозабезпечення у середовищі перебування людини. Була вивчена технічна документація по даному об'єкту: загальні відомості; характеристики мікроклімату в житлових приміщеннях, структурна взаємодія системи керування кліматом з її основними підсистемами. Також було підібрано та розраховано елементи для підсистем керування параметрами, розроблено функціональну схему автоматизації. Написано програмне забезпечення для контролеру та створено людино-машинний інтерфейс, що являє собою складову SCADA системи, яка забезпечує візуалізацію системи управління кліматом в офісному приміщенні.

МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Основним завданням дипломної роботи розробити інформаційну систему дистанційного контролю параметрів мікроклімату житлових приміщень з оптимальною надійністю та зниженою вартістю.

ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Моніторинг і керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища [Текст] : навч.пос./ С.В. Сукач, дис. на здобуття наукового ступеня д-р. техн. наук; НАУ.- Київ, 2017, 311 с.
2. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату виробничого приміщення [Текст] : навч.пос./ О.В. Строкань // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100. - Режим доступу: [29http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2018_5_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2018_5_25).
3. Види мікроклімату і його вплив на здоров'я людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/81180/bzhd/vidi_mikroklimatu_vpliv_zdorovya_lyudini
4. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://oppb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-param etriv-](http://oppb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-param-etriv-)

mikroklimatu

5. Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast, EPBD). (Директива 2010/31/ЄС з енергоефективності будівель (нова актуалізована редакція Директиви 2002/91/ЄС).
6. Energy Saving Ordinance EnEV 2009 (Постанова з економії енергії EnEV 2009).
7. Національний стандарт України. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT) / ДСТУ Б EN 15251:2011. – Київ, 2019. – 71 с.
8. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень [Текст]: навч.пос./ А. І. Купін, І. О. Музика, Д. І. Кузнецов. – Запоріжжя, 2019. – 177 с.

Реферат

Сердюк Ігор Станіславович. Автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні. Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект). Сумський державний університет. Суми, 2022 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра (дипломний проект) містить 73 сторінки пояснювальної записки, до складу якої входять 14 рисунків, 15 таблиці, 44 джерела інформації, графічно-конструкторська документація складається з 3 креслень та презентації.

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто питання по автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні.

Ключові слова: мікропроцесор, мікроклімат.

Summary

Serdyuk Igor Stanislavovich. The automation of the microclimate control process in the office. Bachelor's thesis (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2022

The bachelor's thesis (diploma project) contains 73 pages of explanatory note, which includes 14 figures, 15 tables, 44 sources of information, graphic design documentation consists of 3 drawings and presentations.

In this qualification work the issues of automation of the microclimate control process in the office are considered.

Key words: microprocessor, microclimate.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра (дипломного проекту)

на тему:

“Автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні”

Виконав:
студент групи СУдн-84п

І. С. Сердюк

Керівник проекту:
доцент, к.т.н.

В. Д. Черв'яков

СУМИ 2022

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
1. МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ.....	5
2. АНАЛІЗ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	13
2.1 Характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини.....	13
2.2. Постановка задачі для розробки інформаційної системи.....	19
2.3. Апаратні платформи для реалізації системи.....	24
3. ВИБІР МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	36
3.1 Апаратна реалізація системи.....	36
3.2 Алгоритм роботи інформаційної системи.....	38
4. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	50
4.1. MQTT. Загальна характеристика.....	50
4.2 Опис архітектури програмного забезпечення.....	59
4.3. Огляд тенденцій реалізації інтернет речей для розумних будинків.....	60
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	65
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	70

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>									
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>										
<i>Розробив</i>		<i>Сердюк І. С</i>			<i>Автоматизація процесу керування мікрокліматом в офісному приміщенні. Пояснювальна записка</i>									
<i>Керівник</i>		<i>Червяков В. Д.</i>												
<i>Реценз.</i>														
<i>Н. Контр.</i>														
<i>Затвердив</i>														
					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Літ.</i></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Лист</i></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Листів</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">73</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding-top: 10px;"><i>Гр. СУдн-84П</i></td> </tr> </table>	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>		2	73	<i>Гр. СУдн-84П</i>		
<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>												
	2	73												
<i>Гр. СУдн-84П</i>														

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ESP – Espressif Systems (Мікроконтролер китайського виробника)
- SRAM – Static random access memory (Статична оперативна пам'ять з довільним доступом)
- UART – Universal asynchronous receiver/transmitter (Універсальний асинхронний приймач/передавач)
- GPIO – General-purpose input/output (Інтерфейс введення/виведення загального призначення)
- DHT – Distributed hash table (Розподілена хеш-таблиця)
- LCD – Liquid crystal display (Рідкокристалічний дисплей)
- FBD – Function Block Diagram (Функціональні блокові діаграми)
- MQTT – Message Queue Telemetry Transport (Спрощений мережевий протокол)
- ISO – International Organization for Standardization (Міжнародна організація зі стандартизації)
- IEC – International Electrotechnical Commission (Міжнародна електротехнічна комісія)
- IoT – Internet of Things (Інтернет речей)
- STOMP – Simple Text Oriented Message Protocol (Простий протокол обміну повідомленнями)
- HTTP – Hyper Text Transfer Protocol (Протокол передачі гіпер-текстових документів)
- TCP – Transmission Control Protocol (Протокол керування передачею)
- OIC – Open Interconnect Consortium (Відкритий консорціум з'єднання)
- CES – Consumer Electronics Show (Виставка побутової електроніки)

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Забезпечення оптимальних режимів теплового, вологого і повітряного режимів житлових і громадських будівель пов'язана зі значними витратами паливно-енергетичних ресурсів. Ця проблема особливо актуальна для регіонів, які мають холодний клімат в зимову пору року.

Аналіз тепловитрат в приміщеннях показує, що практично завжди існує невідповідність теплотехнічних характеристик в будівлях, які експлуатуються і підлягають реконструкції, тим величинам, які були закладені в проектах.

Вказана невідповідність викликана не тільки відхиленнями від проектних рішень при будівництві, але і внаслідок зміни теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій з плином часу. Особливість підходу полягає в тому, що після монтажу систем опалення та вентиляції необхідно здійснювати коригування проектних рішень на основі результатів натурних обстежень фактичних теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій і параметрів мікроклімату. В результаті цього актуальним є розробка систем дистанційного контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях з можливістю збору даних на протязі великого періоду часу, що дасть змогу аналізувати зміну мікроклімату приміщень залежно від зміни погодніх умов та параметрів будівлі. Це дозволить більш широко аналізувати процес забезпечення оптимального мікроклімату для вироблення загальних тенденцій будівництва, створення енергозберігаючих технологій для економії і так дорогих енергоресурсів.

У зв'язку з цим розробка систем для контролю мікроклімату приміщень дистанційно є актуальною задачею на сьогоднішній час. Впровадження таких систем дозволить забезпечити комфортний стан житла, пришвидчити реакцію на аварійні ситуацію, автоматично реагувати на зміни параметрів з метою економії ресурсів та забезпечує дистанційний контроль.

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

1. МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ

На сучасному етапі розвитку науки і техніки спостерігається суттєве збільшення рівня навантаження на середовище приміщень, які характеризуються різними об'ємними, мікрокліматичними параметрами, газовим складом повітря, кількістю людей та характером виконуваних робіт, тому створення та підтримка зазначених показників у робочому просторі в нормованих межах є одним з найважливіших завдань.

Відхилення від нормативних параметрів мікроклімату викликає неприємні відчуття в органах зору, незадовільний стан органів дихання, часті простудні і хронічні захворювання, а за низьких концентрацій легких аероіонів спостерігаються функціональні порушення нервової, дихальної та серцево-судинної систем, що призводить до поганого самопочуття, підвищеної втомлюваності, відчуття задухи та головного болю, у той час як оптимальні концентрації легких аероіонів чинять стимулюючу дію.

Крім того, аероіонний склад повітря є величиною непостійною і залежить від комплексу природних, техногенних і фізико-хімічних факторів. Але на теперішній час відсутній механізм, який би враховував утворення аероіонів залежно від хімічного складу повітря приміщення та дозволив провести оцінку і встановити закономірності утворення й розпаду комплексів «аероіон–хімічна речовина». Не менш важливим є вплив постійних і змінних електричних полів на працюючих. Останні дослідження переконливо довели негативний вплив електромагнітних полів на людей навіть за їх низької напруженості, але недосконалість математичного моделювання просторового розподілу магнітних полів значно знижує ефективність упроваджених працезохоронних заходів з мінімізації впливу електромагнітних полів на людей.

Наукові дані останніх років свідчать про поступовий розвиток напрямів досліджень з оптимізації та оцінки впливу фізичних факторів мікроклімату

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

на людину не з позицій оцінки теплового комфорту, а з точки зору вивчення якості внутрішнього повітря простору приміщень. Але й досі відсутній системний підхід щодо теоретичного обґрунтування та проведення експериментальних досліджень і формування наукових засад моніторингу, керування і моделювання просторових розподілів і часових змін рівнів фізичних факторів за ступенями їх впливу на психофізіологічні показники людини та санітарно-гігієнічні характеристики виробничих приміщень з метою створення сприятливих умов праці.

Попередніми дослідженнями напрацьовані переконливі результати щодо комбінованого впливу фізичних факторів виробничого середовища на здоров'я людини, причому кількісна зміна одного фактора призводить до зміни інших. Отже, на теперішній час потребують розробки інформаційні системи, методи і методики моніторингу та контролю кількісних характеристик фізичних факторів у зонах перебування людей [1].

Сучасний «розумний дім» втілив у собі безліч інноваційних розробок, які зробили його унікальним з безпеки і комфортабельності. Наявність всіх цих розробок дозволяє сьогодні втілювати мрії в життя, тепер власнику житла зовсім необов'язково турбуватися про свій будинок, адже він завжди під контролем обладнання, яке не дає збоїв і працює цілодобово весь рік, навіть коли нікого немає в будинку.

Зараз на ринку є чимало компаній, що пропонують свої послуги у сфері проектування «розумних будинків», при виборі тієї або іншої компанії, необхідно бути впевненим у професіоналізмі співробітників, щоб надалі не випробовувати проблем з технікою.

У кожному сучасному будинку в тій чи й іншій мірі функціонує велика кількість обладнання, що забезпечує побут, комфорт, затишок, зв'язок і безпеку, що допомагає відпочити і створює повноцінне робоче середовище.

Зручність управління цими системами, їх інтеграція один з одним, можливість злагоджено працювати разом, збільшуючи тим самим

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

функціональність кожної з них окремо - все це і дає можливість назвати такий будинок - Розумним домом.

У відсутності людини Розумний будинок буде підтримувати оптимальним чином постійний мікроклімат, зберігаючи тим самим затишок, кімнатні рослини і меблі. Вона вимкне не потрібне світло або навпаки буде створювати видимість вашої присутності, включаючи і вимикаючи освітлення в тій або іншій кімнаті час від часу.

Розумний будинок дозволить Вам спокійно і безтурботно відпочивати. Розумний будинок буде постійно стежити за всіма інженерними системами в будинку і не допустить спалаху або вибуху пов'язаного з витоків газу або зіпсованої меблів через витік води. Також не залишиться непоміченим проникнення в будинок стороннього.

Система Розумний будинок постарается випроводити його сам, створюючи неприємні умови його знаходження в будинку і, звичайно, він повідомить Вам і на пульт охорони про цю подію, скориставшись мобільним зв'язком або електронною поштою.

Для забезпечення якісної розробки системи та провадження власної реалізації необхідно розглянути основні принципи побудови автоматизованих систем для контролю параметрів повітря у приміщенні, а також параметрів мікроклімату.

Система автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату виробничого приміщення повинна виконувати такі функції: інформаційну, управляючу, допоміжну. Інформаційна функція системи полягає у зборі, зберіганні і видачі інформації про стан параметрів повітряного середовища робочої виробничого приміщення. Робочою зоною є простір висотою два метри від рівня підлоги або площадки, на якій знаходяться робочі місця [2].

Вміст управляючої функції є виробітка рішень і реалізація управляючих впливів на технічні засоби забезпечення параметрів мікроклімату.

До управляючих функцій системи відносяться:

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

– визначення раціонального режиму проведення регулювання параметрів мікроклімату;

– формування і передача на входи виконуючих пристроїв управляючих впливів, які забезпечують реалізацію обраного режиму. До допоміжних функцій відносяться такі, які забезпечують вирішення внутрішньосистемних задач і призначенні для забезпечення власного функціонування (забезпечення заданого алгоритму функціонування, контроль стану тощо).

Система автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату виробничого приміщення з урахуванням функціональних вимог складається з двох модулів: проектування і, власне, самої системи на рисунку 1.1 [2].

Модуль проектування відповідає за розрахунок кількості іонізаторів, які необхідно встановити у заданому приміщенні або робочій зоні.

Вхідними параметрами у цьому блоці є геометричні параметри приміщення (A – ширина, м; B – довжина, м) і сила випромінювання джерела від’ємних аероіонів (n_0 , іон/см³). Вихідною інформацією блоку проектування є кількість іонізаторів N . Вимірювальний блок відповідає за вимірювання параметрів мікроклімату виробничого приміщення – температури і концентрації від’ємних аероіонів. Інформація тут отримується від вимірювальних пристроїв: температура вимірюється за допомогою датчиків температури, а рівень концентрації від’ємних аероіонів - іонометрами. Інформація з вимірювального блоку надходить на блок управління, який видає управляючі сигнали на блок виконання. До складу блоку виконання входять кондиціонер та іонізатор повітря.

Система автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату виробничого приміщення функціонує на базі програмного та інформаційного забезпечення. Програмне та інформаційне забезпечення системи являє собою комплекс взаємопов’язаних програмних засобів, які повинні забезпечувати у відповідності з вимогами, автоматичне вирішення задач збору інформації, її

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

первинної обробки у формі, зручній для реєстрації, виробітки управляючих впливів.

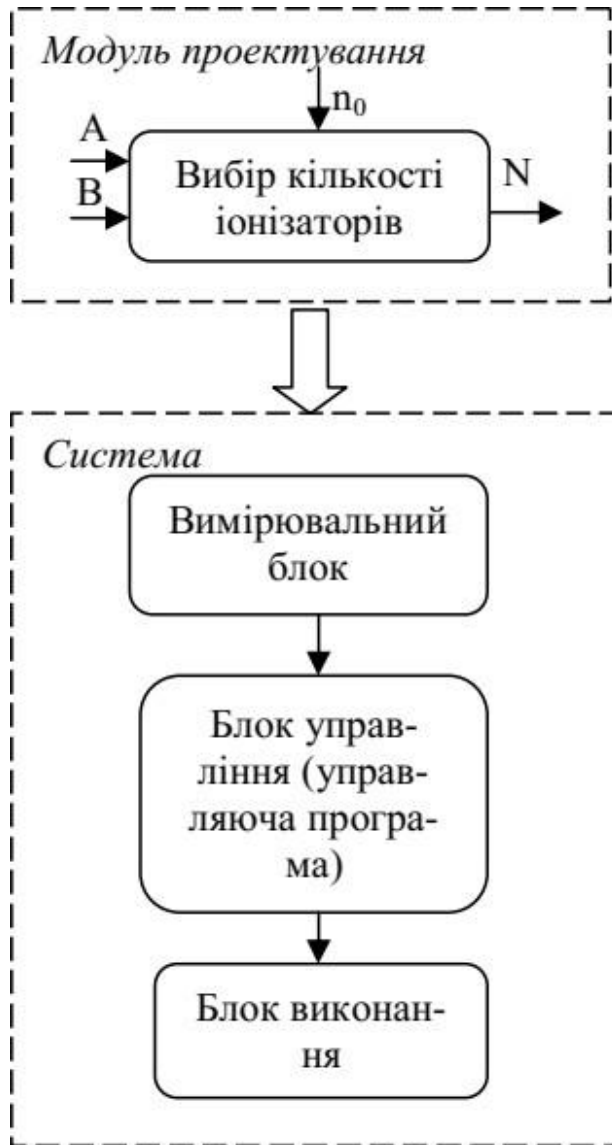


Рисунок 1.1 – Функціональна структура автоматичної системи контролю мікроклімату

Програмне забезпечення системи автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату виробничого приміщення реалізує такі основні функції:

- аналіз і обробка інформації про геометричні розміри виробничого приміщення і силу випромінювання іонізатора повітря;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

- видача рекомендацій про кількість встановлених іонізаторів повітря;
- введення інформації від датчика температури і іонометра;
- аналіз і обробка введеної інформації;
- забезпечення спеціальними програмами необхідне надходження тепла від приладів опалення і концентрації від'ємних аероіонів від аероіонізаційного обладнання для підтримки заданого режиму мікроклімату;
- зв'язок користувача з системою збору і обробки інформації;
- прийняття рішень по заданому алгоритму;
- вивід управляючих впливів в канал управління;
- вивід повідомлення на дисплей терміналу;
- організація діалогу з оператором.

На рисунку 1.2 наведений алгоритм визначення кількості аероіонізаторів, які необхідно встановити у заданому приміщенні або робочій зоні, а на рисунку 1.3 – алгоритм функціонування системи автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату виробничого приміщення у вигляді блок-схеми.

Вибір кількості аероіонізаторів відбувається за таким алгоритмом. Поточні значення геометричних розмірів приміщення і сили випромінювання іонізатора порівнюються з табличними величинами [2].

Відповідно до отриманих результатів розрахунку здійснюється видача рекомендацій щодо кількості аероіонізаторів заданої сили випромінювання, які необхідно встановити у заданому приміщенні або робочій зоні.

Алгоритм функціонування системи автоматизованого забезпечення оптимального мікроклімату міститься у наступному. Спочатку визначаються нормовані показники температури робочого приміщення і нормовані показники аероіонізації.



Рисунок 1.2. – Приклад реалізації алгоритму системи автоматизованого контролю визначення параметрів повітря.

Далі ці показники порівнюються з поточними значеннями температури і аероіонізації, які надійшли від вимірювальних приладів. В залежності від отриманих результатів порівняння блок управління видає управляючий вплив: включити (у разі зниження температури нижче допустимої) або виключити кондиціонер (у разі підвищення температури вище допустимої), включити (у разі зниження рівня концентрації аероіонів нижче допустимого) або виключити аероіонізатор (у разі підвищення рівня концентрації аероіонів вище допустимого). Поточний стан параметрів мікроклімату і виконавчих приладів (вкл./відк.) фіксується на табло.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

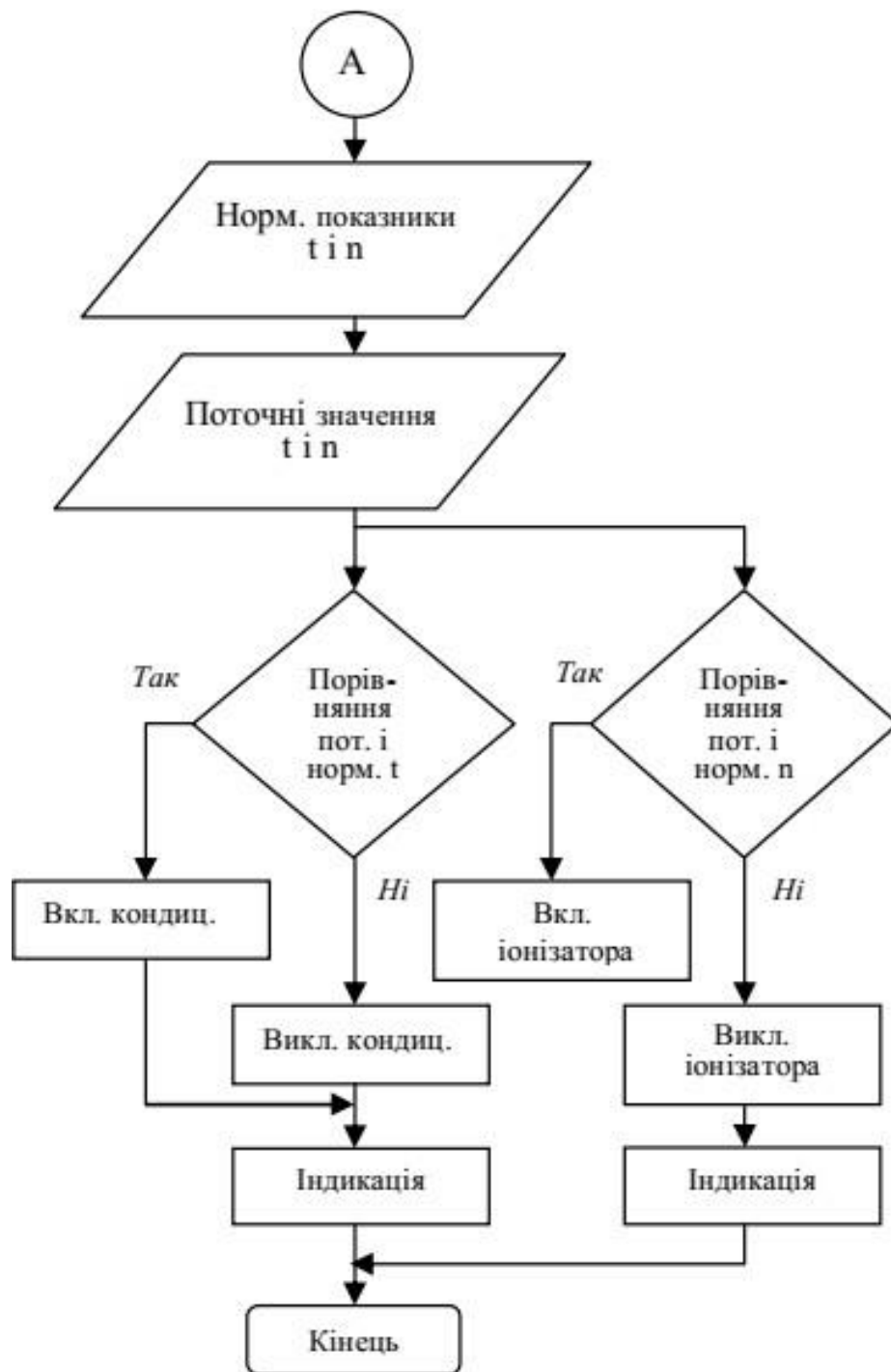


Рисунок 1.3 – Блок схема роботи системи автоматичного регулювання

2 АНАЛІЗ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Розробка інформаційних систем дистанційного контролю параметрів житлових приміщень є актуальною задачею на сьогоднішній час. На даний момент вартість енергоресурсів невпинно зростає, а питання забезпечення комфортних умов у приміщеннях де проживають та працюють люди стає дедалі актуальнішим. При цьому постає питання підвищення ефективності функціонування таких систем, можливості зберігання та аналізу попередніх даних, а також зниження вартості їх реалізації при потрібному рівні надійності.

Слід відмітити, що умови роботи пристроїв у житлових приміщеннях не є важкими у порівнянні з промисловими. В результаті цього більшість платформ здатні надійно працювати у таких умовах. Також наявність певних помилок або хибних спрацювань також не є критичним в загальному випадку.

2.1 Характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини

Мікроклімат – це сукупність факторів середовища всередині приміщення, таких як стан повітря, значення його вологості та температури. Він залежить від багатьох складових. Насамперед на нього суттєво впливають погодні умови самої місцевості, де знаходиться будівля, яка особливість її конструкції щодо захисту від зовнішніх факторів (температури зовнішнього середовища, відносної вологості, кількості опадів, швидкості вітру, тощо). Також важливими є внутрішні параметри будівлі, зокрема, наявність та сила повітряних потоків, наявність джерел тепла, їхнє розташування та ефективність, кількість виділеної вологи, можливість

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

вбирання на віддачі вологи. Також додатковими факторами можуть бути наявність пилу, вміст вуглекислого газу, різного роду аерозолі тощо[3].

Наявність певної кількості або підвищеної концентрації шкідливих речовин (пропускання природнього газу в системі газопостачання) також негативно впливає на самопочуття мешканців та їх здоров'я.

Проте створюючи ізольовані будівлі, які забезпечують максимальний захист від зовнішнього середовища (холоду, спеки, витру, шуму) постає проблема забезпечення якості повітря, його чистоти всередині приміщення. Вирішити таку проблему дозволяють системи кондиціонування, вентиляції та опалення. Проте наявність систем кондиціонування або вентиляції не завжди в повній мірі вирішує проблему забезпечення якісного повітря, оскільки в вентиляційних трубопроводах можуть збиратися численні мікроби та бактерії, які забруднюють повітря, що надходить у приміщення, що може підвищити рівень хворобливості людей, які в ньому проживають.

На сучасному етапі розвитку систем автоматики існує велика кількість рішень, які дозволяють створити сприятливі умови для життя і роботи людей у приміщеннях будь-якого типу. Адже від них суттєво залежить працездатність та здоров'я.

Тому однією з головних умов роботи систем кондиціонування, опалення та вентиляції є забезпечення оптимальних параметрів для корисного впливу на терморегуляцію людського тіла, найважливішого фізіологічного процесу, який визначає комфортність. Наявність оптимальних та комфортних умов у приміщення дозволяє збільшити, власне кажучи, ефективність роботи людини за рахунок збереження здоров'я, збільшення працездатного періоду часу, підвищення активності праці в цей період[3].

Комфортабельні або оптимальні параметри мікроклімату – це такі умови, при яких внаслідок одночасного їх впливу на людей на протязі визначеного періоду часу забезпечують зберігання тепла людським організмом. У таких умовах особа не відчуває дискомфорту,

терморегуляційне навантаження мінімальне, це, власне кажучи, і забезпечує високу працездатність.

До допустимих норм параметрів мікроклімату відносять такі, при яких у людському організмі може виникати тепловий дисбаланс, тобто вони можуть привести до зміни теплового стану. Такі умови можуть привести до часткового зниження продуктивності праці, проте не наносять шкоди здоров'ю, людина може відчувати місцеве тепловідчуття. Головним фактором при встановленні меж допустимості є забезпечення допустимого теплового стану організму.

Шкідливі або неприпустимі параметри мікроклімату – це умови, при яких тепловий стан людини протягом певного проміжку часу суттєво змінюється, яскраво виражені дискомфортне відчуття. При цьому працездатність суттєво знижується внаслідок роботи механізмів терморегуляції в критичних умовах. Збереження здоров'я в таких умовах гарантувати неможливо, як і, власне кажучи, термостабільність організму.

Екстремальні параметри мікроклімату – це небезпечні значення основних характеристик кліматичних умов, при яких навіть впродовж нетривалого впливу виникає критичне навантаження механізмів терморегуляції, суттєво змінюється тепловий стан організму. Це може привести до серйозних захворювань, а в деяких випадках до летального результату[4], [5].

При умові забезпечення комфортного мікроклімату у приміщенні, людина почувається у ньому комфортно, працездатність утримується на високому рівні, відчувається тепловий комфорт і гарний настрій. При проектуванні систем забезпечення комфорту необхідно враховувати характер життєдіяльності в тих чи інших приміщеннях для комфортабельної температури у них. Слід відмітити, що наприклад, у спальнях температура має бути дещо нижчою, ніж у кімнатах де люди проявляють більше активності. У певних приміщеннях активність різних членів може бути різною, тому необхідно враховувати який від дільності має більше 50% осіб у

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

«Кондиціонування повітря – це явище направленого виникнення та автоматичне підтримання у замкнених приміщеннях декількох чи всіх наявних параметрів, таких як: температура, чистота, швидкість руху повітряного середовища, вологість на заданому рівні з метою забезпечення, власне кажучи оптимальних метеорологічних умов, максимально сприятливих для комфорту людей» [6], [7].

Цей процес забезпечується системою технічних засобів різного типу, які носять назву система кондиціонування приміщення. До неї входять пристрої забору повітря, його очищення, нагрівання, перемішування, зволоження та осушування, які можуть дистанційно контролюватися. Основним завданням для автоматизованої системи, яка займається процесом кондиціонування є підтримання в заданому стані в приміщенні, не дивлячись на те як міняється клімат назовні. Як правило всі засоби вентиляції намагаються виконати в одному корпусі для полегшення процесів ремонту та його обслуговування. Важливо також те, що для процесів вентиляції необхідно контролювати стан фільтрів, оскільки в них часто можуть у великій кількості розвиватися мікроорганізми, що може привести до спричинення численних захворювань у людей, які проживають у приміщенні.

На даний момент системи кондиціонування поділяють на:

- за метою використання – комфортабельні та технологічні;
- за покладеним принципом роботи - комбіновані, рециркуляційні та прямооточні;
- за присутністю в них апаратури підвищення та зниження температури – автономні та неавтономні;
- за розташуванням основних елементів – місцеві та центральні;
- за методом керування параметрами – однотрубні (якісні) та двотрубні (кількісні).
- за якістю забезпечення повітряного середовища у відповідності до норм - першого, другого та третього класу;

Таблиця 2.1 – Значення температури житлових приміщень залежно від їх типу для забезпечення комфортних умов

Тип будівлі / приміщення Type of building / space	Категорія Category	Робоча температура, °C Operative temperature °C	
		Мінімум для опалення (зимовий період) ~ 1,0 кло Minimum for heating (winter season), ~ 1,0 clo	Максимум для охолодження (літній період) ~ 0,5 кло Maximum for cooling (summer season), ~ 0,5 clo
Житлові приміщення: спальні, вітальні, кухні тощо Сидяча діяльність ~ 1,2 мет Residential buildings: living spaces (bed rooms, drawing room, kitchen etc) Sedentary ~ 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
Житлові приміщення: інші приміщення (кладові, холи тощо) Стояння-ходьба ~ 1,6 мет Residential buildings: other spaces: storages, halls, etc) Standing-walking ~ 1,6 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	

Слід відмітити, що для уникнення явища перегрівання певних частин будівлі і запобігання утворення більш нагрітих та менш нагрітих зон необхідно забезпечувати також рух достатній рух повітря[8].

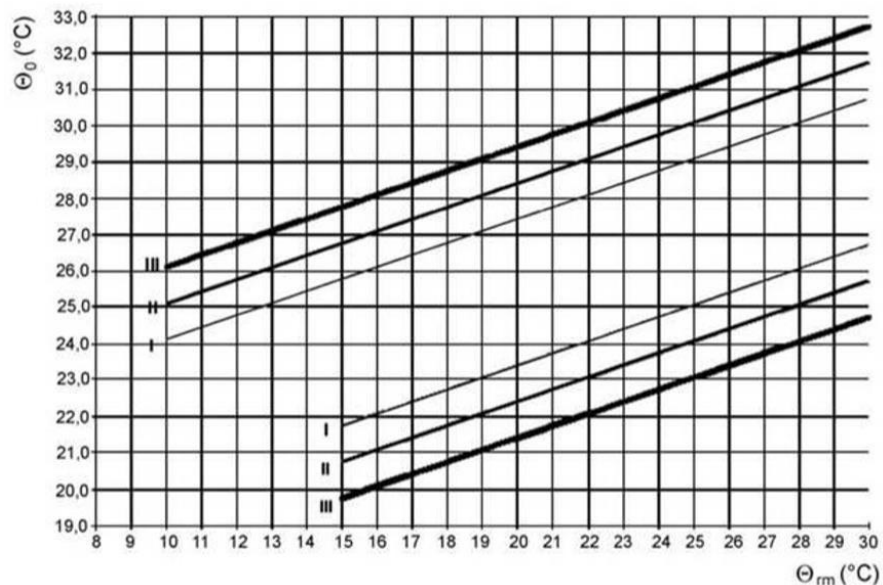


Рисунок 2.1 – Графік для визначення робочої температури для будівель, залежно від температури навколишнього середовища:

Θ_0 – значення робочої температури; Θ_{tm} – середнє значення температури за межами приміщення.

Рівняння для побудови кривих для будівель III категорії є наступними:

верхня межа

$$, \quad (2.1)$$

нижня межа

$$, \quad (2.2)$$

Вказані параметри можуть бути використані для реалізації ПД закону регулювання температури у приміщеннях[9].

Нормована необхідна величина вентиляції та вмісту CO₂ у житловому приміщенні наведена у таблиці 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Норма вентиляції для розріджених викидів від людей

Категорія Category	Очікувана відсоткова невдоволеність Expected Percentage Dissatisfied	Повітряний потік на особу, л/с/особу Airflow per person l/s/per
I	15	10
II	20	7
III	30	
IV	> 30	< 4

Таблиця 2.3 – Нормована концентрація CO₂

Категорія Category	Відповідна концентрація CO ₂ вище зовнішньої у PPM для енергетичних розрахунків Corresponding CO ₂ above outdoors in PPM for energy calculations
I	350
II	500
III	800
IV	<800

- зчитувати вимірювані параметри з датчиків, які встановлені у приміщенні;
- проводити оптимізацію регулювання для утримання заданих параметрів у регульованих межах;
- виводити та зберігати графіки основних показників мікроклімату;
- виводити основні параметри користувачу в режимі реального часу;
- моделювати та обирати оптимальні плани роботи обладнання у різні часові періоди[10], [11].

Також розроблювана система повинна бути гнучкою та недорогою в реалізації. Власне кажучи, сьогоденний ринок контролерів дозволяє це реалізувати.

Для реалізації системи управління необхідно вибрати технічні засоби, які забезпечать збір даних про мікроклімат середовища, а також забезпечать керування основними пристроями для ефективного управління засобами регулювання, такими як опалення, кондиціонування, зволоження та осушування повітря. Також необхідно врахувати, що обране обладнання має забезпечувати гнучкість, тобто можливість змінювати параметри регулювання, закони та параметри оптимальних умов. Це процес має відбуватися за рахунок дій користувача, а також залежно від часу доби, пори року та зовнішнього середовища. Також система повинна мати можливість до розширення та збільшення контрольованих параметрів, додавання нових модулів тощо.

Основним параметром вибору апаратної частини системи є надійність (власне кажучи, для житлових приміщень вимоги не сильно високі, оскільки систем фактично буде знаходитись в оптимальних умовах) та вартість. Додатковими параметрами є простота реалізації, функціонал, швидкодія, можливість підтримки платформ різного типу. Отже, давайте розглянемо основні апаратні реалізації та контролери для створення систем такого типу.

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

2.3. Апаратні платформи для реалізації системи

2.3.1 Arduino

На сьогоднішній час є кілька платформ для розробки системи віддаленого контролю еліматиних параметрів приміщення. Розглянемо найпопулярнішу – Arduino[12].

Arduino це тип мікроконтролера, який реалізовано на базі мікроконтролера Atmega. Існує багато видів реалізації цієї платформи. Розглянемо її властивості на прикладі ArduinoUno рисунку 2.2.

Вказаний пристрій є досить дешевим та володіє хорошим функціоналом у поєднанні з хорошою надійністю орієнтовна його вартість складає 150 грн. Він має у своєму складі 14 цифрових входів/виходів, режим роботи яких може змінюватися.

Ця платформа є досить популярною на сьогоднішній час. Насамперед це обумовлено тим, що вона володіє хорошим функціоналом та має приємну вартість. По реалізованих функціях її можна прирівняти до потужних промислових контролерів. також вказана платформа має зручну реалізацію мови програмування та є легкою в освоєнні, водночас дозволяючи створювати автоматизовані системи складного рівня.

Єдиним недоліком такої системи, на нашу думку, є необхідність встановлення додаткових модулів для можливості зв'язку та передачі даних через мобільні або інтернет мережі. Також до недоліку слід віднести неможливість роботи в екстремальних умовах. Оскільки система буде працювати в житлових приміщеннях, критично екстермальних умов в них не буде, тому останнім недоліком можна знехтувати.

Дана плата має такий конструктивний форм фактор, який надає змогу створювати реалізації різних контролюючих інформаційних систем в досить малих по розмірах корпусах, що також має суттєву перевагу. До речі, слід відмітити, що незмінність розмірів плати незалежно від типу системи

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

Arduino дозволяє уніфікувати вимоги для реакив виробників сторонніх елементів для підключення.

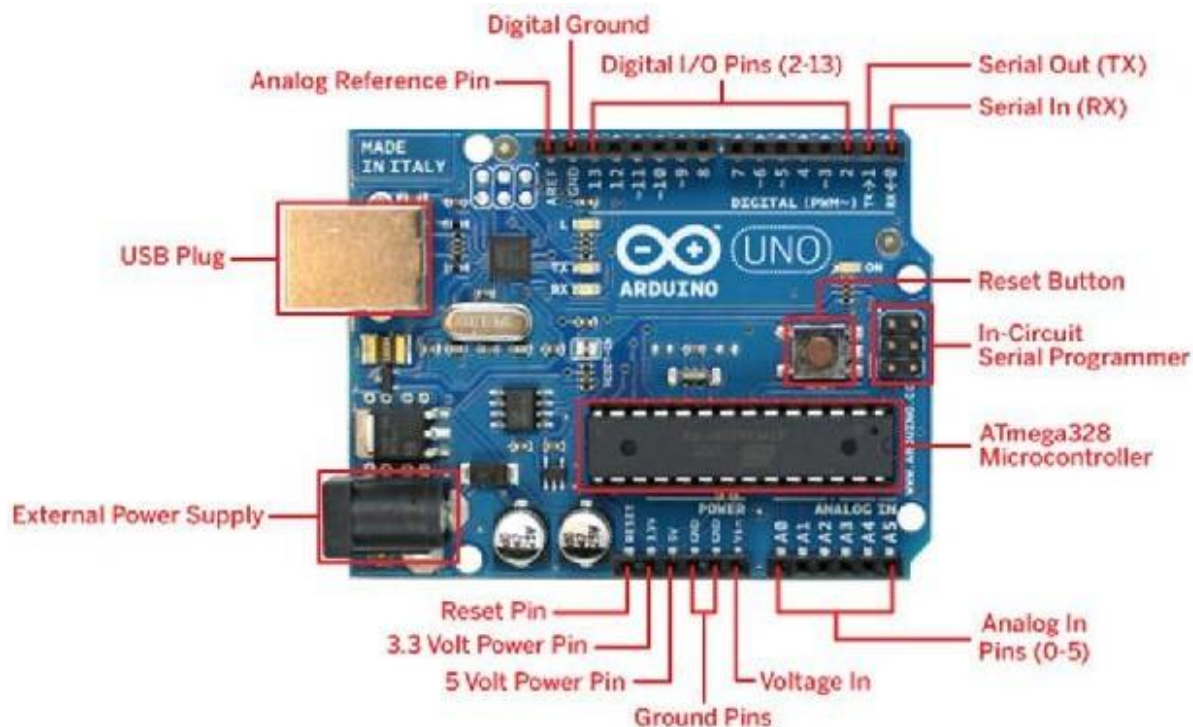


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд контролера ArduinoUno

Також суттєвою перевагою є виконання таких плат у вигляді модулів. Тобто виконання їх у модульному вигляді дозволяє легко інтегрувати такі платформи в інші систем, зв'язувати між собою кілька модулів за рахунок стандартних інтерфейсів.

Щодо програмування, то середовище розробки керуючих програм, а також синтаксис самого коду є подібним до C++, який на даний час вже став загально прийнятим та відомим у світі. Це дозволяє скоротити підготовку фахівців для створення програм та проектів.

Саме по собі Arduino представляє собою платформу для розробки електроніки з відкритим, зокрема, кодом. Ця платформа ґрунтується на легкому у освоєнні програмному забезпечення та легких у застосуванні апаратних засобах.

реалізаціях. Є в наявності гтові рішення для застосування кількох датчиків на одній лінії, якщо висока потреба в швидкодії відсутня (I2C, SPI, тощо). Це забезпечує можливість під'єднання практично усіх типів наявних в доступі датчиків.

Проте всі переваги діють на початковому етапі впровадження. При реалізації серйозних проектів саму платформу потрібно модифікувати додатковими модулями (так званими «шилдами»), які розширюють функціонал, проте знижують надійність системи в цілому. Проте використання таких шилдів, під'єднання, налаштування є дуже простим і не вимагає дуже великого фаху рисунку 2.3.

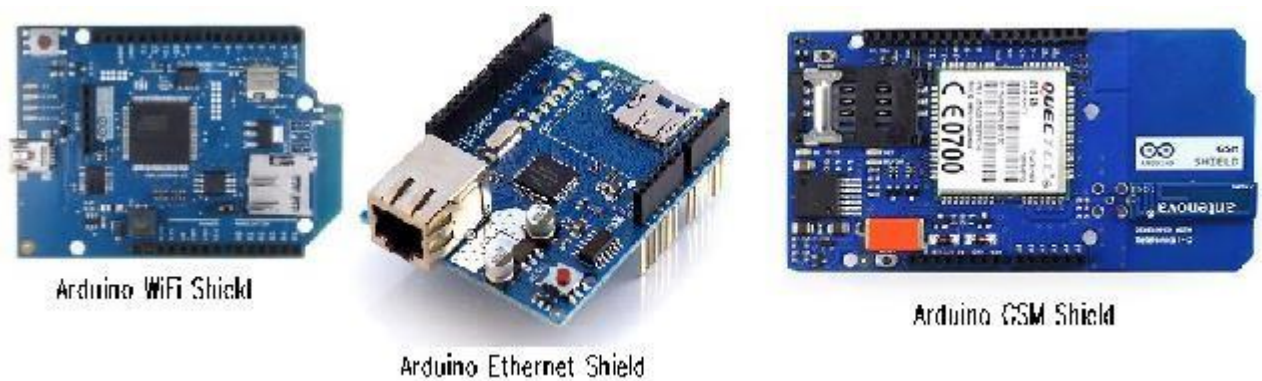


Рисунок 2.3 – Приклади модулів (шилдів) для платформи Arduino.

Сама платформа не конструювалася для певних конкретних елементів чи чіпів, оскільки виробники останніх намагаються отримати перевагу в купівлі свої продуктів. Вони частно роблять їх унікальними, додають певні специфічні реалізації та функції. Сама Arduino навпаки намагається бкти відкритою і без якихось складних специфік, що дозволяє легко переносити розробки на інші контролерні платформи. Власне кажучи, якщо проект реалізовано на Arduino, його можна перенести на будь-яку інакшу платформу.

Ще однією суттєвою перевагою є, звичайно ж низька вартість. Десь біля 150 грн за платформу це дуже мало. Низька вартість, особливо для

прогнозування, статистики, моделювання – краще використовувати Rasbery Pi[14].

Однією з класу невеликих програм є Raspberry Pi. Простими словами, Linux - комп'ютер з безпроводним інтернетом, який ви отримаєте підключивши бездротовий модуль. Платформа Ардуіно надає підтримку додаткам перефійних пристроїв, так званих шилдів, які теж дають можливість підключитись до інтернету, але з обмеженим доступом.

Працюючи з програмами для інтерфейсу, також рекомендують Ардуіно. На ринку є великий вибір плат різних версій, які здатні працювати з різними вихідними напругами, що полегшує підключення до пристроїв. Також важливим є те, що багато давачів здатні володіти цифровими інтерфейсами - I2C або SPI, які надають підтримку і без зусиль з ними спілкуються.

При використанні в реалізаціях, які вимагають автономного живлення внаслідок низького енергоспоживання найбільш доцільним є використання Ардуіно. Ця платформа, на відміну від Разбері, може працювати в широкому діапазоні напруги, що дозволяє використовувати широкий спектр батареї і схемотехнічних рішень.

Якщо з проект використовує додаток, в основі якого є графічний інтерфейс, то Рахберіє більш фефективним внаслідок наявності HDMI та можливості ПК.

Аналізуючи наше завдання та переваги і недоліки обох платформ в нашому випадку краще використовувати платформи контролерного класу.

2.3.2 ESP 8266

Не дивлячись на те, що Arduino та Rasbery мають купу суттєвих переваг у деяких випадках при наявності конкретних реалізацій є певні платформи, які набагато зручніше використовувати. В нашому випадку акцент ставиться на дистанційне управління та контроль параметрів

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроклімату з можливістю керування виконавчими механізмами. При цьому високі вимоги до надійності та роботи в екстремальних умовах не вимагаються. Тому доцільно також розглянути дешевші платформи, які володіють потрібним нам функціоналом (кількість входів, виходів) та наявністю вмонтованого модуля, який може передавати дані в інтернет без додаткових девайсів.

Такою платформою, на нашу думку, є ESP 8266[15].

Даний пристрій – це розробка компанії Espressif Systems. Це автономний контролер з вбудованим Wifi модулем, який практично без будь-яких додаткових налаштувань під'єднується до мережі Інтернет. В нашій реалізації такий модуль якраз найбільше підходить, оскільки має нижчу вартість при всіх таких самих перевагах в порівнянні з Arduino. Як базове середовище передачі даних – Wifi є самим оптимальним, оскільки в будь-якій будівлі, де необхідно контролювати параметри мікрокліма є безпроводний інтернет. Таке виконання системи забезпечує її впровадження без потреби встановлення додаткових кабелів, коробів, свердління стін, перестановки меблів, тощо. Тобто процес провадження дистанційного контролю та самої інформаційної системи значно спрощується, так ще й вартість набагато нижча.

Платформа ESP 8266 має встроений роз'єм USB, що полегшує налаштування, під'єднання до ПК, тощо.

Також платформа містить процесор, розрядністю 32 біти на основі SRAM Tensilica серії L106 Diamond. Це робить систему швидкою відносно поставлених задач.

Наявна пам'ять 36 кілобайт, чого для великих проектів явно мало, проте для наших задач цього цілком достатньо, адже платформа повинна знати покази мікроклімату з давачів, виробити керуючий вплив по нескладній логіці та передати значення давачів у хмарний сервіс. Тому об'єму пам'яті цілком достатньо.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СУдн-84П.151.08.ПЗ				32

3 ВИБІР МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Апаратна реалізація системи

При реалізації власної системи віддаленого контролю можна використовувати будь-яку мову програмування високого рівня в поєднанні з додатковим програмним забезпеченням для реалізації певного контенту та функціоналу. Проте така реалізація вимагає від розробника високої кваліфікації та глибокого знання методів реалізації передачі даних, створення інтерфейсів та мобільних додатків. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій, звичайно ж вигідніше використовувати вже створені програмні реалізації дистанційного керування, які дозволяють легко створити на налаштувати клієнт серверну архітектуру зі зворотнім зв'язком та оптимізацією.

У нашому випадку для реалізації системи використаємо наступні елементи:

Апаратні модулі:

- ESP8266 NodeMcu;
- DHT-22;
- LCD 1602-I2C;
- MQ-135;
- Реле.

Давач вологості і температури DHT22[18], [19].

Він використовує таку техніку збору цифрових сигналів і технологію зондування вологи, яка дозволяє забезпечити надійність і стабільність інформації. Його чутливі елементи з'єднані з 8-бітним одночиповим комп'ютером. Кожен датчик цієї моделі є відкалібрований у точній камері калібрування, а калібрувальний коефіцієнт зберігається в типі програми в ОТР-пам'яті, коли датчик виявляє, він буде цитувати коефіцієнт з пам'яті.

									Лист
									36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СУдн-84П.151.08.ПЗ				

Малий розмір, низьке споживання і довга відстань передачі (20 м) робить DHT22 підходящим для всіх видів різких випадків застосування. Найважливіші характеристики вказані у технічній специфікації DHT22 на таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна специфікація DHT22

Модель	DHT22
Живлення	3.3 – 5 V DC
Вихідний сигнал	По шині One-wire
Вимірювальний елемент	Полімерний конденсатор
Допустимі межі	Вологість: 0 – 100%; Температура: -40 – 80 °C
Чутливість	Вологість: 0,1 %; Температура: 0,1 °C
Похибка	Вологість: ±1 %; Температура: ±0,2 °C
Мінімальний період вимірювання	2 секунди



Рисунок 3.1 – Давач вологості і температури DHT22.

Управляючі механізми будуть з'єднані наступним чином до входів ESP 8266:

- D0 – Кондиціонер;
- D1- D2 - lcd1602_i2c;
- D3 – DHT22;

- D4 – Котел;
- D5 – Зволожувач;
- D6 – Осушувач;
- D7 – Вентилятор;
- A0 - Давач CO₂;

Схема з'єднань приведена на рисунку 3.2.

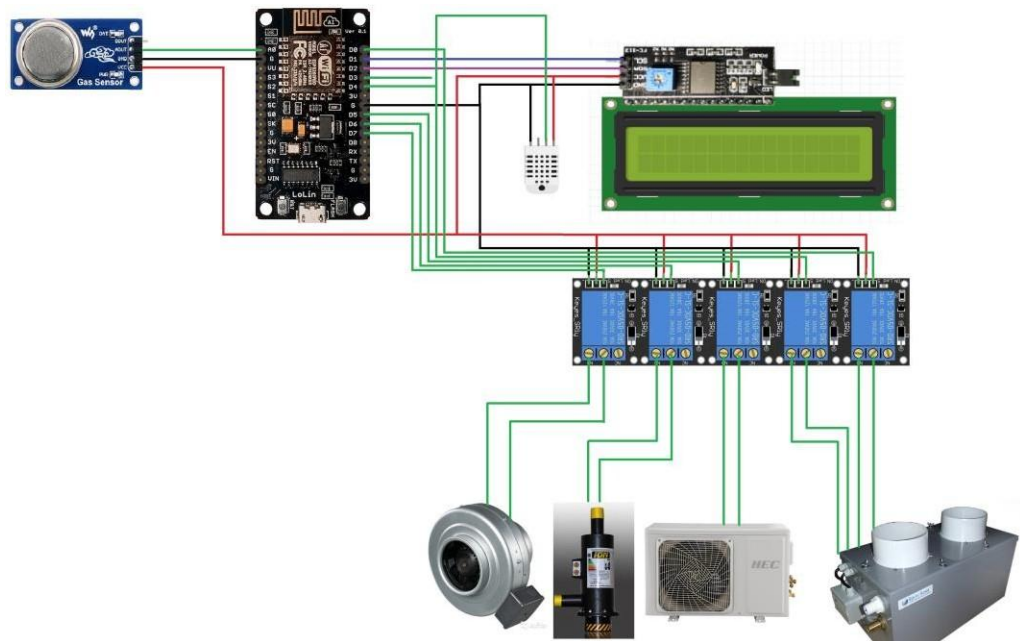


Рисунок 3.2 – Схема з'єднань апаратної частини інформаційної системи

3.2 Алгоритм роботи інформаційної системи

Для реалізації інформаційної системи віддаленого контролю та керування параметрами мікроклімату приміщень необхідно визначитися з основними показниками, які будуть підтримуватися та розглянути алгоритм роботи.

Отже, виходячи з інформації, сказаної вище для забезпечення комфортності людини температура повинна бути в межах $>18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зимовий час та в межах $<27\text{ }^{\circ}\text{C}$ в літній час. При температурі нижче 18 система при роботі в автоматичному режимі повинна увімкнути паливний котел, який

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

алгебра, зіставлення, перемикачі, мотори, годинники реального часу, дисплеї, рядки, інфрачервоне керування, масиви, структури, датчики, конвертація типів, мікросхеми розширень, опереції з бітами, комунікації.

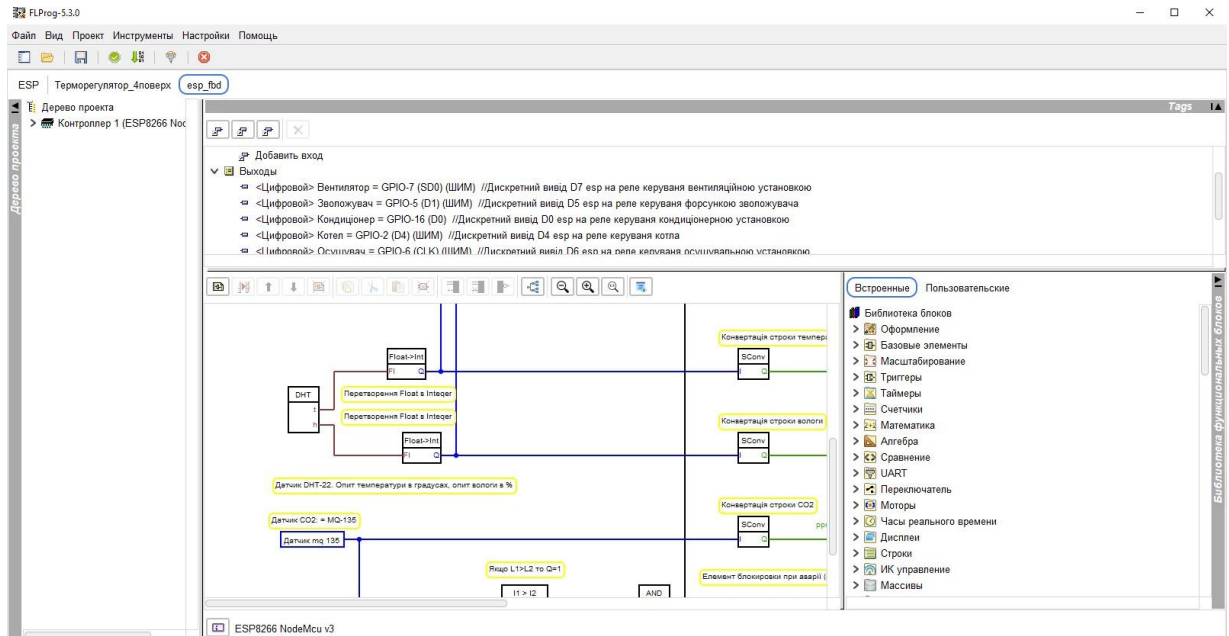


Рисунок 3.3 – Вид програми

Блоки оформлення використовуються для оформлення самого проекту, тобто оформлення робочої області програмування. До базових елементів відносяться елемент OR, елемент AND, елемент XOR.

Елемент OR це логічна операція АБО

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Елемент AND це логічна операція І

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Елемент XOR це логічна операція виключне АБО

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Блок масштабування використовує блок scale. Цей блок призначений для масштабування вхідних значень і виводити від масштабовані значення.

Блок тригери використовує тригер SR, тригер ТТ, тригер Rtrig, тригер RS[23].

Елемент SR тригер

S	R	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	1

Елемент ТТ тригер

S	Q
0	0
1	1
1	0

Елемент Rtrig тригер

R	Q
0	0
1	1
1	1

Будова і принцип роботи датчика загазованості MQ135. Електронна схема датчика зображена на рисунку 3.4.

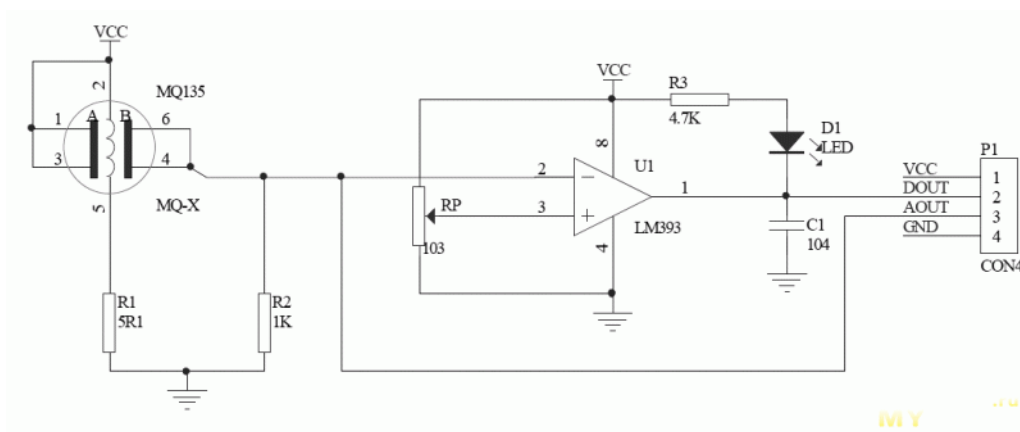


Рисунок 3.4 – Схема датчика MQ135

порівняння подається логічна одиниця і одиниця на другий ввід від датчика вуглекислого газу.

На останньому четвертому блоці порівняння в конфігураторі ставим умову $L1 > L2$, далі $L1$ під'єднуємо до блоку перетворення на вивід температури а на $L2$ ставим константу 27. Тобто якщо на $L1$ буде більше 27 градусів то на виводі Q з'явиться логічна одиниця. Ця одиниця попади на блок ANA, блок має два вводи і один вивід. При подачі на блок дві одиниці на виході Q з'явиться одиниця, якщо на однім із виводів буде логічний нуль то на виводі Q буде нуль. Кондиціонер включиться лише в тому випадку коли на ввід вивода блока порівняння подається логічна одиниця і одиниця на другий ввід від датчика вуглекислого газу.

Отже ми зробили конфігурацію для датчика і вич\ставили умови включення для регістрів виводу значення Bool. Далі до вивода датчика загазованості під'єднуємо елемент порівняння. В елементі порівняння в його конфігураціях виставляємо умову $L1 > L2$, $L1$ під'єднуємо до датчика загазованості а $L2$ ставим константу 800. Тобто при перевищенні константи 800 на виводі Q буде логічна одиниця ця одиниця інвертується елементом AND і подається на чотири вищесказаних елементи AND. Ці вищесказані елементи призначені для блокування виконавчих механізмів при перевищенні вуглекислого газу. Порівняно з блокуванням елемент AND вмикає витяжку.

Для відображення даних на LCD дисплеї створюємо макроси. В першому макросі компонента дисплея вибираємо номер дисплея, вказуємо адрес дисплея в мережі I2C, потім ставимо константу «AVARIYA» і ставим стовбець і рядок для відображення константи. Потім після конфігурування макроса ставим елемент AND.

На одному вході елемента AND ставим інверсію для забезпечення при вмиканні датчика загазованості. Тобто коли спрацьовує датчик вологості то запускається генератор який мигає константою «AVARIYA». В другому макросі компонента дисплея вибираємо номер дисплея, вказуємо адрес

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Виводимо масив для створення слова виводу на перший стовбець другого рядка «ЗАГАЗОВАНІСТЬ» генератор масивів:

СИМВОЛ «З» (0b01110, 0b10001, 0b00001, 0b01110, 0b00010, 0b00001, 0b10001, 0b01110).

СИМВОЛ «А» (0b00100, 0b01010, 0b10001, 0b10001, 0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b10001).

СИМВОЛ «Г» (0b11111, 0b10001, 0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b10000).

СИМВОЛ «А» (0b00100, 0b01010, 0b10001, 0b10001, 0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b10001).

СИМВОЛ «З» (0b01110, 0b10001, 0b00001, 0b01110, 0b00010, 0b00001, 0b10001, 0b01110).

СИМВОЛ «О» (0b01110, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b01110);

СИМВОЛ «В» (0b11110, 0b10001, 0b10001, 0b11110, 0b10010, 0b10001, 0b10001, 0b11110);

СИМВОЛ «А» (0b00100, 0b01010, 0b10001, 0b10001, 0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b10001).

СИМВОЛ «Н» (0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001).

СИМВОЛ «І» (0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100).

СИМВОЛ «С» (0b01110, 0b10001, 0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b10001, 0b01110).

СИМВОЛ «Т» (0b11111, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100, 0b00100);

СИМВОЛ «Ь» (0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b10000, 0b11110, 0b10001, 0b10001, 0b11110);

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

4. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. MQTT. Загальна характеристика

Для використання засобів дистанційного контролю в роботі планується використати протокол MQTT, який дозволяє реалізувати систему дистанційного керування та контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях. Оскільки дана система знаходиться в будівлі, а вказаний протокол використовує хмарні сервіси, то отримати доступ до надих об'єкту можна отримати з будь-якої точки земної кулі, де є наявний інтернет[27].

Стрімкий розвиток Інтернету речей призвело до появи безлічі прикладних протоколів, необхідних для його реалізації. Питаннями стандартизації та практичного впровадження цих протоколів займаються міжнародні організації (ITU-T, IEEE, ETSI, OASIS), неурядові асоціації (oneM2M), альянси виробників і операторів (IERC, ISO / IEC), партнерські проекти (IoT-A). Незважаючи на невелику кількість зацікавлених сторін, зусилля, що робляться в основному носять локальний, роз'єднаний характер і спрямовані на вирішення досить вузьких завдань.

Становлення Інтернету речей значно розширює можливості збору, аналізу і розподілу даних, які для людини перетворюються в інформацію, знання і використовуються для вирішення специфічних завдань. Існує безліч реалізацій мереж Інтернету речей - системи контролю і спостереження на виробничих об'єктах, в приватних будинках, а також в різних інших сферах життя, наприклад в охороні здоров'я. Те, чим буде Інтернет речей для конкретної організації або сфери, безпосередньо залежить від поставлених цілей і завдань.

Архітектура Інтернету речей передбачає наявність таких функціональних рівнів: мережа датчиків, шлюз, управління, додаток. Оскільки нижній рівень складається з датчиків і сенсорів, то відразу ж виникає необхідність в "особливих" протоколах для забезпечення взаємодії

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

цих пристроїв один з одним і верхніми рівнями. Стандартні прикладні протоколи не підходять через їх непристосованість до умов мережі Інтернету речей. Датчик, зазвичай мініатюрний, з невеликою пам'яттю, вимірює фізичні параметри в режимі реального часу, найчастіше в умовах низького енергозабезпечення. Результати вимірювань обробляються сенсорним вузлом і передаються на сервер. Обсяг інформації, що формується одним сенсорним вузлом, порівняно невеликий, проте більшість сервісів Інтернету речей побудовано на принципі обробки інформації від безлічі вузлів, що принципово відрізняється від архітектур, прийнятих в класичних мережах, типу абонент - вузол зв'язку для телефонії, клієнт-сервер для передачі даних .

Таким чином, ми стикаємося з новою архітектурою: багато джерел - багато одержувачів, крім того, обсяг трафіку від сенсорного вузла може бути як дуже маленьким, так і дуже великим. Звичні прикладні протоколи не розраховані на подібне використання.

Для мереж, що використовують обладнання різних платформ і допускають застосування простого протоколу передачі повідомлень, можна використовувати STOMP[29].

STOMP – Simple (или Streaming) Text Oriented Message Protocol – простий протокол обміну повідомленнями, що передбачає широку взаємодію з багатьма мовами, платформами і брокерами. Даний протокол підходить під шаблон "видавець-передплатник" і за допомогою повідомлень SEND, SUBSCRIBE, UNSUBSCRIBE, BEGIN, COMMIT, ABORT, ACK, NACK, DISCONNECT організовує зв'язок з брокером за методом "запит-відповідь"

Протокол в цілому схожий на HTTP, використовує транспорт TCP, є простим текстовим протоколом, що дозволяє клієнтам STOMP спілкуватися з будь-яким брокером повідомлень, що підтримує даний протокол. Таким чином, це спосіб взаємодії, розроблений для обміну повідомленнями між платформою, описуваної на одній мові програмування, і клієнтом, програмне забезпечення якого розроблено на іншій мові. Підтримує велику кількість сумісних клієнтських бібліотек, пов'язаних мов.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						51

Протокол MQTT (Message Queue Telemetry Transport) - як очевидно з назви, призначений для телеметрії і дистанційного моніторингу.

Використовується для обміну сполучення між пристроями за принципом "видавець-передплатник", дає їм змогу надсилати і отримувати дані при виникненні певної події. MQTT - бінарний протокол обміну повідомленнями, що має на увазі публікацію / підписку, що працює з використанням стеку протоколів TCP/IP. Спрощена схема, що ілюструє обмін повідомленнями MQTT. Протокол використовує чотирнадцять повідомлень, які передбачають запит-відповідь: CONNECT, CONNACK, PUBLISH, PUBACK, PUBREC, PUBREL, PUBCOMP, SUBSCRIBE, SUBACK, UNSUBSCRIBE, UNSUBACK, PINGREQ, PINGRESP, DISCONNECT. Згідно зі специфікацією за допомогою перерахованих повідомлень можливо контролювати такий параметр, як QoS, - в даному випадку під цим мається на увазі контроль рівня обслуговування повідомлень за допомогою трьох класів QoS.

Протокол MQTT - Message Queuing Telemetry Transport - протокол для передачі послідовності повідомлень з телеметричними даними, тобто інформації від датчиків температури, вологості, освітленості і ін.

MQTT був запропонований в 1999 р. Енді Стандфордом-Кларком як протокол, який би слугував для передачі даних про стан нафтопроводу і газопроводу в реальному часі. Розробка велася компанією IBM для нового трубопроводу найбільшої американської нафтової компанії ConocoPhillips. В рамках створення диспетчерської системи управління та збору даних (SCADA) необхідно було забезпечити гарантований збір всілякої інформації: стан насосів, температура підшипників, швидкість потоків, стан клапанів, рівні в баках і т.д. При цьому необхідно було врахувати дорожнечу каналів зв'язку і вузьку смугу пропускання. Жоден з існуючих протоколів не підходив під ці завдання, таким чином, сформувалися вимоги до нового протоколу: якість обслуговування, двосторонній зв'язок, ефективне використання смуги пропускання.

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- синхронізація - операції на обох сторонах не повинні припинятися протягом публікації або отримання інформації.



Рисунок 4.1 – Рівні протоколів у моделі OSI

Видавець і підписник не передають один одному повідомлення безпосередньо, не встановлюють прямий контакт, можуть не знати про існування один одного. Координує і керує передачею повідомлень від видавця до підписника і від підписника до видавця брокер (Broker). Розпаралелювання операцій на брокера є другою важливою особливістю принципу взаємодії "видавець-передплатник".

MQTT-клієнт - це пристрій, оснащений мікроконтролером, що підтримує стек TCP / IP. Клієнтські бібліотеки MQTT доступні для великого числа мов програмування, наприклад Android, Arduino, C, C ++, C #, Go, iOS, Java, JavaScript, NET[30].

Брокер є основним елементом системи "видавець-передплатник". Він відповідає за прийом всіх повідомлень, прийняття рішення про те, кому цікаві ці повідомлення, і, в кінцевому підсумку, за пересилку повідомлень всім клієнтам-передплатникам.

Серед серверних реалізацій брокера можна виділити IBM WebSphere MQ; відкрите ПЗ Mosquitto; рішення, засноване на хмарному сервісі Eurotech Everywhere Device Cloud; легко масштабується і високопродуктивний відкритий сервер emqttd, остання версія (0.17) дозволяє обслуговувати 1,3 мільйона з'єднань; брокер HiveMQ, що забезпечує корпоративну безпеку і максимальну масштабованість.

Для розробки макету ми обрали брокер Mosquitto через те що він перебуває у відкритому доступі і має хорошу документацію. Хоч його конкурент HiveMQ має кращі налаштування що дозволять простіше масштабувати нашу систему, проте цей брокер є комерційним і перебуває у закритому доступі.

Даний розділ, зазначимо, що для забезпечення роботи брокера в мережі Інтернету речей можливе використання обох протоколів: MQTT і STOMP. Необхідно тільки уточнити, що протокол MQTT забезпечує "наскрізний" зв'язок, як від брокера до сенсорних вузлів, так і від брокера до сервера, тоді як протокол STOMP орієнтований тільки на взаємодію брокера з сервером.

Типи повідомлення в MQTT

Обмін повідомленнями в протоколі MQTT здійснюється між клієнтом (client), який може бути видавцем або підписником (publisher / subscriber) повідомлень, і брокером (broker) повідомлень на рисунку 4.2.

Видавець відправляє дані на MQTT брокер, вказуючи в повідомленні певну тему, топик (topic). Підписники можуть отримувати різні дані від безлічі видавців залежно від підписки на відповідні топіки[30].

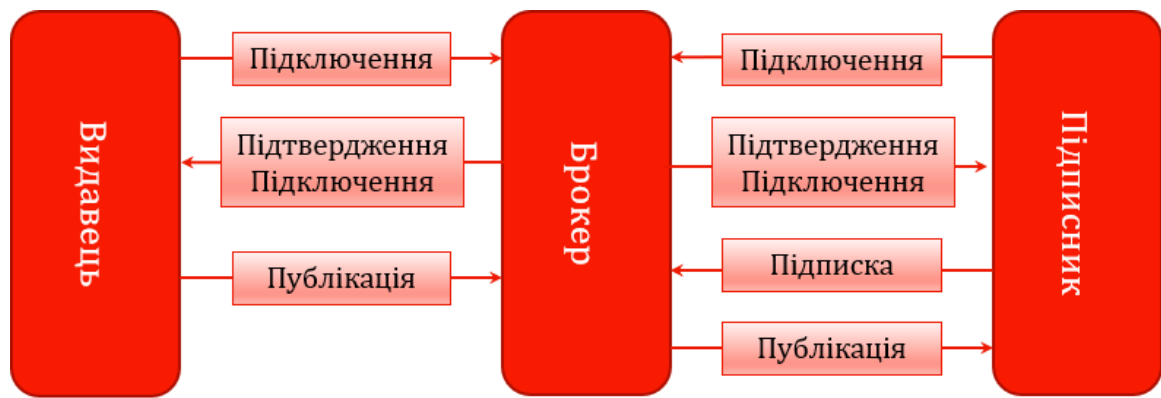


Рисунок 4.2 – Обмін повідомленнями брокера з клієнтами

MQTT повідомлення складається з декількох частин:

- Фіксований заголовок (у всіх повідомленнях).
- Змінний заголовок (присутній тільки в певних повідомленнях).
- Дані, «навантаження» (присутній тільки в певних повідомленнях).

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Byte 1	Message type				DUP	QoS	QoS	Retain
Byte 2	Remaining Length							

Рисунок 4.3 – Структура фіксованого заголовку

Message Type - це тип повідомлення, наприклад: CONNECT, SUBSCRIBE, PUBLISH і інші.

Remaining Length – представляє длину текущего сообщения (переменный заголовок + данные), может занимать от 1 до 4 байта.

Спеціальний прапорець DUP. DUPLICATE - дублювання повідомлення. Цей прапор вказує одержувачу, що отримане їм повідомлення передається повторно і, можливо, вже було отримано ним раніше. Цей прапор грає

важливу роль при передачі інформації по ненадійних каналах, де можлива втрата сигналу. При встановленому прапорі змінний заголовок повинен містити Message ID (ідентифікатор повідомлення).

RETAIN - при публікації даних з встановленим прапорцем retain, брокер збереже його. При наступній підписці на цей топик брокер негайно відправить повідомлення з цим прапорцем. Використовується тільки в повідомленнях з типом PUBLISH.

Змінний заголовок міститься лише в деяких повідомленнях на рисунку 4.4. У ньому містяться такі дані:

Packet identifier - ідентифікатор пакета, присутній у всіх типах повідомлень, крім: CONNECT, CONNACK, PUBLISH (з QoS <1), PINGREQ, PINGRESP, DISCONNECT[30].

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Byte 8	User name	Password	Will Retain	Will QoS		Will Flag	Clean Session	Reserved

Рисунок 4.4 – Структура змінного заголовку

Protocol name - назва протоколу (тільки в повідомленнях типу CONNECT).

Protocol version - версія протоколу (тільки в повідомленнях типу CONNECT).

Connect flags - прапорці вказують на поведінку клієнта при підключенні:

- User name - при наявності цього прапорця в «навантаження» має бути вказано ім'я користувача (використовується для аутентифікації клієнта).

- Password - при наявності цього прапорця в «навантаження» повинен бути вказаний пароль (використовується для аутентифікації клієнта).

згідно переваг господаря. Сумісні освітлення кімнати і аудіо система можуть також приєднатися[33].

Це бачення захоплює все більше суспільство. Сьогодні більшість людей розглядає один пристрій, говорить аналітик Майкл Вольф з NextMarket. Люди можуть купити термостат для своїх задач, або мережеве відкривання дверей гаража, тому що їх стара система зламалася, але вони ще не думають про обладнання для всього будинку.

Для тих, хто про це думає, вже є способи зв'язати пристрої разом. Багато виробників пропонують концентратори, щоб заставити власні домашні пристрої працювати разом, а деякі відкрили ці системи. Samsung має SmartThings, Belkin має WeMo, такі роздрібні мережі, як Lowe's і Staples мають свої власні платформи, і фахівці з розумного будинку фірми Insteon мають ряд хабів і пристроїв, щоб запропонувати деякі з них.

Такі провайдери широкопasmового доступу, як AT&T і Comcast, також пропонують окремі товари і переконують, що вони працюють разом. Ці системи можуть стартувати з забезпечення домашньої безпеки і розширитися, щоб включити такі речі, як освітлення і клімат-контроль.

Але, маючи постачальника або провайдера, вирішити, які продукти можуть зрозуміти один одного, не буде можливим в довгостроковій перспективі. Хоча деякі нові платформи призначені для забезпечення більш широкого вибору продуктів, які споживачі можуть легко додати.

Ось тут приходять такі нові слівця, як AllJoyn, OIC, Brillo, Weave, Thread і HomeKit. Але є дві речі, які варто тримати в голові.

По-перше, найкраще думати про домашній IoT в термінах рівнів. Більшість споживачів стикаються з залученням тільки двох рівнів: мережевого і додатків. Перший визначає, як пакети даних передаються через проводи або в повітрі, в той час як другий визначає, як саме пристрої розуміють один одного і як передають один одному, що робити. Два продукти, щоб працювати разом, повинні говорити на одній мові на обох цих

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

HomeKit: Цей програмний фреймворк розроблений Apple і призначений, щоб дозволити користувачам управляти побутовими пристроями безпосередньо з iPhone через Bluetooth або Wi-Fi.

Він також може зв'язатися з Apple TV для доступу, коли ваш iPhone поза будинком. Інші розумні домашні платформи можуть з'єднатися з HomeKit через такі системи як Insteon Smart Hub Pro. Apple контролює екосистему HomeKit і стверджує, що й інші продукти можуть використовувати її[35].

Brillo і Weave: Ці два програмні компоненти були відповіддю компанії Google на HomeKit.

Brillo є енергоефективною операційною системою IoT, заснованою на Android, а Weave дещо схожий на AllJoyn і OIC, що дозволяє пристроям ідентифікувати кожен з них та їх параметри. Weave може працювати з іншими ОС, не лише з Brillo, і може використовувати принаймні три різних мережевих протоколи: Wi-Fi, Bluetooth Low Energy і Thread, систему, яку створила сестра компанії Nest.

ZigBee: Працює вже деякий час і тому вбудований в багато продуктів. Стандарти ZigBee для всіх типів пристроїв, як для дому, так і для підприємств, нещодавно об'єдналися в специфікації ZigBee 3.0. ZigBee і Z-Wave сьогодні є лідером на ринку, тому що він є рішеннями повного стеку, що може забезпечити роботу пристроїв разом, хоча вони вимагають концентраторів, говорить аналітик Tom Kerber з Parks Associates[36].

Альянс ZigBee стверджує, що можуть бути побудовані мости між його платформою та AllJoyn або OIC. Він також заявляє про можливу інтеграцію з Thread, яка буде виступати як базова мережа.

Z-Wave: Ця технологія, що ліцензована розробником чіпів Sigma Designs, вже має велику кількість продуктів. Це теж повний стек, але Z-Wave Альянс розглядає шлях інтеграції Z-Wave з іншими такими платформами, як AllJoyn і OIC[37].

Перспективне планування охоплює найбільш важливі, трудомісткі й довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану має бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат із зазначенням джерел фінансування. Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства (на 3—5 років) щодо покращення стану охорони праці.

Поточне планування здійснюється у межах календарного року шляхом розроблення та включення відповідних заходів до розділу "Охорона праці" колективного договору.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці у структурних підрозділах і на підприємстві в цілому або перевірок органів державного нагляду. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються у наказі роботодавця.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому. Оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків зазначаються безпосередньо у наказі власника підприємства, який видається за підсумками контролю, або у плані заходів, як додатку до наказу.

Функція СУОП щодо організації та координації робіт передбачає формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу, визначення обов'язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, що приймають участь в процесі управління, а також прийняття та реалізацію управлінських рішень.

Контроль за станом охорони праці. Дійове управління охороною праці можна здійснювати тільки при наявності повної, своєчасної і вірогідної інформації про стан охорони праці. Одержати таку інформацію, виявити

					СУдн-84П.151.08.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

- Порядок розробки і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, чинних на підприємстві;
- Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (Наказ Держгірпромнагляду від 24.03.2008 року № 53);
- Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці (Постанова Кабінету Міністрів України N 442 від 01.09.1992 року);
- Типове положення про комісію з питань охорони праці;
- Типове положення «Про кабінет охорони праці» [44].

Стимулювання діяльності з охорони праці спрямовано на створення зацікавленості працівників у забезпеченні здорових та безпечних умов праці. Стимулювання передбачає як моральні, та матеріальні заохочення, так і покарання за невиконання покладених на конкретну особу зобов'язань стосовно безпеки праці або порушення вимог щодо охорони праці. До числа останніх належать: премії, винагороди за виконану конкретну роботу, винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці. Джерелом стимулювання діяльності з охорони праці є фонди охорони праці.

					<i>СУдн-84П.151.08.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У роботі розроблено автоматизовану систему дистанційного контролю параметрів мікроклімату житлових приміщень на базі апаратної платформи ESP 8266. Передачу даних та дистанційне керування реалізовано з допомогою сучасного протоколу для інтернет-речей MQTT з використанням брокера Mosquitto.

Досліджено апаратні платформи та їх можливості для реалізації віддаленого клімат-контролю. Обрано оптимальну апаратну платформу для реалізації системи.

Реалізації програмної частини з використанням MQTT дала можливість оптимально розробити мобільний додаток для дистанційного керування та записувати отримані параметри мікроклімату в хмару з метою подальшого аналізу.

Розроблена система володіє необхідною стабільністю в роботі та зниженою вартістю порівняно з аналогами, що для житлових приміщень є достатнім.

Проведення даної розробки дозволить дистанційно слідкувати та керувати параметрами мікроклімату в приміщенні як в ручному так і в автоматичному режимі.

Розроблена система є гнучкою, може бути легко розширена та володіє універсальністю з точки зору під'єднання до інтегрованих систем IoT.

										Лист
										69
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СУдн-84П.151.08.ПЗ					

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

9. Моніторинг і керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища [Текст] : навч.пос./ С.В. Сукач, дис. на здобуття наукового ступеня д-р. техн. наук; НАУ.- Київ, 2017, 311 с.
10. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату виробничого приміщення [Текст] : навч.пос./ О.В. Строкань // // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100. - Режим доступу: [29http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2018_5_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2018_5_25).
11. Види мікроклімату і його вплив на здоров'я людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/81180/bzhd/vidi_mikroklimatu_vpliv_zdorovya_lyudini
12. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:[http://oprb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-param etriv-mikroklimatu](http://oprb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-param-etriv-mikroklimatu)
13. Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast, EPBD). (Директива 2010/31/ЄС з енергоефективності будівель (нова актуалізована редакція Директиви 2002/91/ЄС).
14. Energy Saving Ordinance EnEV 2009 (Постанова з економії енергії EnEV 2009).
15. Національний стандарт України. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT) / ДСТУ Б EN 15251:2011. – Київ, 2019. – 71 с.
16. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень [Текст]: навч.пос./ А. І. Купін, І. О. Музика, Д. І. Кузнецов. – Запоріжжя, 2019. – 177 с.
17. МСН 4.02-01:(проект) Межгосударственные строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование (Міждержавні будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування).

										Лист
										70
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

18. Інформаційні системи і технології [Текст]: навч.пос./ М.М. Бенько. – Київ, 2020. – 325с.
19. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. Редакція від 17.11.2006 р.
20. Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/science/1752-arduino-a-simple-but-not-too-simple> – Дата доступу: 14.08.19 Назва з екрана.
21. Mac OS, Linux и Windows [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://suhorukov.com/news_akademy/sravnenie-operacionnyh-sistem-mac-os-linux-i-windows – Назва з екрана.
22. Платформа Rasbery Pi [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.securitylab.ru/analytics/491458.php> – Дата доступу: 15.08.19 Назва з екрана.
23. Модуль ESP 8266 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – 15.08.19 Назва з екрана.
24. Класифікація промислових контролерів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.rbc.ua/ukr/digests/promyshlennye-kontrollery-i-ih-klassifikatsiya-07102013154200> – Дата доступу: 15.08.19 Назва з екрана.
25. Пристрої [Електронний ресурс]. – ATAGO – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atago.net/хах> – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.
26. Давач температури [Електронний ресурс]. – Давач температури – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 16.09.19 Назва з екрана.
27. Overview of temperatur sensors [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ni.com/ru-ru/innovations/white-papers/06/overview-of-temperature-sensors.html> – Дата доступу: 11.09.19 Назва з екрана.
28. Temperature Sensors [Електронний ресурс]. – Temperature Sensors – Режим доступу до ресурсу: https://www.electronics-tutorials.ws/io/io_3.html – Дата доступу: 01.09.19 Назва з екрана.

