

Міністерство освіти і науки України
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
 Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(назва факультету)
 Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Інформаційна система для дистанційного контролю
мікроклімату житлових приміщень

Виконав: студент (ка) V курсу, групи САМ-61

спеціальності (напряму підготовки) _____

124 «Системний аналіз»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Петрук А.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Щербак Л.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____

(підпис)

Мацюк О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Інформаційна система для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень // Дипломна робота ОР «Магістр» // Петрук Анжела Володимирівна // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група САМ-61 // Тернопіль, 2019 // С. – 110, рис. – 29, табл. – 11, додат. – 3, бібл. – 50.

Ключові слова: КОНТРОЛЕР, ДИСТАНЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ, МІКРОКЛІМАТ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА.

Дипломна робота присвячена методам й засобам автоматичного регулювання параметрів повітряного середовища в житлових приміщеннях. Запропоновано рішення щодо автоматизації керування параметрами клімату, що підлягають контролю в обслуговуючому 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.

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

В першій частині роботи було розглянуто методи реалізації автоматизованого управління в системах контролю мікроклімату.

В другій частині роботи було описано характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини.

В третій частині розглядаються основні вибори обладнання для реалізації інформаційної системи.

Четверта частина описує загальні характеристики протоколу MQTT.

Об'єкт дослідження: інформаційна система мікроклімату житлових приміщень.

Предмет дослідження: автоматизована система на базі апаратної платформи ESP 8266.

Метою роботи є дослідження апаратної платформи та їх можливості для реалізації віддаленого клімат-контролю.

Основні результати: розроблено автоматизовану систему дистанційного контролю параметрів мікроклімату житлових приміщень на базі апаратної платформи ESP 8266. Проведення даної розробки дозволить дистанційно слідкувати та керувати параметрами мікроклімату в приміщенні як в ручному так і в автоматичному режимі.

ANNOTATION

Information system for remote control of living environment microclimate // Diploma thesis of Master's degree program // Petruk Anzhela Volodymyrivna // Ivan Pulyu Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science -61 // Ternopil, 2019 // S. -, fig. -, Table. -, add. -, bibl. -.

Keywords: CONTROLLER, REMOTE CONTROL, MICROCLIMATE, INFORMATION SYSTEM.

The diploma thesis is devoted to methods and means of automatic regulation of the parameters of the air environment in residential premises. A solution is proposed for the automation of climate control to be monitored in the service room.

The object of detailed study is the processes of climate support in the human environment. The technical documentation on the subject has been studied: general information; characteristics of the microclimate in living quarters, structural interaction of the climate management system with its main subsystems. The elements for the parameter management subsystems were also selected and calculated, and a functional automation scheme was developed. Controller software was written and a human-machine interface was created, which is an integral part of the SCADA system, which provides visualization of the climate control system in the office space.

The main objective of the thesis is to develop an information system for remote control of the microclimate parameters of residential premises with optimal reliability and low cost.

In the first part of the paper the methods of implementation of automated control in microclimate control systems were considered.

The second part of the paper describes the characteristics of microclimatic conditions for human comfort.

The third part discusses the main equipment choices for implementing the information system.

The fourth part describes the general characteristics of the MQTT protocol.

Object of study: information system of microclimate of premises.

Subject of study: automated system based on ESP 8266 hardware platform.

The purpose of the study is to investigate the hardware platform and their capabilities for implementing remote climate control.

Main results: An automated system for remote control of the microclimate of living quarters on the basis of ESP 8266 hardware platform was developed.

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)

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1 Методи реалізації автоматизованого управління в системах контролю мікроклімату	11
2 Аналіз апаратних платформ для реалізації інформаційної системи.....	19
2.1 Характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини.....	19
2.2. Постановка задачі для розробки інформаційної системи	25
2.3 Апаратні платформи для реалізації системи	30
2.3.1 Arduino.....	30
2.3.2 ESP 8266	37
2.3.3 Промислові контролери.....	40
2.4 Висновки до другого розділу	41
3 Вибір методів та обладнання для реалізації інформаційної системи	42
3.1 Апаратна реалізація системи	42
3.2 Алгоритм роботи інформаційної системи	44
3.3 Висновки до третього розділу.....	55
4 Спеціальна частина	56
4.1. MQTT. Загальна характеристика	56
4.2 Типи повідомлення в MQTT	61
4.3 Семантика топіків	66
4.4 Захист передачі даних.....	67
4.5 Якість обслуговування.....	68
4.6 Опис архітектури програмного забезпечення	70
4.5 Огляд тенденцій реалізації інтернет речей для розумних будинків.....	71
4.6 Висновки до четвертого розділу.....	77
5 Обґрунтування економічної ефективності	78
5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи	78
5.2 Розрахунок витрат на проведення НДР	80
5.3 Розрахунок матеріальних витрат	82

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію	84
5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	84
5.6 Обчислення накладних витрат	85
5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково- дослідницької роботи	86
5.8 Розрахунок ціни дослідження	87
5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	88
5.10 Висновки до п'ятого розділу	89
6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	91
6.1 Система управління охороною праці.	91
6.2 Вимоги до робочого середовища користувача ЕОМ: мікроклімат, освітлення, рівень шуму, електромагнітне випромінювання	94
6.3 Створення і функціонування системи моніторингу довкілля з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території	96
6.4 Організація цивільного захисту на об'єктах промисловості та виконання заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження	98
6.5 Висновки до шостого розділу	101
7 Екологія	102
7.1 Аналіз сучасних програмних продуктів для обробки великих масивів екологічної інформації	102
7.2 Статистичний аналіз екологічності виробництва	104
7.3 Висновки до сьомого розділу	106
Загальні висновки до дипломної роботи	107
Перелік посилань	108
Додатки	

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 огорожувальних 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.

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

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» втілює в 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

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 витокм газу або зіпсованої меблів через витік води. Також не залишиться непоміченим проникнення в будинок стороннього.

Система Розумний будинок постарается випровадити 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:

- 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

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

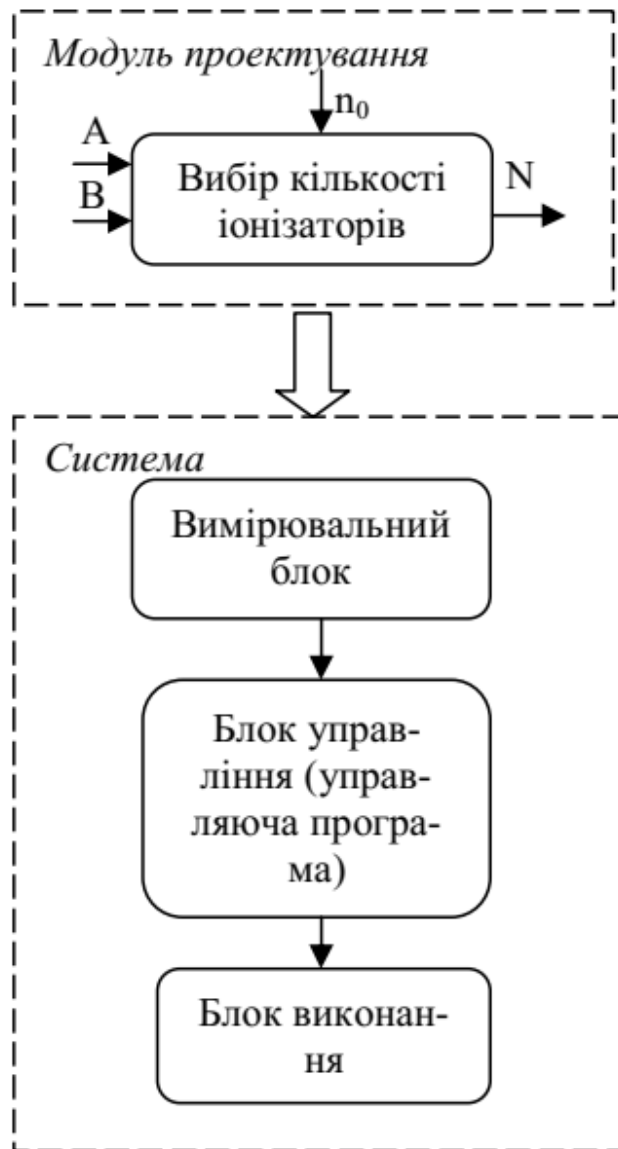


Рисунок 1.1 – Функціональна структура автоматичної системи контролю мікроклімату

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;

- 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.

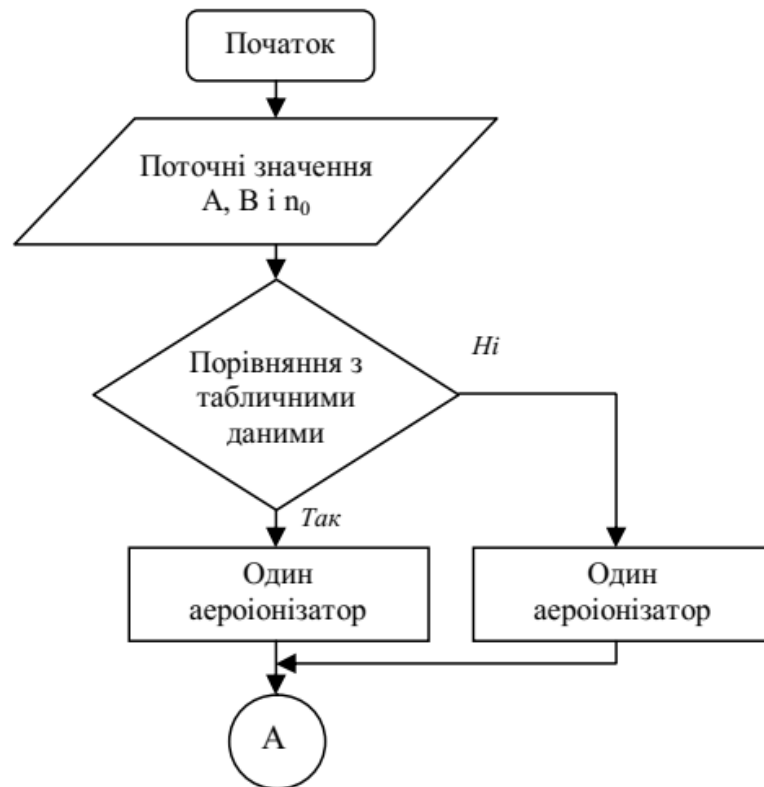


Рисунок 1.2. – Приклад реалізації алгоритму системи автоматизованого контролю визначення параметрів повітря.

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.

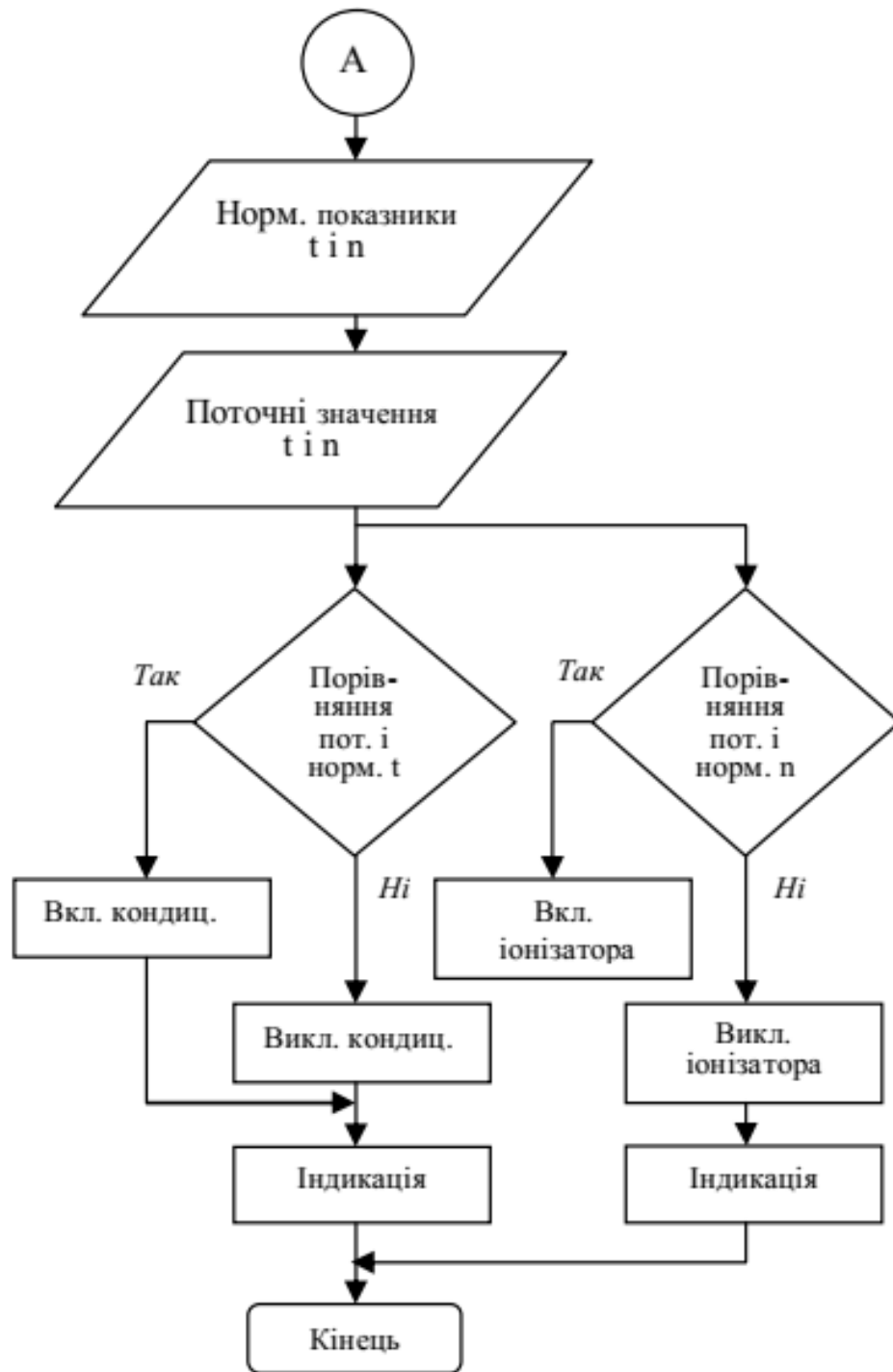


Рисунок 1.3 – Блок схема роботи системи автоматичного регулювання

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 невідомо 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

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 природного 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 автоматички 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 кімнатного клімату 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

обраному приміщенні. Проте не бажано забезпечувати різкий перепад параметрів між приміщеннями, а також раптові стрибки температур. Це вносить дискомфорт у роботу організму.

Усі параметри мікрокліматичних умов можна поділити на 2 типи:

- керовані або регульовані, тобто ті, що можливо забезпечити конструкцією будівлі (утеплення, тощо), нагрівальними пристроями, зволожувачами, осушувачами, кондиціонерами;

- некеровані, тобто ті, які існують незалежно від людини. До таких відносяться кліматичні умови та особливості даної місцевості.

Для забезпечення комфорту люди в основному застосовують системи вентилявання, опалення та кондиціювання. При цьому такі системи працюють ефективніше, якщо враховувати некеровані фактори.

При нормальних умовах температура тіла людини за рахунок механізмів терморегуляції підтримується на рівні 36,6 °С. Залежно від активності особи організмом виділяється тепло. Процеси його віддачі відбуваються за рахунок мікрокліматичних параметрів середовища. При більш активній роботі тепла виділяється більше. Велика кількість тепла в основному віддається за рахунок механізму потовиділення. Чим вищий вміст вологи у повітрі, тим гірше відбувається віддача тепла внаслідок випаровування. Якщо ж вміст вологи у повітрі знизити це, у свою чергу, підвищить ефективність процесу теплопередачі за рахунок кращого випаровування. При занадто низькій вологості виникає зворотній процес – надмірне пересихання слизових оболонок у людей, організм не встигає генерувати стільки слизу. Слід зауважити, що на інтенсивність віддачі тепла впливає не лише вологовміст, але і рух повітря, чим він інтенсивніший, тим кращий процес теплопередачі. При цьому граничним значенням температури, при якій можливе охолодження організму є приблизно 35 °С.

При низьких значеннях температури навпаки процес має зворотнє значення і викликає переохолодження шкіри. Рух повітря при занижених температурах не є бажаним. Наявність протягу взагалі може привести до

важких захворювань, оскільки створює сильний перепад температури, на який організм людини не здатен адекватно прореагувати. При такому процесі можуть виникати місцеві переохолодження різкого типу або локальні перегрівання внаслідок того, що організм хоч і може коригувати температуру тіла, але у вузькому діапазоні. Верхнє значення температури, при якій ще можлива терморегуляція – 31 °С (вологість 85%) або 40°С (вологість 30%). Коли людина працює критичні значення температури значно менші. Що стосується низьких температур, то якщо має місце важка праця, то при 12 °С теплогенерація людини є стабільною.

Виходячи з вище сказаного для комфортного перебування у приміщенні для людини важливими факторами є поєднання оптимальних відносної вологості, власне кажучи, температури, вмісту вуглекислого газу та руху повітря.

Відповідно до стандартів якщо середньодобова температура менша 10 °С, то це холодний період, при температурах вищих за це значення – теплий. Оптимальні параметри мікроклімату це, власне кажучи, поєднання факторів середовища приміщення, які внаслідок тривалої дії на людський організм забезпечують нормальне функціонування механізмів терморегуляції та наявність комфортних теплових відчуттів.

Що стосується систем вентиляції, то вони також виконують важливу роль. Система вентиляції повинна забезпечувати доступ свіжого повітря в приміщення. Як відомо в процесі життєдіяльності людина вдихає кисень та виділяє CO₂. Збільшення його концентрації призводить до погіршення параметрів комфортності та продуктивності праці внаслідок того що людині важче проводити окисні реакції для створення енергії. Хоча теплового навантаження і немає, організм стомлюється, працює в навантаженому стані. Тому постачання свіжого повітря є важливим. Виконання процесу постачання свіжого повітря покладається на системи кондиціонування та вентиляції. Вони можуть просто проводити забір ззовні, а також проводити його підігрів або охолодження відповідно до зовнішнього середовища.

«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;

– за кількістю наявних приміщень, які здатна охопити система – однозональні та багатозональні.

2.2. Постановка задачі для розробки інформаційної системи

Система, яка підлягає розробці повинна керувати пристроями забезпечення комфорту по наперед запрограмованій логіці залежно від сигналів з датчиків. Відповідно до норм та вимог параметри мікроклімату мають бути наступні: вологість повітря 40-60%, а температура 18-20 °С. При бажанні користувача повинна бути можливість змінити межі цих параметрів. Особливо це актуально, якщо на певний час жителі покидають будівлю. Температуру можна знизити, що приведе до економії.

Система повинна при будь-якому відхиленні від встановлених норм коригувати значення мікроклімату. Метою роботи було розробити інформаційну систему, яка буде автоматично керувати виконавчими механізмами (засоби вентиляції, зволожувач повітря, паливний котел) для забезпечення комфорту у приміщенні. Система повинна володіти гнучкістю, тобто при потребі алгоритми керування можна модифікувати або замінити. Також система має можливість легкого розширення та додавання нових модулів. Окрім вказаних параметрів також система буде контролювати рівень CO₂ у приміщенні і вмикати системи вентиляції, а у разі їх відсутності видавати сигнал на пристрій керування. Вимоги до мікроклімату, який вимагається у приміщеннях наведено у таблиці 2.1.

Аналізуючи таблицю видно, якщо значення температури нижче ніж 18 °С, необхідно вмикати систему опалення. Аналогічно в літній період при температурі вище 27 °С необхідно вмикати охолоджувачі.

Ефективність систем охолодження визначають згідно графіку, який приведено на таблиці 2.1.

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].

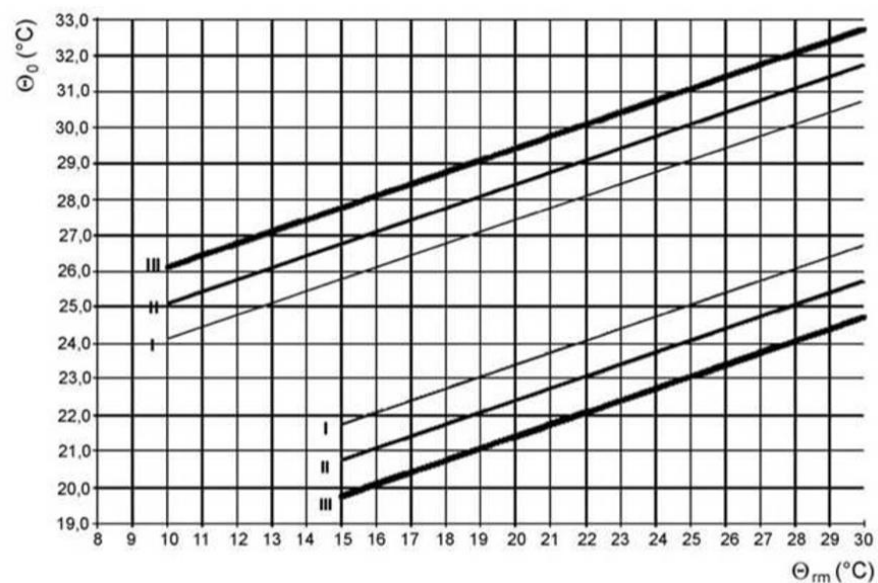


Рисунок 2.1 – Графік для визначення робочої температури для будівель, залежно від температури навколишнього середовища:

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

Рівняння для побудови кривих для будівель III категорії є наступними:

верхня межа

$$\Theta_{i\ max} = 0,33 \cdot \Theta_{rm} + 18,8 + 43 \quad , \quad (2.1)$$

нижня межа

$$\Theta_{i\ max} = 0,33 \cdot \Theta_{rm} + 18,8 - 4 \quad , \quad (2.2)$$

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

Слід відмітити, що при нормуванні вологості у житлових приміщеннях процес зволоження необхідно розпочинати, коли її значення $< 30\%$, оскільки мале зволоження приводить до погіршення комфорту дихальних шляхів. Осушування повітря необхідно проводити при збільшенні значення вологості понад 50% . Значення нормованих показників цих параметрів наведено у таблиці 2.4.

Якщо вказані параметри знаходять у встановлених межах система не повинна нічого регулювати.

Одним із завдань розроблюваної інформаційної системи є вивід контрольованих значень в режимі реального часу на екран мобільного пристрою з можливістю їх регулювання та зміни меж регулювання. Також іншим завданням системи є збирання статистики за тривалий період часу для можливого аналізу даних з метою оптимізації при роботі в автоматизованому режимі. Також даний інструмент може допомагати користувачеві планувати витрати ресурсів на певний період (опалювальний сезон, тощо).

Таблиця 2.4 – Нормовані показники початку зволоження та осушування при встановлених відповідних системах

Тип будівлі/приміщення Type of building/space	Категорія Category	Розрахункова відносна вологість для осушування, % Design relative humidity for dehumidification, %	Розрахункова відносна вологість для зволоження, % Design relative humidity for humidification, %
Приміщення, де показник зволоження встановлюється мешканцями. Спеціальні приміщення (музеї, церкви тощо) можуть потребувати інших меж Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches etc) may require other limits	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20
	IV	> 70	< 20

Отже, виходячи з вище сказаного розроблювана інформаційна система дистанційного контролю має забезпечувати такі функції, а саме:

- 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, сьогоdnішній 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.

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

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

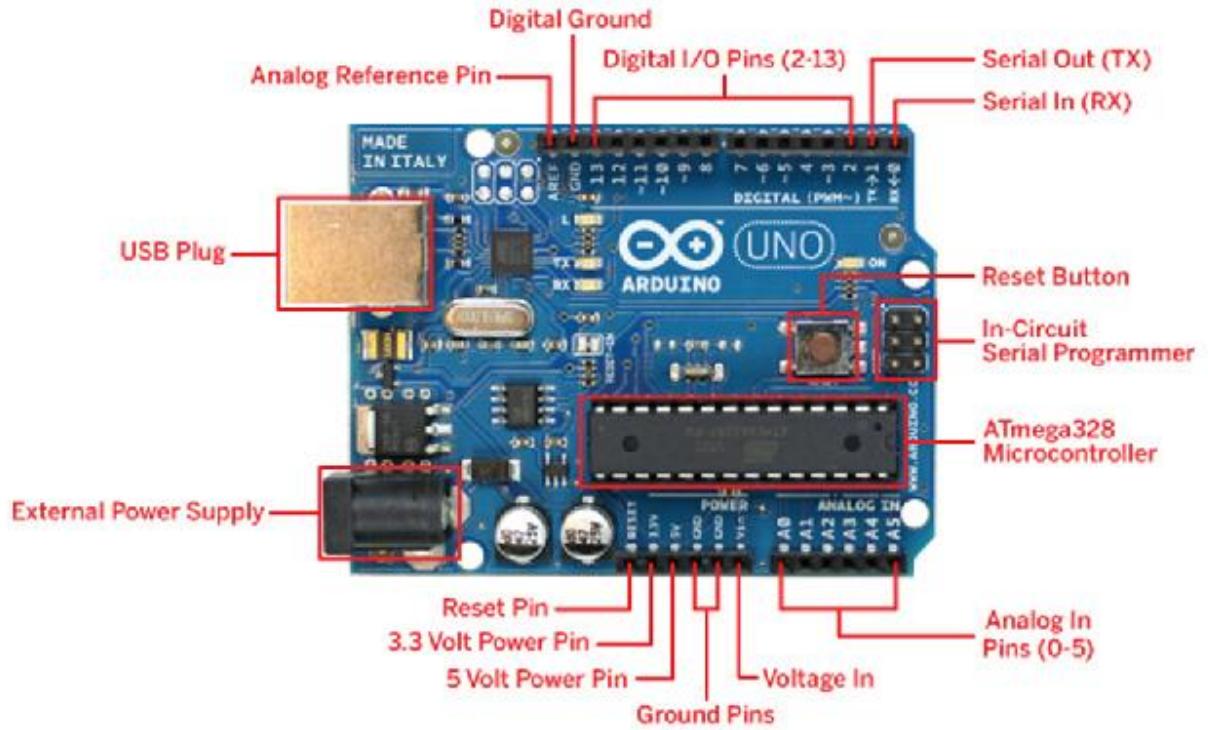


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд контролера ArduinoUno

Також суттєвою перевагою є виконання таких плат у вигляді модулів. Тобто виконання їх у модульному вигляді дозволяє легко інтегрувати такі платформи в інші системи, 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 забезпеченні та легких у застосуванні апаратних засобах.

Платформа допомагає аналізувати оточуюче середовище, досліджувати об'єкт, його параметри, проводити керування ним. Системи, реалізовані на цій платформі можуть бути як самостійні, так і пов'язані з іншими такими системами, персональним комп'ютером або з хмарними технологіями. Для такої системи усі компоненти, плати, можна створювати самостійно, придбати вже готові рішення. Готові програмні рішення для певних систем, можливо не завжди самі досконалі або недостатньо оптимізовані можна отримати безкоштовно за відкритою ліцензією.

Сама платформа Arduino побудована за принципом того, що девелопери (інженери, науковці, викладачі, студенти) можуть використати стандартні базові компоненти для початку створення проектів, проведення першого впровадження. В подальшому програму та апаратну частину можна вдосконалювати за допомогою наявних інструментів.

Основними перевагами систем на базі такого контролера є:

- відкритість та кросс-платформність. Середовище працює на усіх системах Windows, Linux, Mac, причому код системи є повністю відкритим, заснований, власне кажучи, на хорошій, функціональній та з доброю підтримкою серверній частині, підтримує багато платформ, легко переноситься, а помилки як при цьому виникають можуть бути легко усунені [13];

- драйвери, які забезпечують коректну роботу системи також виконуються на більшості наявних платформах, мають відкритий код, можуть бути адаптовані при певних навичках та затратах часу до будь-яких потреб та з корекцією помилок;

- весь згенерований програмний код запускається і виконується на добре перевіреній реалізації, з добре продуманим компілятором, він запускається без інтерпретаторів, внаслідок чого має досить пристойні параметри швидкодії;

- платформа має у своєму складі аналогові входи та цифрові входи виходи зі змінними параметрами, що забезпечує високу гнучкість в роботі та

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.

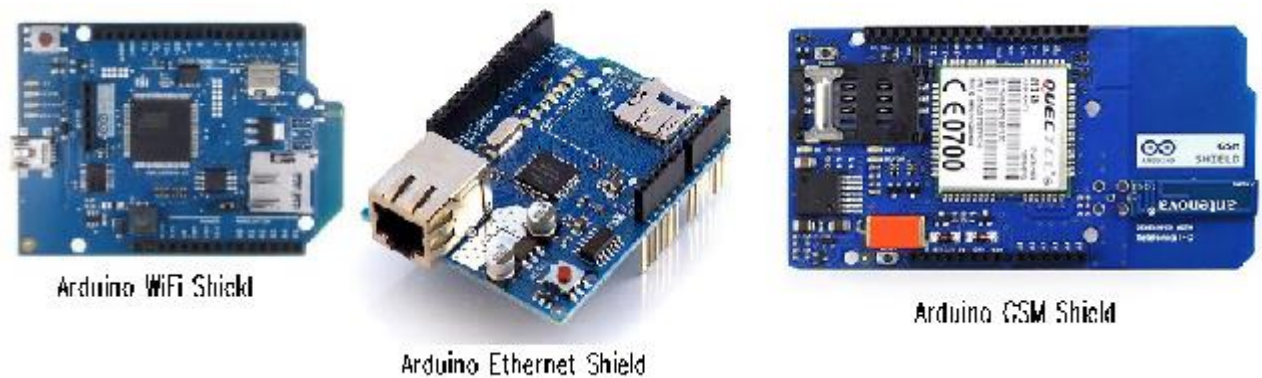


Рисунок 2.3 – Приклади модулів (шилдів) для платформи Arduino.

Сама платформа не конструювалася для певних конкретних елементів чи чіпів, оскільки виробники останніх намагаються отримати перевагу в купівлі свої продуктів. Вони часто 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

магістрів та студентів, знімає «страх зламати» деякі елементи при розробці, що збільшує ширину площини творчості та піднімає впевненість та кваліфікацію.

Також суттєвою перевагою таких систем є відкритість коду, який можна поноцінно використовувати в комерційних цілях. Це додає гнучкості та привабливості розробників. Це забезпечує наявність широкого діапазон створених бібліотек, функцій та додаткових елементів, що скорочує час розробки та генерацію коду. Також відкритість коду дає можливість створити власну функцію, бібліотеку, модуль при невеликих затратах часу та вміння.

Ще перевага в тому, що даний бренд і надалі розвивається, впроваджуються нові розробки, системи.

Серед останніх, власне, розробок, зокрема, Arduino Mega 2560 – власне кажучи, на базі ATmega2560 плата мікроконтролера. Ця платформа несе на собі 16 аналогових входів, зокрема, 54 пінци цифрового вводу-виводу (15 можливістю ШІМ), 4 всеосяжні апаратні поступові порти (ЮАРТ), частоту тактового генератора 16 МГц на рисунку 2.4.

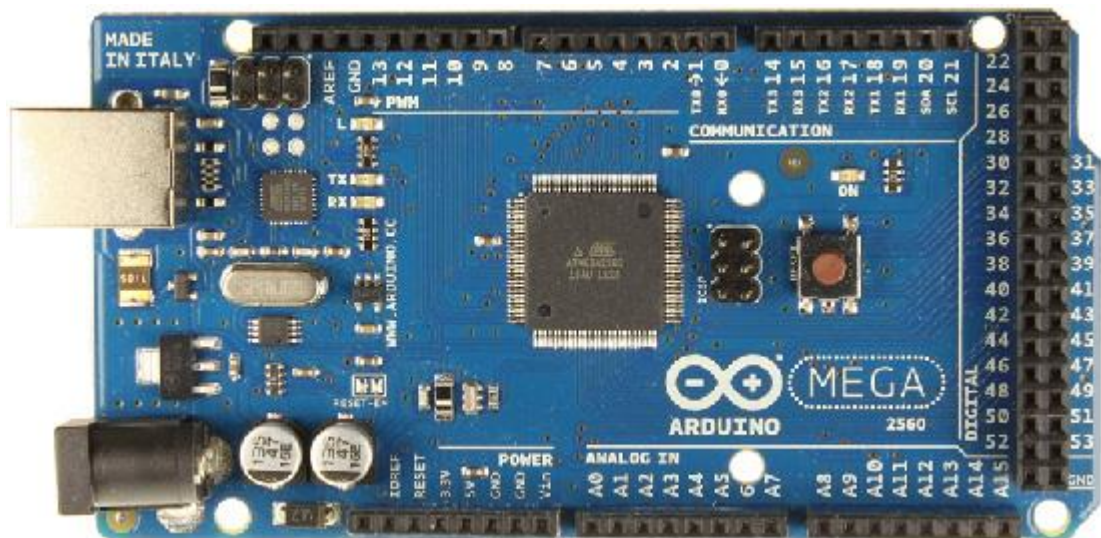


Рисунок 2.4 – Платформа Arduino Mega

Реалізація Arduino Due, наприклад, використовує SAM3X8E Atmel ARM Cortex-M3, не відомий AVR-мікроконтролер. Це нова плата, яка

користується при своїй роботі на всю потужність 32-розрядний процесор ядра ARM. Платформа володіє 12 аналоговими входами, 54 виводами цифрового вводу-виводу (12 широтно-імпульсних модуляцій), 4 ЮАРТ, частота диригування 84 МГц, також наявна змога підключення 2 ЦАП, власне кажучи, USB, зокрема, 2 TWI, роз'єми SPI і JTAG і багато іншого на рисунку 2.5.

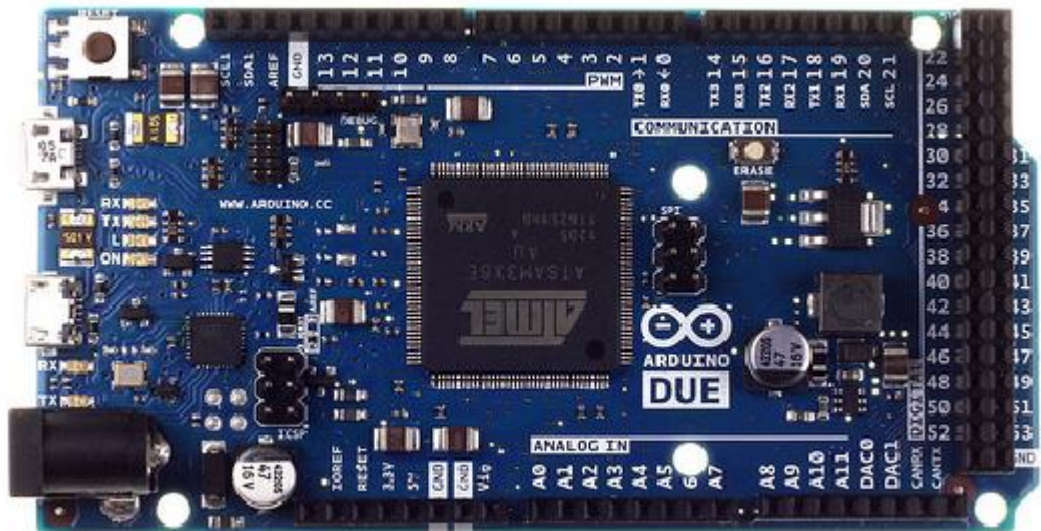


Рисунок 2.5 – Платформа Arduino Due.

Також в даному аспекті необхідно знати і про таку платформу як Raspberry Pi. На відміну від Arduino, яка є повноцінним контролером Разбері є повноцінним ПЦ. Реалізації на ньому дещо складніші, вартість дещо вища, проте можливості також ширші на рисунку 2.6.

Дана платформа була розроблена в першу чергу для ефективного навчання інформатиці з можливістю програмування на великій кількості реалізацій. Дана платформа володіє ширшою підтримкою великого виду мов програмування, використання додатків, тощо.

Для початківця зазвичай, пропонується Arduino. Має найбільшу кількість користувачів, підручники для навчання, різні проекти та найпростішу взаємодію з зовнішнім устаткуванням.

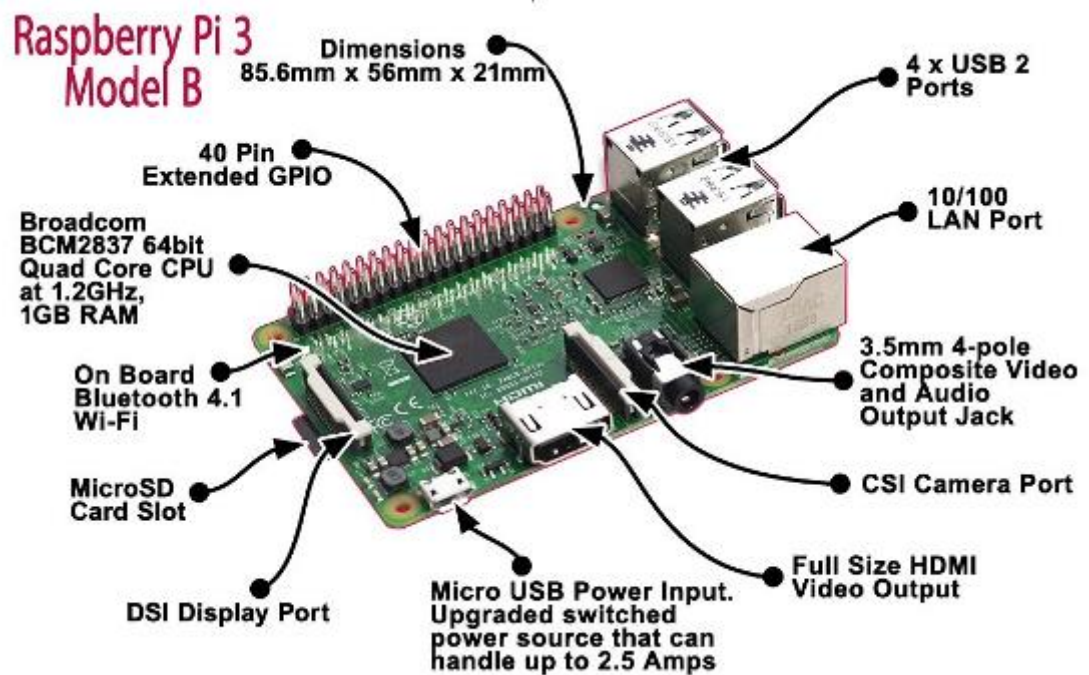


Рисунок 2.6 – Платформа Raspberry Pi

На сьогодні для апаратного проекту, вважається, Arduino, як кращий вибір. Зазвичай вихід ШІМ (широко-імпульсна модуляція) додають повний послідовний ряд сумісності. Також дозволяється підключати через порти декілька користувачів зворотнього зв'язку і різних компонентів.

Якщо ж планується реалізовувати великі програмні засоби для проекту, тобто основна частина це все ж таки програмна частина, то ми пропонуємо Raspberry Pi. Передбачення широких можливостей використання та доступу до мережі Інтернет, відео, аудіо дозволяє набагато легше реалізувати певні додатки.

Для додатків мінімального розміру, зазвичай, набагато кращим рішенням є використання Arduino. Перевага незаперечна, адже Ардуїно має недорогі вбудовані швидкодіючі системи і не вигамає багато ресурсів для простої реалізації.

Для реалізації автоматизованих систем, які працюють з датчиками в режимі реального часу також підходить Arduino. Якщо ж необхідно аналізувати статистику з використанням методів математичного аналізу,

прогнозування, статистики, моделювання – краще використовувати Raspberry 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 переферійних 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 батарей і схемотехнічних рішень.

Якщо з проект використовує додаток, в основі якого є графічний інтерфейс, то Разберіє більш ефективним 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 Raspberry 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

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 встроєний 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.

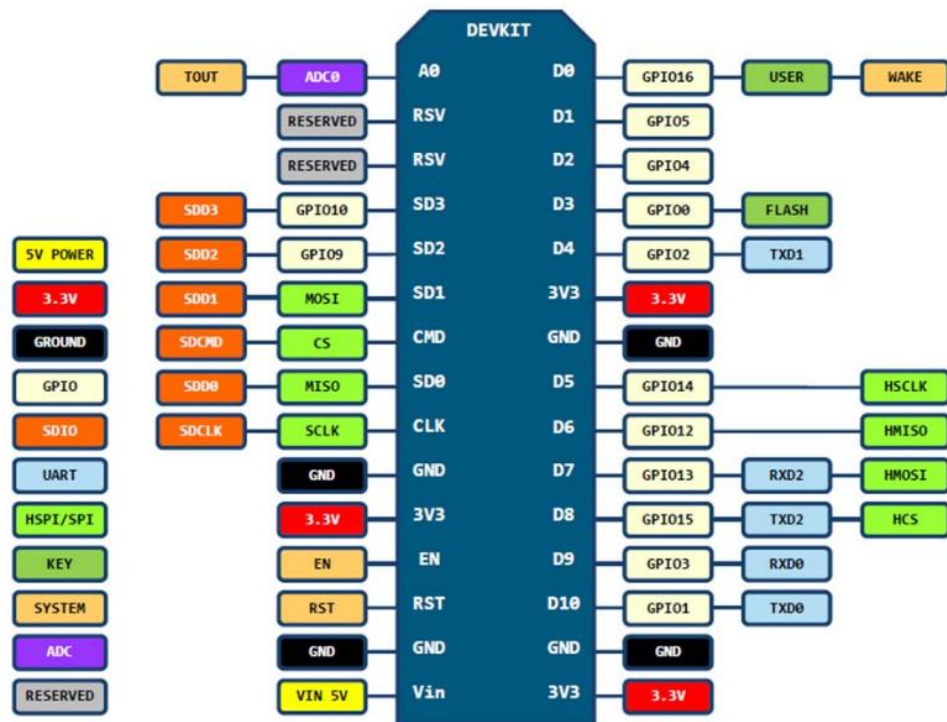


Рисунок 2.7 – Розпіновка та логічне значення виводів ESP 8266 Node MCU.

Характеристики модуля:

- вбудований WiFi стандарту 802.11 b / n / g;
- Сапорт режимів роботи STA / AP / STA + AP;
- наявний прошитий стек протоколів TCP/IP з підтримкою 5 клієнтських підключень (що у нашому випадку цілком достатньо);
- Вихідне значення струму 15 мА;
- Діапазон напруги живлення: 4,5 – 10 В або 5 В живлення від USB;
- Нерегетичне споживання: при роботі з обміном даними – від 70 до 200 мА, при очікуванні < 70 мА;
- Швидкість передачі даних: 110 – 460800 б/сек;
- Підтримка інтерфейсів передачі даних типу UART/GPIO;
- можливість зміни прошивки через USB або із хмарних сервісів;
- габарити платформи: 48x26 мм;
- Вага: близько 18 г.

Отже, слід відзначити, що даний модуль найкраще підходить для нашої реалізації. Проте огляд був би неповним, коли б ми не розглянули особливості використання промислових логічних контролерів.

2.3.3 Промислові контролери

На відміну від відкритих систем, таких як Arduino, промислові контролери несуть в собі певну гарантію виконання необхідних операцій та вимог безпеки та захищеності автоматизованих інформаційних систем. Промилка роботи контролера у промисловості може привести до значних фінансових втрат, а в деяких випадках і до людських жертв. Тому контролери та давачі промислових систем володіють більшою захищеністю відносно відкритих систем та, відповідно і більшою вартістю.

Також в таких промислових реалізаціях присутні високі вимоги до захищеності передавальних даних та сигналів, оскільки навіть канали зв'язку можуть перебувати в екстремальних робочих умовах та під впливом різного роду завад механічного, електромагнітного характеру. Ці всі показники відбиваються на вартості. Тому використання промислових контролерів є надійним, проте дуже дорогим. Впровадження таких систем гарантується системним інтегратором на певний період часу[16], [17].

При промисловому виконання системний інтегратор, з огляду на підвищену безпеку, рідко дозволяє проводити модифікування деяких елементів програмної реалізації. Не розкриває принципів роботи та реалізації окремих модулів чи протоколів передачі даних. На даний момент у промисловості склалася тенденція переходу до відкритих систем, все більше виробників розкривають принципи реалізації своїх продуктів. Проте цей процес довготривалий, оскільки зв'язаний з великою відповідальністю промислової апаратури, та великими масштабами помилок, якщо вони наявні.

До відомих брендів, які виготовляють лінійки контролерів та продукції відносять такі, як: Emerson, Honeywell, Wago, Siemens, Schneider, Овен, тощо.

Вартість одного контролера коливається в межах від 300 до 50000 доларів. Вартість прямопропорційно відбивається на функціоналі, гнучкості та надійності такого девайсу.

Виходячи з усього вище сказаного у магістерській роботі використання промислових контролерів розглядатися не буде, проте якщо замовник бажає використати такі системи, процедура реалізації нічим не відрізняється.

2.4 Висновки до другого розділу

В ході роботи над другим розділом було проаналізовано апаратні платформи для реалізації інформаційної системи. Було побудовано систему, яка буде автоматично керувати засобами вентилявання і зволожувачем повітря для забезпечення комфорту у приміщенні.

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.

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: $\pm 0,2$ °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.

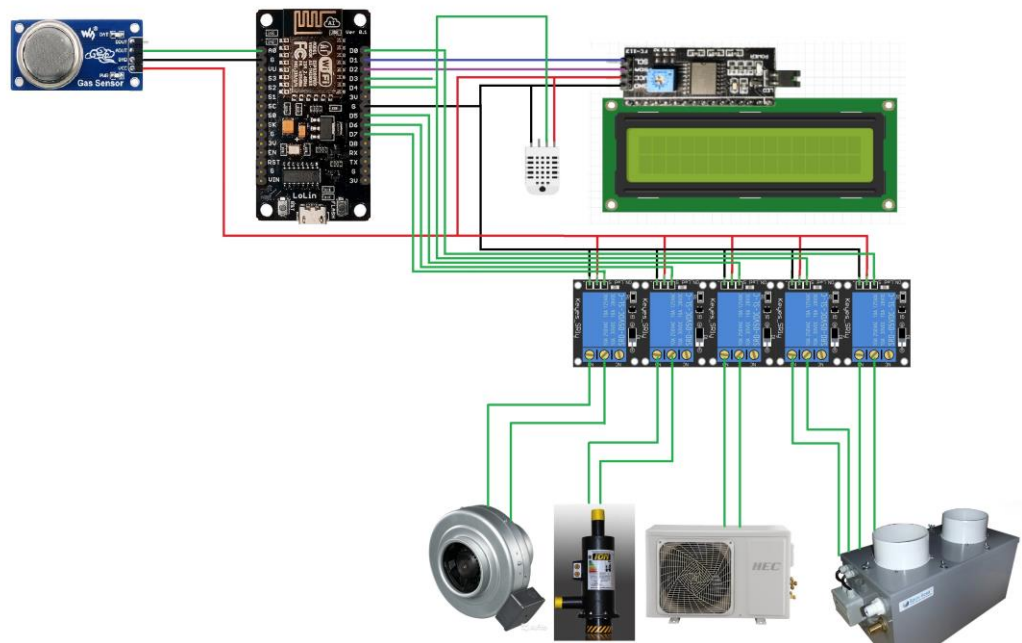


Рисунок 3.2 – Схема з'єднань апаратної частини інформаційної системи

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

нагріє будівлю. Якщо літом температура вища 27, то необхідно включити пристрій охолодження, наприклад кондиціонер.

Для виготовлення і використання системи моніторингу кліматичних параметрів теплиці потрібно створити пристрій на мікроконтролері.

Для вирішення даної задачі буде використовуватись мікроконтролер ESP8266. В будову самого пристрою будуть входити допоміжні блоки, датчик вологості, датчик вуглекислого газу, LCD дисплей, блок живлення та комплект реле.

Для створення основної програми контролера ESP8266 буде використовуватись програмне забезпечення FLprog. В програмі FLprog ми вибираємо мову програмування FBD. Мова програмування FBD відноситься до стандарту МЭК 61131-3. Мова програмування FBD є залізною логікою роботи мікроконтролера, і в процесі виконання програми знімається питання людського фактору. Блоки програми є кусками коду які відносно різного алгоритму програмування зіставляються в один цикл програми виконання контролером. В цій програмі дуже важливу увагу виділяється на знання програміста логіки дискретної електроніки.

Для написання програми для контролера, потрібно скласти поставлену задачу. Задача полягає в моніторингу, відображенні і керуванні виконавчими механізмами теплиці. Нам потрібно щоб в залежності від температури і вологості повітря вмикались і відмикались виконавчі пристрої[20], [21], [22].

В програмі FLprog вибираємо мову програмування FBD. Програма складається з декількох областей рис.1. Область «дерево проекта», в цій області ми вибираємо контролер. Область «тег», тут ми оголошуем регістри контроллера і створюем при необхідності перемінні. Область «бібліотека функціональних блоків», тут знаходяться основні блоки та макроси компонентів програми FBD. І основна це робоче поле для створення програми. Область «бібліотека функціональних блоків». В цій області знаходяться бібліотека блоків. В бібліотеці знаходяться блоки оформлення, базові елементи, масштабування, тригери, таймери, лічильники, математика,

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

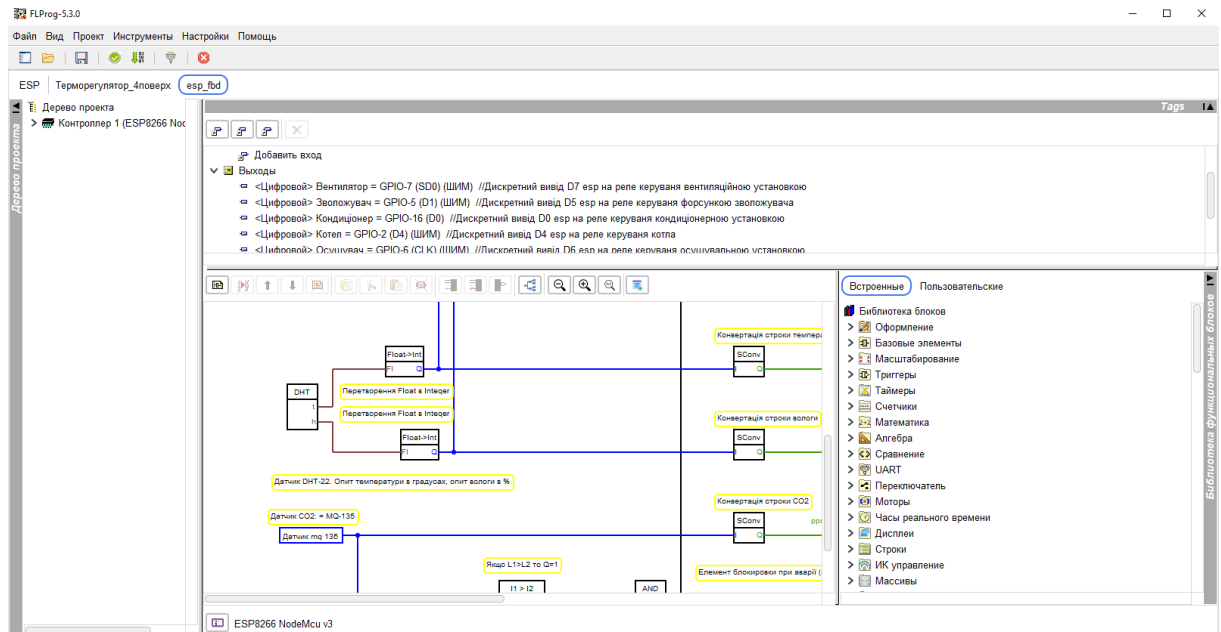


Рисунок 3.3 – Вид програми

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 TT, тригер Rtrig, тригер RS[23].

Елемент SR тригер

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

Елемент TT 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 схе датчика зображена на рисунку 3.4.

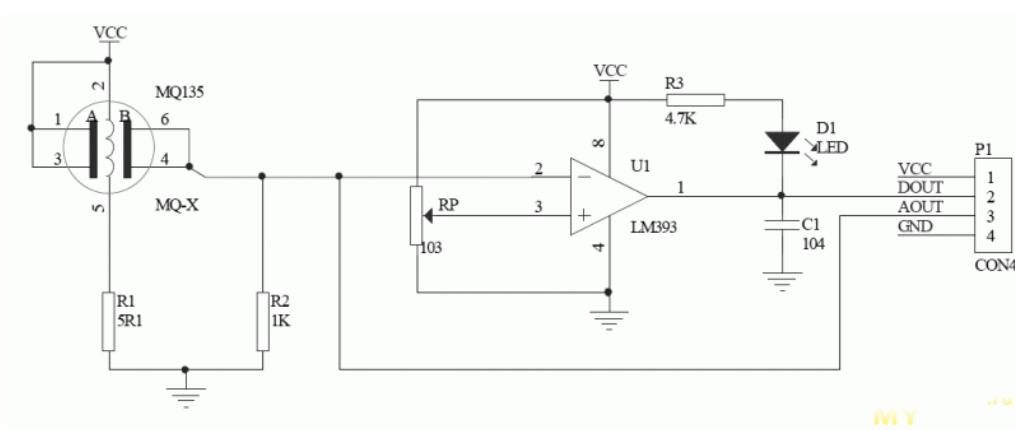


Рисунок 3.4 – Схема датчика MQ135

Датчик працює наступним чином. При початку роботи елемент MQ-X нагрівається. Компаратор U1 порівнює входи 2, 3, відносно задатчика гр. В нашому випадку компаратор використовуватись не буде, буде зніматись сигнал з самого елемента MQ-X.

Переходимо до написання програми, у верхній частині програми назначаємо дискретні входи і виходи рис.3. Дискретний вивід D7 esp на реле керування вентиляційною установкою, дискретний вивід D5 esp на реле керування форсункою зволожувача, дискретний вивід D0 esp на реле керування кондиціонерною установкою, дискретний вивід D4 esp на реле керування котла, дискретний вивід D6 esp на реле керування осушувальною установкою[24].

Спочатку вибираємо макроси компонентів. Макрос датчика DHT-22, макрос датчика вуглекислого газу, LCD – дисплея. В макросі датчика DHT-22 (Датчик DHT-22. Опит температури в градусах, опит вологи в %) ставим номер дискретного входу, з якого буде зніматись сигнал, вибираємо ввід GPIO-0 (D3). Ставимо в макросі датчика мітки виводу вологості і температури, потім ставим час опиту датчика. Конфігурацію датчика DHT-22 закінчено.

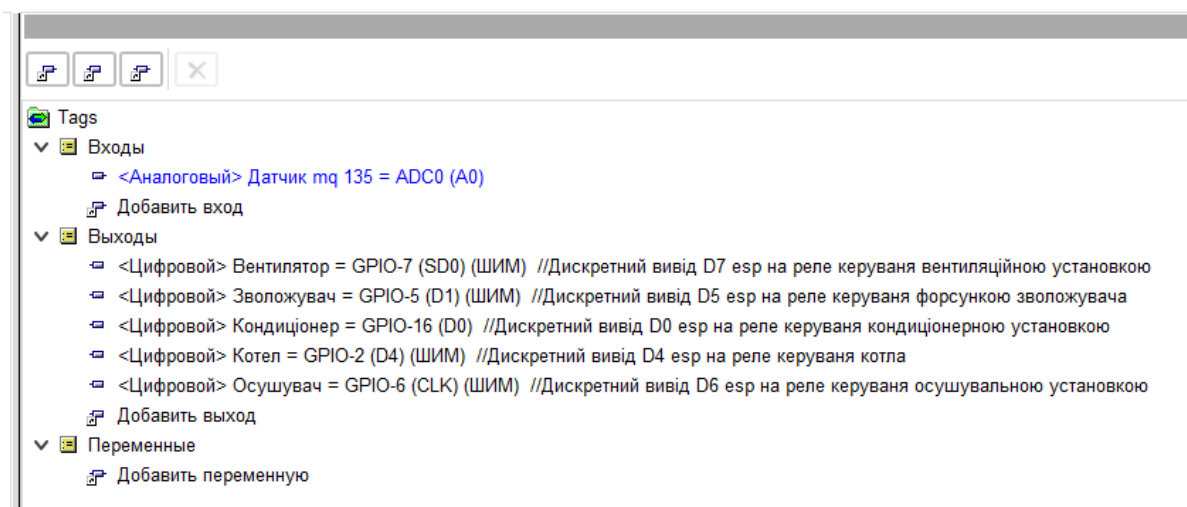


Рисунок 3.5 – Схема назначення дискретних входів виходів.

Далі конфігуруємо датчик вуглекислого газу(Датчик CO₂: = MQ-135). В вікні конфігурування вибираємо аналоговий вхід ADC0 (0), конфігурація завершена. Далі ставим на виводи макроса датчика DHT-22 блоки перетворення Float->Integer на виводи вологи і температури, це робиться для оптимізації символів на LCD дисплеї. Створюємо чотири блоки порівняння.

На першому блоці порівняння в конфігураторі ставим умову $L1 < L2$, далі L1 під'єднуємо до блоку перетворення на вивід температури а на L2 ставим константу 18. Тобто якщо на L1 буде менше 18 градусів то на виводі Q з'явиться логічна одиниця. Ця одиниця попаде на блок ANA, блок має два вводи і один вивід. При подачі на блок дві одиниці на виході Q з'явиться одиниця, якщо на одному із виводів буде логічний нуль то на виводі Q буде нуль. Котел включиться лише в тому випадку коли на ввід вивода блока порівняння подається логічна одиниця і одиниця на другий ввід від датчика загазованості.

На другому блоці порівняння в конфігураторі ставим умову $L1 < L2$, далі L1 під'єднуємо до блоку перетворення на вивід вологи а на L2 ставим константу 20. Тобто якщо на L1 буде менше 20 процентів то на виводі Q з'явиться логічна одиниця. Ця одиниця попаде на блок ANA, блок має два вводи і один вивід. При подачі на блок дві одиниці на виході Q з'явиться одиниця, якщо на одному із виводів буде логічний нуль то на виводі Q буде нуль. Зволожувач включиться лише в тому випадку коли на ввід вивода блока порівняння подається логічна одиниця і одиниця на другий ввід від датчика вуглекислого газу.

На третьому блоці порівняння в конфігураторі ставим умову $L1 > L2$, далі L1 під'єднуємо до блоку перетворення на вивід вологи а на L2 ставим константу 50. Тобто якщо на L1 буде більше 50 процентів то на виводі Q з'явиться логічна одиниця. Ця одиниця попаде на блок ANA, блок має два вводи і один вивід. При подачі на блок дві одиниці на виході Q з'явиться одиниця, якщо на одному із виводів буде логічний нуль то на виводі Q буде нуль. Осушувач включиться лише в тому випадку коли на ввід вивода блока

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 попаде 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

дисплея в мережі I2C, потім ставимо стовбець і рядок для відображення даних температури. На ввід EN ставимо константу true для постійного відображення даних. Далі на вхід D подаємо блок складання рядків і зразу ставим константу «Т» для візуального сприйняття температури на дисплеї.

На другий ввід конвертора ставим блок для перетворення integer в рядок. В третьому макросі компонента дисплея вибираємо номер дисплея, вказуємо адрес дисплея в мережі I2C, потім ставимо стовбець і рядок для відображення даних вологи. На ввід EN ставимо константу true для постійного відображення даних вологи .

Далі на вхід D подаємо блок складання рядків і зразу ставим константу «Н» для візуального сприйняття вологи на дисплеї. На другий ввід конвертора ставим блок для перетворення integer в рядок. В четвертому макросі компонента дисплея вибираємо номер дисплея, вказуємо адрес дисплея в мережі I2C, потім ставимо стовбець і рядок для відображення даних загазованості. На ввід EN ставимо константу true для постійного відображення даних загазованості теплиці . Далі на вхід D подаємо блок складання рядків і зразу ставим константу «ppm» для візуального сприйняття вологи на дисплеї. На другий ввід конвертора ставим блок для перетворення integer в рядок.

Для вивода інформації на LCD дисплей будем використовувати масив інформації для кожного слова в рядок дисплея. Зумовлено це не підтримкою дисплеєм кирилиці. Тому потрібно створити слово для виводу на перший стовбець перший рядок «ТЕМПЕРАТУРА» генератор масивів:

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

Символ «Е» (0b11111, 0b10001, 0b10000, 0b11111, 0b11111, 0b10000, 0b10001, 0b11111);

Символ «М» (0b10001, 0b10001, 0b11011, 0b10101, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001);

СИМВОЛ «П» (0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001);

СИМВОЛ «Е» (0b11111, 0b10001, 0b10000, 0b11111, 0b11111, 0b10000, 0b10001, 0b11111);

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

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

СИМВОЛ «У» (0b00000, 0b10001, 0b11011, 0b01110, 0b11100, 0b11000, 0b11000, 0b11000);

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

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

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

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

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

СИМВОЛ «Л» (0b01111, 0b10011, 0b10011, 0b10011, 0b10011, 0b10011, 0b10011, 0b10011);

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

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

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

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);

Програма в режимі виконання працює наступним чином. При включенні контролера з дискретного вода D3 знімаються дані з датчик DHT-22. З датчика DHT-22 знімаються дані типу Float, для зручності показів і оптимізації даних на дисплеї за допомогою конвертора переводим дані в Integer. Далі дані температури передаються на дві лінії зв'язку, одна лінія підходить на конвертор integer в рядок, після конвертора йде на конвертор складання рядків які складаються і виводиться на LCD. Друга лінія передається і розподіляється на дві лінії для компараторів порівняння. Відносно даних температур спрацьовує один із компараторів які в свою чергу вмикають кондиціонер або котел.

В другий такт датчика DHT-22 знімаються дані типу Float, для зручності показів і оптимізації даних на дисплеї за допомогою конвертора переводим дані в Integer. Далі дані вологи передаються на дві лінії зв'язку, одна лінія підходить на конвертор integer в рядок, після конвертора йде на конвертор складання рядків які складаються і виводиться на LCD. Друга лінія передається і розподіляється на дві лінії для компараторів порівняння. Відносно даних вологи спрацьовує один із компараторів які в свою чергу вмикають кондиціонер або котел[25], [26].

Схема пристрою складається з датчика температури- вологи, датчика загазованості, лінійки реле і дисплея. При включенні пристрою пріоритет програми виділяється датчику загазованості, потім знімаються дані температури і вологи. Коли температура буде більша 27 градусів то включається кондиціонер, коли температура менша 18 то включається котел. Таким чином працює і вологомір. При волозі 30 вмикається зволожувач, при волозі 50 вмикається осушувач.

Алгоритм роботи розробленої інформаційної системи приведено на рисунку 3.6

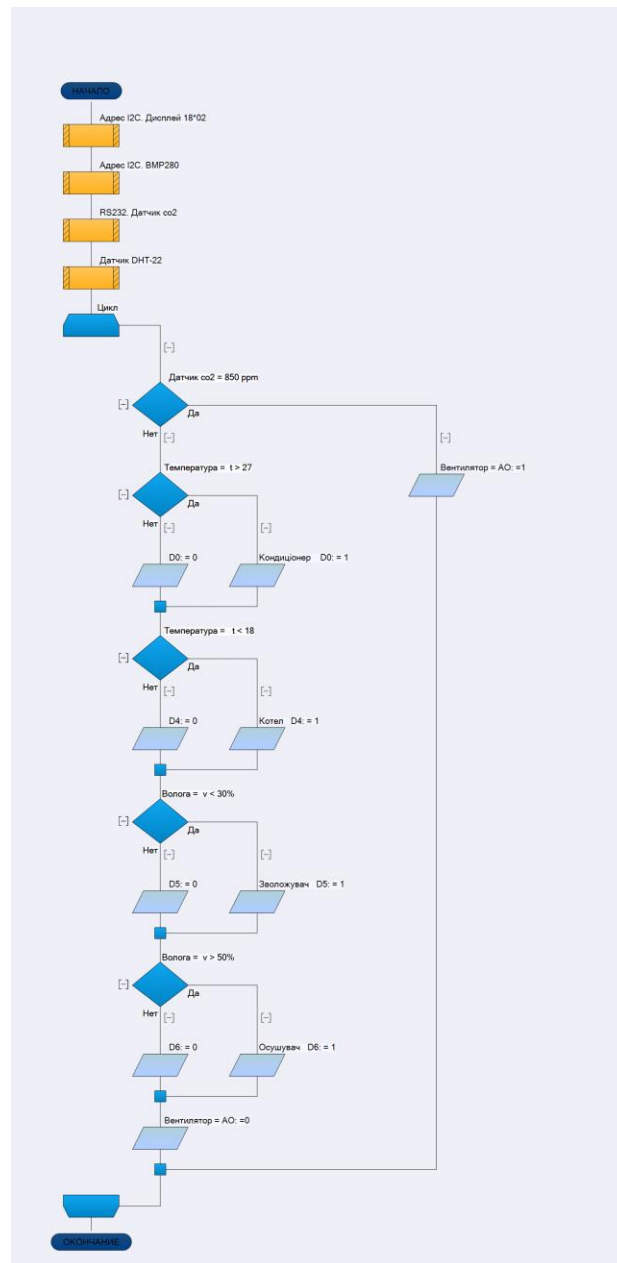


Рисунок 3.6 – Алгоритм керуючої програми.

3.3 Висновки до третього розділу

Під час розробки даного розділу були обрані датчачі, мікропроцесорний контролер, розглянуто доцільність їх використання. Також розроблено програму для контролю та реалізації системи, створено алгоритм керуючої програми для інформаційної системи.

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

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.

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, ефективно використання смуги пропускання.

Вперше протокол MQTT був опублікований консорціумом OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) в жовтні 2014 р Даний стандарт знаходиться у відкритому доступі. У червні 2016 р стандарт був визнаний Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO). MQTT Version 3.1.1 був зареєстрований технічним комітетом з інформаційних технологій ISO (JTC1) під номером ISO / IEC 20922. Основні риси протоколу MQTT:

- асинхронний протокол, забезпечує прийом/передачу символів поодинці, які представлені стартовими і стоповими символами.
- компактні повідомлення, оскільки зазвичай працюємо в умовах вузької смуги пропускання, ми мінімізуємо повідомлення, і лишаємо лише корисну складову.
- це легка інтеграція нових пристроїв, масштабованість
- обмін повідомленнями відбувається за принципом "видавець-передплатник" (Pub-Sub);
- розмір заголовка повідомлення становить 2 байта, а корисне навантаження може варіюватися від 1 байта до 260 Мбайт;
- в протоколі закладена можливість вибору одного з трьох рівнів обслуговування.
- Працює поверх протоколів TCP/IP та використовує 1883 порт для роботи. 8883 порт при роботі з SSL/TSL сертифікатами на рисунку 4.1.

Відмінною особливістю принципу "видавець-передплатник" від клієнт-серверного підходу є те, що клієнти, що надсилають повідомлення (видавці, Publisher), і клієнти, які отримують повідомлення (підписники, Subscriber), як правило, розділені. Поділ може бути організовано в трьох площинах:

- простір - видавець і підписник не зобов'язані знати один одного;
- час - видавець і підписник не повинні бути включені в один і той же час;

- 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.

4.2 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].

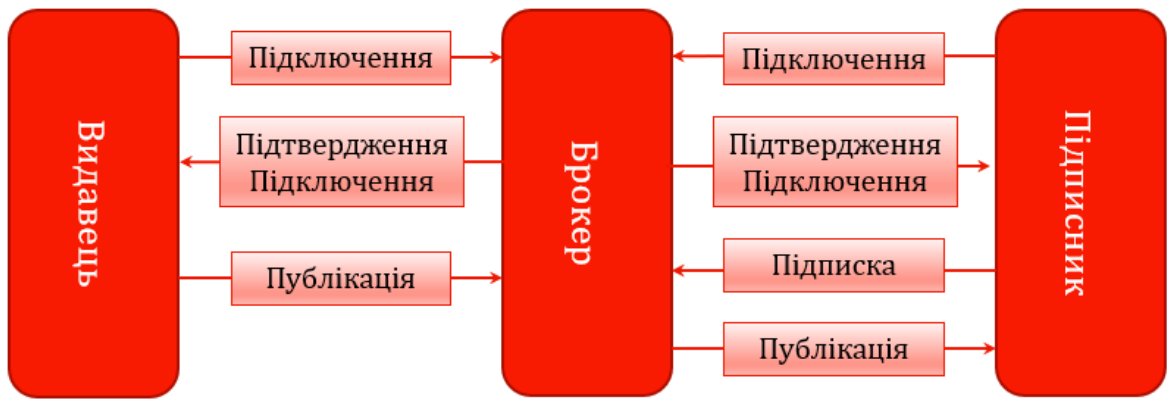


Рисунок 4.2 – Обмін повідомленнями брокера з клієнтами

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 довжину поточного повідомлення (змінний заголовок + дані), може займати від 1 до 4 байт.

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).

- Will Retain - при установці в 1, брокер зберігає у себе Will Message.
- Will QoS- якість обслуговування для Will Message, при встановленому прапорці Will Flag, Will QoS і Will retain є обов'язковими.
- Will Flag - при встановленому прапорці, після того, як клієнт відключиться від брокера без відправлення команди DISCONNECT (у випадках непередбачуваного обриву зв'язку і т.д.), брокер сповістить про це всіх підключених до нього клієнтів через так званий Will Message.
- Clean Session - очистити сесію. При встановленому «0» брокер збереже сесію, всі підписки клієнта, а так же передасть йому всі повідомлення з QoS1 і QoS2, які були отримані брокером під час відключення клієнта, при його наступному підключенні. Відповідно при встановленій «1», під час наступного з'єднання клієнту буде необхідно заново підписуватися на топіки.
- Session Present - застосовується в повідомленні з типом CONNACK. Якщо брокер приймає підключення з Clean Session = 1 він повинен встановити «0» в біт Session Present (SP). Якщо брокер приймає підключення з Clean Session = 0, то значення біта SP залежить від того, зберігав чи брокер раніше сесію з цим клієнтом (якщо так, то в SP виставляється 1 і навпаки).

Тобто цей параметр дозволяє клієнту визначити чи була збережена брокером попередня сесія.

Topic Name - назва топіка.

Connect Return Code – якщо брокер з якихось причин не може прийняти правильно сформований CONNECT пакет від клієнта, то в другому байті CONNACK пакета він повинен встановити відповідне значення з списку на таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Таблиця значень поля Connect Return Code

Знач.	Повернуте значення	Опис
0	0x00 Connection Accepted	Підключення прийнято
1	0x01 Connection Refused, unacceptable protocol version	Брокер не підтримує версію протоколу, використовувану клієнтом
2	0x02 Connection Refused, identifier rejected	Client ID немає в списку дозволених
3	0x03 Connection Refused, Server unavailable	З'єднання встановлено, але MQTT сервіс не доступний
4	0x04 Connection Refused, bad user name or password	Не правильний логін або пароль
5	0x05 Connection Refused, not authorized	Доступ до підключення заборонений
6-255		Зарезервовано

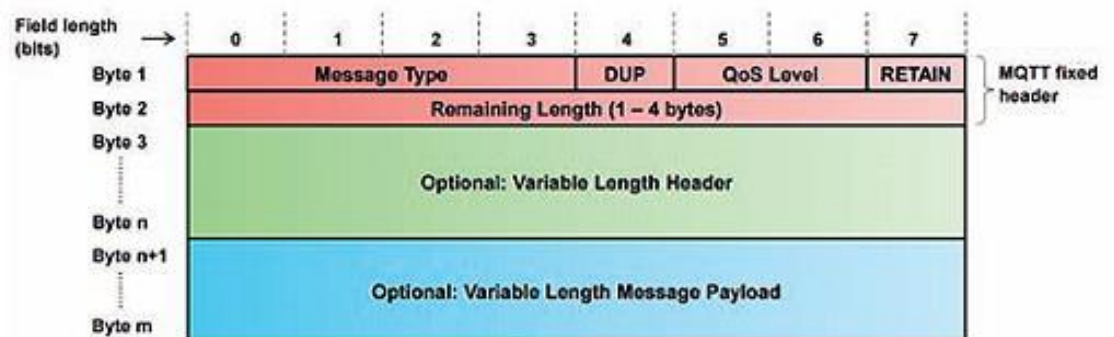


Рисунок 4.5 – Загальна структура повідомлення

4.3 Семантика топіків

Топіки представляють собою символи с кодуванням UTF-8. Ієрархічна структура топіків має формат дерева. Топіки складаються з одного або декількох рівнів, які розділені між собою символом “/” на рисунку 4.6.

У термінах MQTT транспортуються дані і метаінформація, що формує «канали» транспорту, представлені MQTT UTF-8 рядками. Рядки метаінформації формуються з фрагментів, що мають назву топіків (topic), передбачені спеціальні символи і правила форматування, що вводять ієрархію топіків і можливість «підписки» на безлічі каналів за рахунок wildcards[31].

При цьому вже існують кілька загальноприйнятих підходів до формування систем топіків. Взагалі, це виключно важливий момент в MQTT, зазвичай недооцінюваний. Тому що топіки вводять семантику, на основі якої працює механізм транспорту даних MQTT. Поширені, умовно кажучи, фізичний і «машинний» підходи (ніякої сталої термінології тут немає). Фізичний - опис топіки ієрархічної структури об'єктів світу і пов'язаних з ними абстракцій, «машинний» - опис організації машинної системи в традиційних, наприклад, для комп'ютерних мереж, термінах. Приклад фізичного підходу:

Ідентифікатор_мережі/GUID_контролера_в_мережі/ID_вимірювального_каналу

Якщо нам потрібно отримувати інформацію по декількох топіках, використовується технологія wildcard. Вони дозволяють задавати одним символом декілька топіків. Зрозуміло, що саме тому при «публікації» даних в метаінформації вони неприпустимі (метаінформація про що публікується на сайті повинна бути точно визначена, щоб до даних можна було «добратися»), і стандарт MQTT це формулює строго - wildcards в Pub-метаінформації (рядку, що складається з топіків і символів ієрархії) категорично не повинно бути. У метаінформації про підписку можливі всього два символи wildcards -

«#» і «+». Перший позначає «всю під-ієрархію топиків», другий «весь тільки один рівень ієрархії».

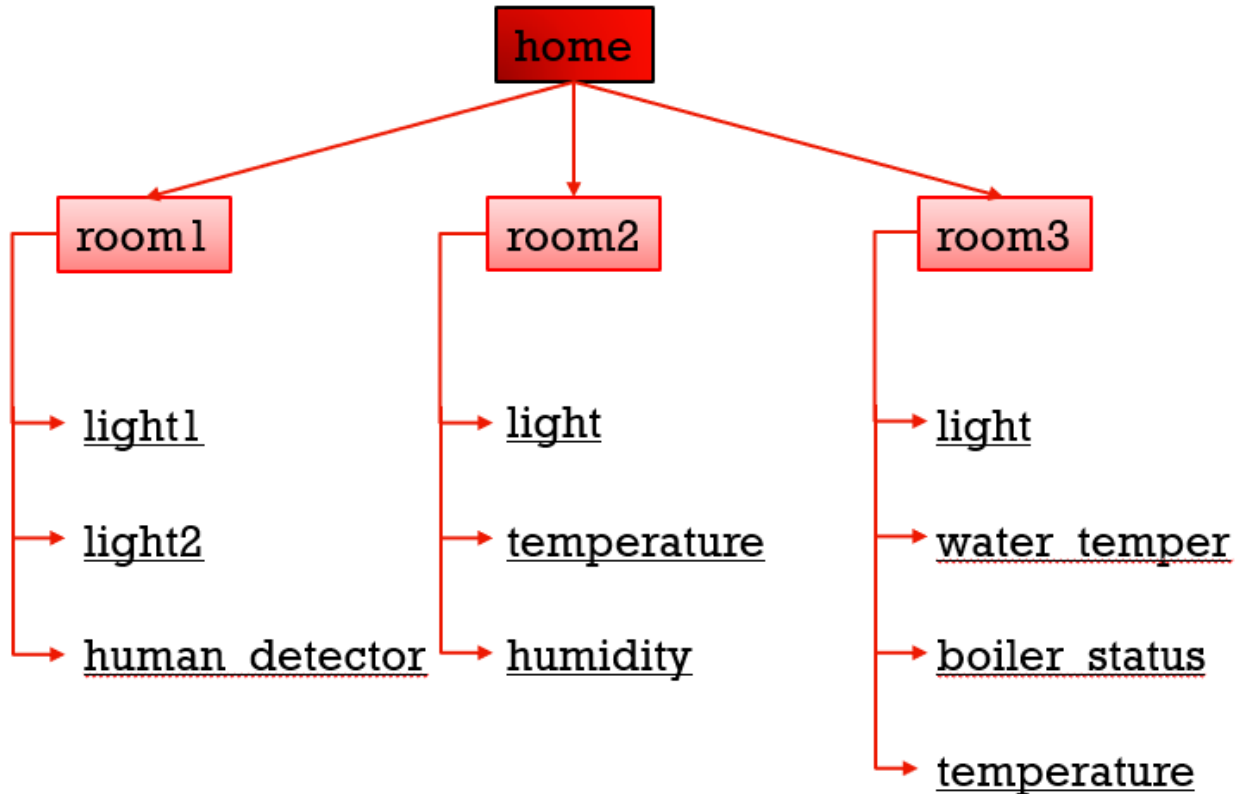


Рисунок 4.6 – Приклад ієрархії топиків у MQTT

Спеціальний топик, що складається з одного wildcard символу «#» дозволений стандартом і охоплює всі топіки що є на брокері, він використовується в тому числі для зв'язку серверів MQTT між собою, тобто, для формування єдиного простору топиків в багатосерверній системі, що забезпечує єдиний механізм керованого семантикою топиків транспорту даних.

4.4 Захист передачі даних

Для забезпечення безпеки в MQTT протоколі реалізовані наступні методи захисту:

– Аутентифікація клієнтів. Пакет CONNECT може містити в собі поля USERNAME і PASSWORD. При реалізації брокера можна використовувати ці поля для аутентифікації клієнта

– Контроль доступу клієнтів через Client ID

– Підключення до брокера через TLS / SSL

На макеті розумного будинку ми реалізували лише два перших методи захисту. Оскільки не було потреби в криптографічних протоколах. Детальніше про налаштування брокера та авторизацію написано в наступному розділі.

4.5 Якість обслуговування

MQTT підтримує три рівні якості обслуговування (QoS) при передачі повідомлень[32].

QoS 0 At most once. На цьому рівні видавець один раз відправляє повідомлення брокеру і не чекає підтвердження від нього, тобто відправив і забув на рисунку 4.7.



Рисунок 4.7 – Обмін повідомлення при першому рівні обслуговування

QoS 1 At least once. Цей рівень гарантує, що повідомлення точно буде доставлено брокеру, але є ймовірність дублювання повідомлень від видавця. Після отримання дубліката повідомлення, брокер знову розсилає це хто підписався, а видавцеві знову відправляє підтвердження про отримання повідомлення. Якщо видавець не отримав PUBACK повідомлення від

брокера, він повторно відправляє цей пакет, при цьому в DUP встановлюється «1».

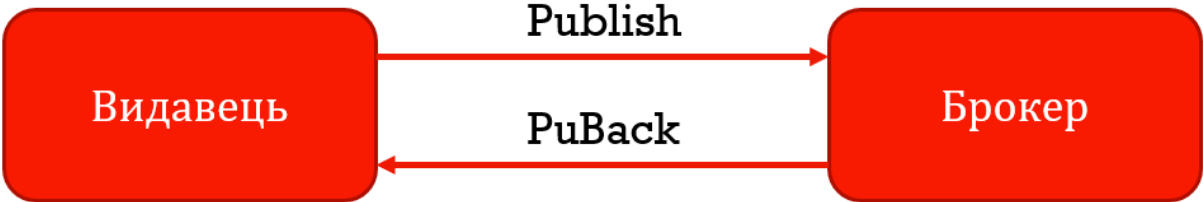


Рисунок 4.8 – Обмін повідомлення при другому рівні обслуговування

QoS 2 Exactly once. На цьому рівні гарантується доставка повідомлень передплатнику і виключається можливе дублювання відправлених повідомлень. Видавець відправляє повідомлення брокеру. У цьому повідомленні вказується унікальний Packet ID, QoS = 2 і DUP = 0. Видавець зберігає повідомлення непідтвердженими поки не отримає від брокера відповідь PUBREC. Видавець зберігає повідомлення непідтвердженими поки не отримає від брокера відповідь PUBREL.

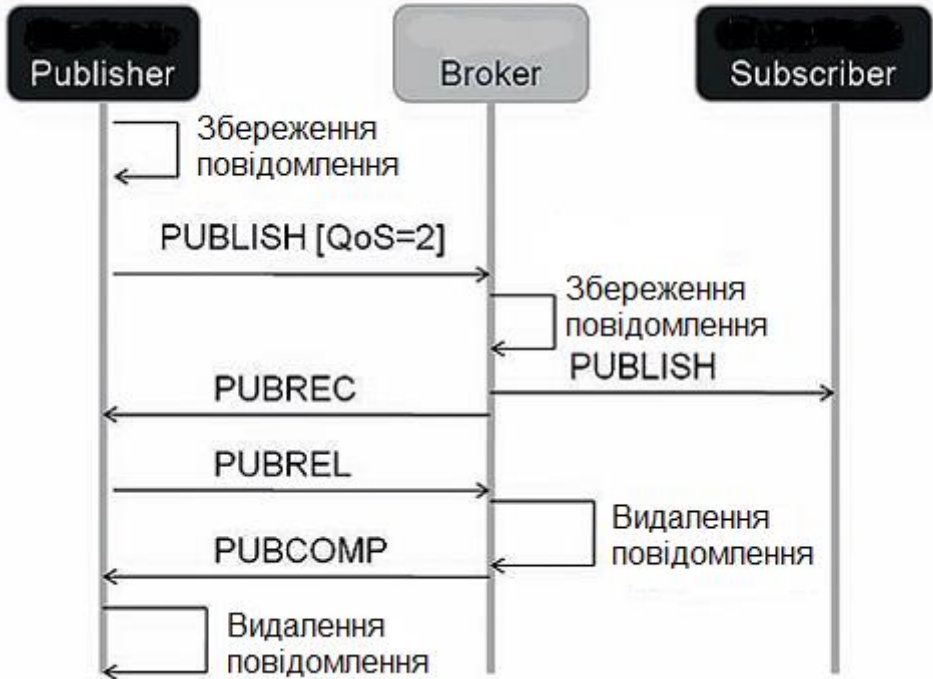


Рисунок 4.9 – Обмін повідомлення при третьому рівні обслуговування

Брокер відповідає повідомленням PUBREC в якому міститься той же Packet ID. Після його отримання видавець відправляє PUBREL з тим же Packet ID. До того, як брокер отримає PUBREL він повинен зберігати копію повідомлення у себе. Після отримання PUBREL він видаляє копію повідомлення і відправляє видавцеві повідомлення PUBCOMP про те, що транзакція завершена.

4.6 Опис архітектури програмного забезпечення

Проектуючи макет розумного будинку ми створили власну мережеву архітектуру, яка ефективно вирішує поставлені задачі, нехтуючи всіма недоліками брокера та протоколу на рисунку 4.10.

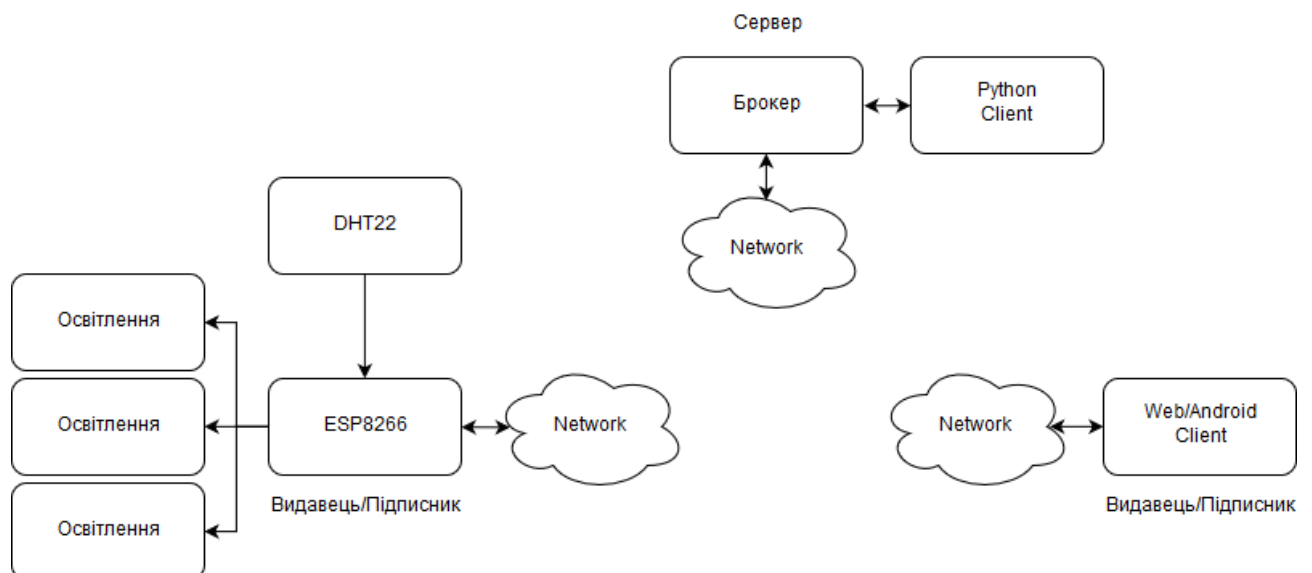


Рисунок 4.10 – Функціональна схема програми

Wi-fi модуль в архітектурі виступає одночасно підписником і видавцем. Він з певним інтервалом часом публікує інформацію про температуру і вологість у кімнаті. Але водночас він підписаний на три топіки, що відповідають за управління освітленням.

Аналогічна ситуація з клієнтами що під'єднуються через браузер/телефон, вони підписуються на тему температури і вологості в

кімнаті і публікують інформацію на топіки що відповідають за управління освітленням в кімнатах.

Варто замітити що значення, що нам було необхідно щоб усі значення давача вологості і температури записувались в базу даних для того щоб ми змогли отримати статистику. В протоколі MQTT і в архітектурі брокера не передбачено запису в базу даних. Тому ми створили на мові Python ще одного клієнта, який працює як фонові програма (демон) на машині сервера. Цей клієнт підписаний на усі топіки що отримує брокер. І усі отримані дані записує в базу даних MySQL.

4.5 Огляд тенденцій реалізації інтернет речей для розумних будинків

Одним з найбільш частих питань які виникають при впровадженні інтернет-речей є питання, яким чином всі вони разом з іншими розумними домашніми пристроями підключаються до дисплею.

Але кожен, хто очікує чіткої відповіді на це питання, схожий на дитину, яка встає вранці в день свята, щоб знайти купу подарунків під деревом.

Тобто, ще занадто рано, щоб сказати, який стандарт чи протокол стане клеєм, що зможе об'єднати купу крутих гаджетів в систему, яка працює у всьому вашому будинку. Нові системи тільки починають з'являтися і, хоча вони можуть в кінцевому підсумку працювати одна з одною і зі старими платформами, купити одну з них і очікував гармонію – це видавати бажане за дійсність.

Підключення будинку, зрештою, може зробити життя простішим. Термостат, зв'язаний з відкриванням дверей гаража, може зрозуміти, хто повертається додому, і задати температуру або кондиціонування повітря

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

рівнях. Якщо ні, то ви повинні будете додати ще щось, типу концентратора або програмного забезпечення, який зможе їх зв'язати.

По-друге, майбутнє ще не написане для цих потенційних об'єднувачів. Продукти, сертифіковані для однакових стандартів, повинні працювати нормально. Але ще занадто рано, щоб сказати, чи буде один стандарт в кінцевому підсумку управляти ними всіма. Ще також дуже рано, щоб знати, наскільки хороші плагіни та інші методи, які заставляють їх працювати сумісно.

Ймовірно, необхідно ще років п'ять, перш ніж пристрої з різних домашніх IoT-екосистем зможуть виконувати такі складні завдання, як налаштування всього в будинку до вашого приїзду додому.

Розглянемо найбільш поширені рішення.

AllJoyn: Базується на програмному забезпеченні, розробленому Qualcomm. AllJoyn тепер є фреймворком з відкритим вихідним кодом з адмініструванням AllSeen Alliance. Членами альянсу є Microsoft, Cisco Systems, Panasonic і Sony. Група тільки почала сертифікацію продукції та перевірки того, що вони працюють разом. Досі затверджені лише чотири. Інші пристрої вже використовують AllJoyn протягом декількох місяців і виробники працюють над тим, щоб привести їх до останньої версії та отримати сертифікати, сказав Philip DesAutels, старший директор AllSeen з IoT.

OIC: Open Interconnect Consortium (Відкритий консорціум з'єднання) включає Intel, Samsung, Dell і Cisco (деякі виробники засунули свої пальці в багато пирогів). Він протестував кілька продуктів на взаємодію і планує показати їх у номері готелю недалеко від CES. Із-за відкритого вихідного коду проект назвали IoTivity. Користувачі з іншими технологіями, у тому числі, такі конкуруючі, як AllJoyn, можуть встановити плагіни, які дозволяють OIC-продуктам працювати з іншими типами пристроїв, як заявив виконавчий директор OIC Michael Richmond[34].

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].

На виставці CES деякі виробники будуть також говорити про мережеві протоколи, які вони використовують, хоча споживачі рідше купують в магазинах, орієнтуючись на мережі. Розподіл частот між цими протоколами та пропускна здатність мереж на їх основі наведені нижче.

Ще кілька основних моментів:

Wi-Fi: Всюдисуща бездротова система, яка залишається в серці більшості домашніх мереж, але багато невеликих з батарейним живленням пристроїв не буде безпосередньо спілкуватися з нею через вимоги до розмірів і потужності.

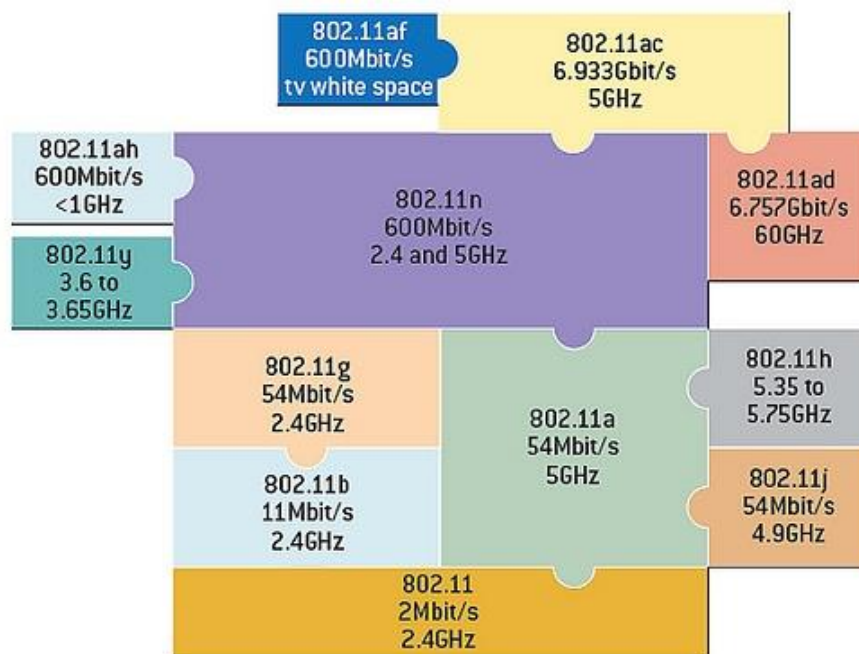


Рисунок 4.11 – CES мережеві протоколи

IEEE 802.11ah: Версія Wi-Fi з низьким енергоспоживанням, рекомендована для схвалення в 2016 році. Із-за використання більш низьких частот (приблизно 900 МГц, де не потрібне ліцензування) розширена зона доступу. Порівняння зон охоплення при використанні різних протоколів наведені нижче:

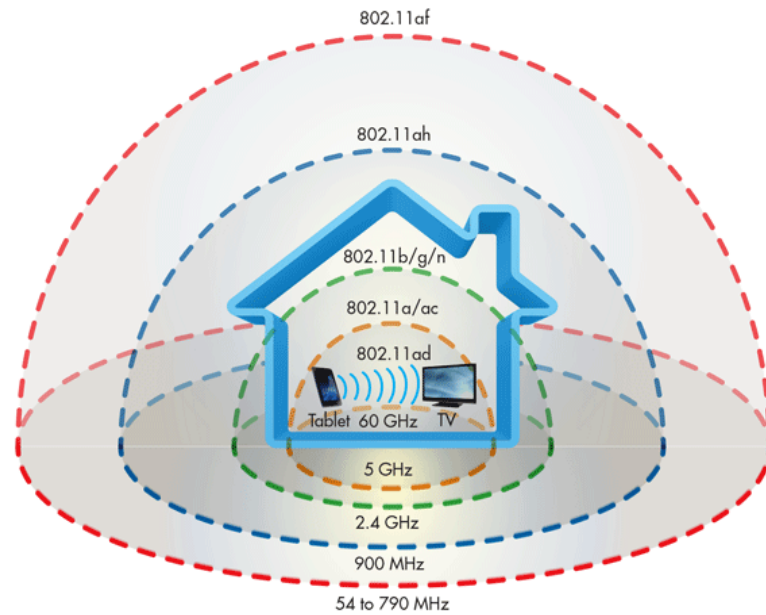


Рисунок 4.12 – Bluetooth Smart

Bluetooth: Знайома приватна мережа реалізує IoT з енергоефективністю версії Bluetooth Smart (або Low Energy) і, як очікується, розширить діапазон і ємність мережі в 2016 році[38].

Z-Wave: Комерційна технологія з низьким енергоспоживанням, ліцензована Sigma Designs, і використовуються в широкому діапазоні зв'язаних домашніх пристроїв.

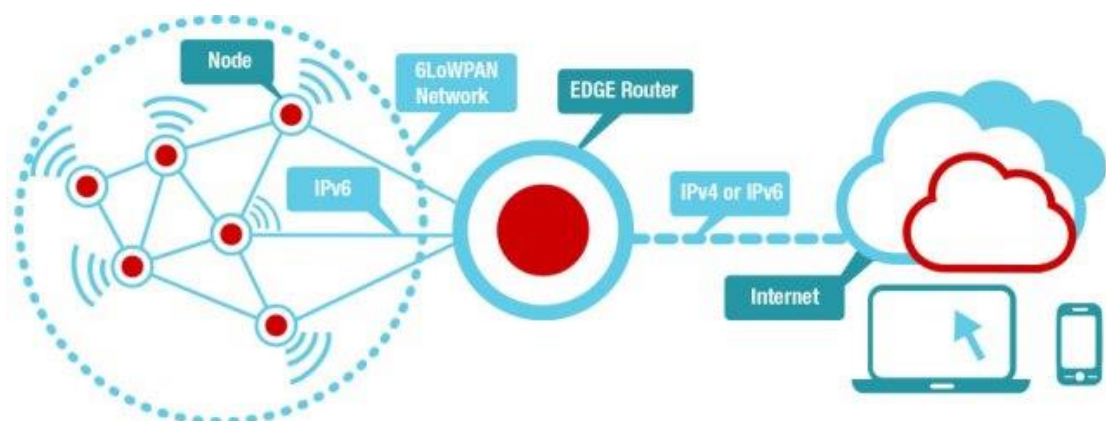


Рисунок 4.12 – Sigma Designs домашніх пристроїв

ZigBee: Комерційна мережа на основі стандарту IEEE 802.15.4, яка широко використовуються в малопотужних домашніх пристроях.

6LoWPAN: Нова версія IEEE 802.15.4 комірчаної мережі лише для стандарту IPv6.

4.6 Висновки до четвертого розділу

В ході роботи над четвертим розділом було проаналізовано дистанційне управління протоколу MQTT, який дозволяє реалізувати систему дистанційного керування та контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях. Реалізовано методи захисту і якість обслуговування при передачі повідомлень.

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою даного розділу є дослідження інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень.

Щоб виконати оцінку економічної ефективності необхідно розрахувати трудомісткість реалізації проекту, витрати на оплату праці найманим працівникам, витрати апаратного і програмного забезпечення, амортизаційні відрахування, витрати енергоресурсів та інші витрати які є основними пунктами виконання обчислень, а також показники економічної ефективності розробки проекту.

5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Розробка надійної і ефективної інформаційної системи вимагає значних затрат часу. Слід зауважити, що самі ж затрати напряду залежать від кваліфікації розробника та його професійних можливостей. Розробник системи та програмного забезпечення повинен у достатній мірі володіти навиками проектування та програмування, вміння адекватно та професійно використовувати математичні засоби та бути добре обізнаними з об'єктом дослідження.

Реалізація проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів складається з низки послідовних та взаємопов'язаних етапів[39].

Кожен із етапів реалізації проекту характеризується метою та змістом, оцінкою часу виконання, кількістю та спеціалізацією виконавців, а також приблизною оцінкою вартості.

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують попередній досвід, або нормативи часу. Опираючись на нормативи, можемо сказати, що тривалість виконання операцій, досить різна. В даному випадку, при дослідженні методів та засобі аналітичного опрацювання даних для

покращення дистанційного контролю мікроклімату, час операцій варіюється від 4 до 60 годин. Час виконання кожної операції приведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Постановка проблеми	інженер	5
2	Огляд існуючих рішень	інженер	7
3	Аналіз сфери застосування	інженер	8
4	Збір потрібної інформації та її опрацювання	інженер	16
5	Створення технічного завдання	інженер	13
6	Проектування системи	інженер-програміст	15
7	Технічна реалізація системи	інженер	45
8	Програмна реалізація системи	інженер-програміст	60
9	Тестування програмного продукту	Тестувальник	25
10	Створення документації	інженер-програміст	8
Всього			202

В підсумку на реалізацію проекту інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень необхідно 202

людино-годин, залучення трьох спеціалістів та виконання дев'яти різноманітних стадій реалізації проекту.

5.2 Розрахунок витрат на проведення НДР

Відповідно до Закону України «Про оплату праці» заробітна плата – це винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку за трудовим договором власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу[40].

Оплата праці залежить не тільки від результатів праці конкретного працівника, але також від результатів праці, прибутковості конкретного підприємства.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Місячний оклад кожного працівника слід враховувати згідно існуючих на даний час тарифних окладів. Згідно закону України «Про Державний бюджет України на 2019 рік», зокрема Статтею восьмою мінімальна заробітна плата у погодинному розмірі встановлена у розмірі 25,13 грн. Рекомендована тарифна ставка для інженера становить 50 грн./год., для інженера-програміста 70грн/год., для тестувальника 60грн/год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z, \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт виконує три спеціаліста, то основна заробітна плата буде розраховуватись за даною формулою:

$$Z_{осн.} = (88 \cdot 50) + (78 \cdot 70) + (24 \cdot 60) = 11\,444 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{додл.}, \quad (5.2)$$

де $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15 (візьмемо його рівним 0,15).

$$Z_{дод.} = 11444 \cdot 0,15 = 1716,6 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{о.п.}$) визначаються за формулою:

$$B_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод.} \quad (5.3)$$

$$B_{о.п.} = 11\,444 + 1716,6 = 13160,6 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- єдиний соціальний внесок ЄСВ (прибутковий податок) – 22%;
- військовий збір – 1,5%.

У сумі зазначені відрахування становлять 23,5 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{с.з.} = \Phi_{оп} \cdot 0,235 \quad (5.4)$$

де $\Phi_{оп}$ – фонд оплати праці, грн.

$$B_{с.з.} = 6008,75 \cdot 0,235 = 3092,74 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці наведено у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат на оплату праці

№з/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахув. на ФОП, грн.	Всього витрати на плату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тарифна	Кількість	Фактично нарах. з/пл.,			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Інженер	50	88	4400	–	–	–
2.	Інженер-програміст	70	78	5460	–	–	–
3.	Тестувальник	60	24	1440	–	–	–
Всього			190	11444	1716,6	3092,74	16253,34

З таблиці розрахунки витрат на оплату праці інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень видно, що всього витрати на плату праці становить 16253,34 грн.

5.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i, \quad (5.5)$$

де: q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду; p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{vi}. \quad (5.6)$$

Розрахунки занесемо у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунки матеріальних витрат

Найменування матеріальних ресурсів	Один. виміру	Норма витрат	Ціна за один., грн.	Затрати матер., грн.	Транспортно - заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на матер., грн.
1. Основні матеріали						
Місячна оплата користування межею Internet	грн	190	–	150	–	150
2. Допоміжні витрати						
Датчик	шт.	2	50	100	–	100
Контролер	шт.	1	45	90	–	90
Разом:						340

Загальні матеріальні інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень витрати на Internet, датчики і контролер становить 340 грн.

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (5.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 2,42 грн.

Потужність комп'ютера для створення дипломної роботи – 450 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 5.1 – 202 годин.

Тоді,

$$Z_e = 0,45 \cdot 202 \cdot 2,42 = 219,97 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію дорівнює 219,97грн.

5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Поняття "амортизація" або "амортизаційні відрахування" можна сформулювати як постійно накопичується в вартісному грошовому виразі знос основних засобів і нематеріальних активів для подальшого використання на реновацію, тобто на просте і розширене відтворення вартості відповідних активів[41].

Для визначення амортизаційних використовується формула:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%},$$

(5.8)

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.; B_B – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.; H_A – норма амортизації.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для даної дипломної роботи засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 17000 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 17000 \cdot 5\% / 100\% = 850 \text{ грн.}$$

Оскільки робота виконувалась 202 годин, то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = 850 \cdot 202 / 100 = 1615 \text{ грн.}$$

Згідно формули для визначення амортизаційних, де B_B множиться H_A і ділиться на 100% амортизація розробки становить 1615 грн.

5.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці. В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_6 = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (5.9)$$

де H_6 – накладні витрати.

Отже, накладні витрати:

$$H_6 = 6008,75 \cdot 0,2 = 1201,75 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 1201,75 грн.

5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	13160,6	60,11
Відрахування на соціальні заходи	1412,05	14,13
Матеріальні витрати	340	1,05
Витрати на електроенергію	219,97	1,28
Амортизаційні відрахування	1615	11,40
Накладні витрати	1201,75	12,02
Собівартість	17800,31	100,00

Собівартість (C_6) програмного продукту розрахуємо за формулою:

$$C_6 = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_6 + A + H_6. \quad (5.10)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$C_B = 13160,6 + 1412,05 + 340 + 219,97 + 1615 + 1201,75 = 17950,37$ грн.

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 17950,37 грн.

5.8 Розрахунок ціни дослідження

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

$$C = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (5.11)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності, 30 %; K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); $B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту); $ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти K та $B_{н.і.}$, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$C = C_B \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (5.12)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$C = 17950,37 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 23\,336,68 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни дослідження становить 23 336,68 грн.

5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу[42].

$$E_p = \frac{\Pi}{C_B}, \quad (5.13)$$

де Π – прибуток; C_B – собівартість.

Плановий прибуток ($\Pi_{пл}$) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = Ц - C_{\epsilon}. \quad (5.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 23\,336,68 - 17\,950,37 = 5\,386,31 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{\Pi_{пл}}{C_{\epsilon}}. \quad (5.15)$$

Тоді,

$$E_p = 5\,386,31 / 17\,950,37 = 0,30.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (5.16)$$

Термін окупності аналізу та створення інформаційної системи для дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,30 = 3,33 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 5 386,31 грн., економічна ефективність дорівнює 0,30 , а термін окупності становить 3,33 роки що вважається доцільним та економічно вигідним.

5.10 Висновки до п'ятого розділу

В розділі обґрунтування економічної ефективності було розраховано основні техніко-економічні показники при розробці програмного забезпечення для інформаційної системи дистанційного контролю житлових приміщень (див. таблиця 5.5).

Значення показника економічної ефективності становить 0,30 що є достатньо високим значенням, період окупності даної роботи становить 3,33 років, що є доцільним та економічно вигідним.

Таблиця 5.5 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	17 950,37
2.	Плановий прибуток, грн.	5 386,31
3.	Ціна, грн.	23 336,68
4.	Економічна ефективність	0,30
5.	Термін окупності, рік	3,33

Отже, найбільша питома вага припадає на витрати для оплати заробітної плати, розрахунок електроенергії, амортизаційних відрахувань, затрати на матеріали є не значними. Тому усі ці показники значно підвищили економічну ефективність і термін окупності даної розробки для покращення дистанційного контролю мікроклімату житлових приміщень. Система може бути реалізована та розвинена, оскільки вона є економічно вигідною по всіх основних технічних та економічних показниках.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Система управління охороною праці.

Система управління охороною праці (СУОП) — це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці. Створення СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації. Головна мета управління охороною праці є створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму і профзахворюванням [43].

Охорона праці базується на законодавчих, директивних та нормативно-технічних документах. При управлінні охороною праці не повинні прийматись рішення та здійснюватись заходи, що суперечать діючому законодавству, державним нормативним актам про охорону праці, стандартам безпеки праці, правилам та нормам охорони праці.

До основних функцій управління охороною праці належать:

- прогнозування і планування робіт, їх фінансування;
- організація та координація робіт;
- облік показників, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- стимулювання діяльності з охорони праці.

Функція планування, в основі якої лежить прогностичний аналіз, має вирішальне значення в СУОП. Планування роботи з охорони праці поділяється на перспективне, поточне та оперативне.

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

можливі відхилення від норм безпеки, а також перевірити виконання планів та управлінських рішень можна тільки на підставі регулярного та об'єктивного контролю.

До основних форм контролю за станом охорони праці належать: оперативний контроль; контроль, що проводиться службою охорони праці підприємства; громадський контроль; адміністративно-громадський трьохступеневий контроль; відомчий контроль вищих органів. Необхідно зазначити, що крім контролю, здійснюється нагляд за охороною праці з боку державних та профспілкових інспекцій.

Адміністрація (роботодавець) для створення безпечних і нешкідливих умов праці працівників і для власної безпеки зобов'язана керуватися переліком таких основних нормативно-законодавчих актів і документів з охорони праці:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Типове положення про службу охорони праці;
- Положення про порядок розслідування нещасних випадків, що сталися під час навчально-виховного процесу в навчальних закладах (Наказ МОН України № 616 від 31.08.2001 року);
- Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві (Постанова КМУ № 1112 від 25 серпня 2004 року);
- Типове положення про навчання з питань охорони праці;
- Положення про розробку інструкцій з охорони праці;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою;
- Граничні норми підняття і переміщення важких речей жінками;
- Граничні норми підняття і переміщення важких речей неповнолітніми;
- Положення про медичний огляд працівників окремих категорій;
- Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;

- 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.

6.2 Вимоги до робочого середовища користувача ЕОМ: мікроклімат, освітлення, рівень шуму, електромагнітне випромінювання

Приміщення з ЕОМ повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до вимог переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежегасіння та пожежної сигналізації, затвердженого наказом Міністерства внутрішніх справ України і зареєстрованого в Міністерстві юстиції України з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на кожні 20 кв. м площі приміщення з урахуванням граничнодопустимих

концентрацій вогнегасної рідини відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні [45].

Правила експлуатації ЕОМ встановлюють вимоги безпеки та санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання робочих місць користувачів ЕОМ і працівників, що виконують обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ, та роботи з застосуванням ЕОМ, відповідно до сучасного стану техніки та наукових досліджень у сфері безпечної організації робіт з експлуатації ЕОМ та з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих питань.

Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища включають вимоги до параметрів мікроклімату, освітлення, рівень шуму і електромагнітного випромінювання.

У виробничих приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря.

Приміщення з ЕОМ повинні мати природне і штучне освітлення. Природне світло повинно проникати через бічні світлопрорізи, зорієнтовані, як правило, на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби.

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників.

Рівні шуму на робочих місцях осіб, що працюють з відеотерміналами та ЕОМ, визначені ДСанПіН 3.3. 2-007-98.

Для забезпечення нормованих рівнів шуму у виробничих приміщеннях та на робочих місцях застосовуються шумопоглинальні засоби, вибір яких обґрунтовується спеціальними інженерно-акустичними розрахунками.

Рівні електромагнітного випромінювання та магнітних полів повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1. 006 "ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля", СН N 3206-85 "Гранично допустимі рівні магнітних полів частотою 50 Гц" та ДСанПіН 3.3. 2-007-98.

6.3 Створення і функціонування системи моніторингу довкілля з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території

Державна система моніторингу довкілля - це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Це Положення визначає порядок створення та функціонування такої системи в Україні.

Система моніторингу є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн [46].

Система моніторингу – це відкрита інформаційна система, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства; збереження природних екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Створення і функціонування системи моніторингу з метою інтеграції екологічних інформаційних систем, що охоплюють певні території, ґрунтується на принципах:

- узгодженості нормативно-правового та організаційно-медичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових частин;

- систематичності спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього;

- своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання інформації про стан довкілля, що надходить і зберігається в системі моніторингу;

- об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, заінтересованих міжнародних установ та світового співтовариства.

Моніторинг довкілля здійснюють:

- Мінприроди - ґрунтів на природоохоронних територіях (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів); державного екологічного картування території України для оцінки його стану та його змін під впливом господарської діяльності; наземних екосистем (фонова кількість ЗР, у тому числі радіонуклідів); видів рослинного і тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення, та видів, що перебувають під особливою охороною.

- Мінекономіки - ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів); сільськогосподарських рослин і продуктів з них (токсикологічні та радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів).

- Держлісагентство - ґрунтів земель лісового фонду (радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів,

агрохімікатів і важких металів); лісової рослинності (стан, продуктивність, пошкодження біотичними та абіотичними чинниками, біорізноманіття, радіологічні визначення); мисливської фауни (видові, кількісні та просторові характеристики);

– Держгеокадастр - ґрунтів і ландшафтів, зрошуваних і осушених земель (вторинне підтоплення і засолення тощо); берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд (динаміка змін, ушкодження земельних ресурсів);

– Мінрегіон - питної води централізованих систем водопостачання (вміст ЗР, обсяги споживання); стічних вод міської каналізаційної мережі та очисних споруд (вміст ЗР, обсяги надходження);

– Держгеонадра - підземних вод (ресурси та використання); ендегенних та екзогенних процесів (видові і просторові характеристики, активність прояву).

Фінансування робіт із створення і функціонування системи моніторингу та її складових частин здійснюється відповідно до порядку фінансування природоохоронних заходів за рахунок коштів, передбачених у державному та місцевих бюджетах згідно із законодавством.

Покриття певної частини витрат на створення і функціонування складових частин і компонентів системи моніторингу може здійснюватися за рахунок інноваційних фондів у межах коштів, передбачених на природоохоронні заходи, міжнародних грантів та інших джерел фінансування.

6.4 Організація цивільного захисту на об'єктах промисловості та виконання заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження

Виходячи з принципів побудови цивільного захисту в Україні слід підкреслити, що територіально - виробничий принцип знайшов втілення в

організації цивільного захисту на об'єктах народного господарства, а також на територіях областей, міст і районів, в тому числі міських та сільських.

Відповідно до статті 16 Кодексу цивільного захисту України та з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру (далі - надзвичайні ситуації), забезпечення стійкого функціонування об'єктів в умовах особливого періоду Кабінет Міністрів України.

Поставляє установити, що дія цієї постанови поширюється на органи управління цивільного захисту, а саме на центральні органи виконавчої влади, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київську та Севастопольську міські, районні, районні у м. Києві та Севастополі державні адміністрації, військово-цивільні адміністрації, органи місцевого самоврядування та об'єкти незалежно від форми власності, порушення функціонування яких може завдати шкоди життєво важливим національним інтересам та які провадять діяльність та надають послуги в галузях енергетики, хімічної промисловості, підлягають охороні та обороні в умовах надзвичайного стану і особливого періоду, є об'єктами підвищеної небезпеки[47].

Для керівництва поточної роботи з цивільного захисту на об'єкті економіки створюється основний орган управління - штаб цивільного захисту. До складу штабу цивільного захисту входять: начальник штабу і його заступники (помічники) з оперативно-розвідувальної частини, бойової підготовки, житлового сектора.

Посада начальника штабу цивільного захисту передбачається штатним розкладом об'єкта. Начальник штабу є першим заступником начальника цивільного захисту об'єкта і має право за його ім'ям віддавати накази та розпорядження з цивільного захисту. Він є безпосереднім організатором управління цивільним захистом і сповіщення про загрозу або факт надзвичайної ситуації, розвідки, дозиметричного і хімічного контролю, веде поточне та перспективне планування, підготовку формувань і

виробничого персоналу з цивільного захисту та контроль за виконанням всіх заходів з цивільного захисту.

Керівникам функціональних та територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та підприємствам, установам, організаціям незалежно від форми власності, на які поширюється дія цієї постанови, забезпечити:

- уточнення планів реагування на надзвичайні ситуації і планів локалізації та ліквідації наслідків аварій, здійснення заходів щодо запобігання їх виникненню;

- готовність до здійснення оповіщення органів управління та сил цивільного захисту, населення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації та інформування їх про межі поширення, наслідки, способи та методи захисту, а також дії у зоні можливої надзвичайної ситуації;

- спостереження та контроль за ситуацією на об'єктах, на які поширюється дія цієї постанови, територіях цих об'єктів та/або за їх межами, а також здійснення постійного прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій, їх масштабів;

- готовність наявних сил і засобів цивільного захисту, можливість залучення додаткових сил і засобів у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

- створення і використання матеріальних резервів для запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків.

Державній службі з надзвичайних ситуацій узагальнювати аналітичні матеріали та подавати їх для розгляду Державній комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій для забезпечення координації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій державного рівня.

Остаточне рішення щодо рівня надзвичайної ситуації з подальшим відображенням її у даних статистики, у тому числі при відсутності достатніх відомостей щодо розвитку надзвичайної ситуації, приймає спеціально

уповноважений центральний орган виконавчої влади, до компетенції якого входить вирішення питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, за погодженням у разі потреби із зацікавленими міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади. Обов'язково враховується (за його наявності) експертний висновок регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій щодо рівня надзвичайної ситуації.

6.5 Висновки до шостого розділу

В даному розділі було розглянуто актуальні теми безпеки в надзвичайних ситуаціях. Були отримані знання стосовно експлуатації ЕОМ правил і вимогам, які затверджені комітетами по нагляду за охороною праці та іншими органами, які відповідають за безпеку життєдіяльності. Також запобігти негативним змінам стану довкілля та запобігання ліквідації в надзвичайних ситуацій, які загрожують життю і здоров'ю людей.

7 ЕКОЛОГІЯ

7.1 Аналіз сучасних програмних продуктів для обробки великих масивів екологічної інформації

Оперативне, якісне і точне оброблення великих обсягів еколого-статистичної інформації виконують з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки. Наявність потужних, надійних і разом з тим простих в експлуатації програмних продуктів статистичного аналізу звільняє дослідника від рутинних операцій, розширює сферу застосування статистичних методів в обробленні даних про якість навколишнього природного середовища та його ресурсів і новим можливостям статистичного аналізу і моделювання даних. Використання пакетів комп'ютерних програм – це єдиний реальний практичний інструмент розв'язування задач багатофакторного кореляційно-регресійного та аналізу в багатовимірному просторі даних про стан навколишнього природного середовища, його ресурсів зокрема.

Програмне забезпечення еколого-статистичних досліджень досить розвинене. Сучасний ринок програмних продуктів пропонує різноманітні пакети програм для статистичного оброблення даних про стан навколишнього природного середовища та його ресурсів[48].

Всесвітньо відомі статистичні пакети для комплексного оброблення даних: BMDP, SPSS, SAS, Systat, Minitab, SPlus, Stratgraphics Statistica та інші.

Відомою і загально визнаною на ринку статистичного програмного забезпечення є інтегрована система Statistica. У ній реалізується графічно орієнтований підхід до статистичного аналізу даних, суть якого полягає в отриманні всебічного візуального представлення інформації на всіх етапах статистичного оброблення даних про стан навколишнього природного середовища та його ресурсів.

Багатофункціональна, графічно орієнтована на оброблення масових даних система Statistica відповідає основним стандартам Windows.

Складніші процедури оброблення даних у системі Stratgraphics виконує спеціалізований модуль Data Management – «Управління даними», а для оброблення великих масивів даних використовують Megafile Manager Data – «Менеджер мегафайлів».

Система Stratgraphics працює з чотирма типами документів:

- електронна таблиця Spreadsheet призначена для введення і перетворення первинних даних;
- електронна таблиця Scrollsheet для виведення результатів аналізу;
- графік – для візуалізації результатів оброблення та аналізу даних;
- Звіт – файл у формі RTF (розширеній текстовий формат), в якому зберігається текстова, числова і графічна інформація.

Усі статистичні процедури системи розбито на окремі модулі, кожен з яких об'єднує групу логічно зв'язаних між собою статистичних методів і у рамках конкретної моделі забезпечує повний і всебічний аналіз закономірностей.

Система Statistica включає модуль Anova|Manova – «Дисперсійний аналіз», методи багатовимірного аналізу (клестерний, дискримінантний, факторний, факторне шкалювання, канонічні кореляції).

Особливе місце посідає модуль Sepath – «Моделювання взаємозв'язків системами структурних рівнянь».

Необхідно зазначити, що спеціалізовані пакети, до яких належать Statistica, - це відносно дорогі, а отже, і не завжди доступні програмні продукти.

Переважну більшість задач статистичного аналізу можна досить ефективно розв'язувати з використанням програми обробки електронних таблиць Microsoft Excel. Спектр доступних стандартних статистичних функцій останніх версій Microsoft Excel майже не поступається спеціальним програмам обробки статистичних даних (понад 70 функцій).

Використання сучасних комп'ютерних технологій оброблення даних, інтерактивний спосіб взаємодій з системою перетворюють статистичний аналіз, моделювання та прогнозування в захоплююче дослідження закономірностей навколишнього світу, довкілля і його об'єктів зокрема.

Завдяки різноманітним формам організації діалогу, максимально простій із звичними для статистики термінами мові спілкування, наявності конкретно-залежної довідкової системи, мові програмування Statistica Basic пакет є ефективним інструментом проведення статистичного дослідження як для користувача-початківця, так і для професіонала.

7.2 Статистичний аналіз екологічності виробництва

Екологічний аналіз виробництва підприємств-забруднювачів ґрунтується на системі показників та інформації, необхідних для прийняття оптимальних управлінських рішень у сфері раціоналізації природокористування й охорони навколишнього середовища, екологізації та екологічності виробництва.

Екологічний рівень промислового виробництва може бути представлений у вигляді системи показників, які формують основні складові екологічної діяльності підприємства у взаємозв'язку з виробничо-господарською діяльністю. Система показників екологічного рівня виробництва враховує основні аспекти природоохоронної діяльності підприємства (організаційно-технічний рівень, управління, фінансування і т.д.), а також ступінь впливу виробництва на навколишнє середовище у взаємозв'язку з кінцевими результатами.

Загальна класифікація екологічних показників з метою оцінки й аналізу екологічності виробництва у промисловості може бути подана за такими ознаками: за змістом, за рівнем визначення, за часовим інтервалом, за об'єктом оцінки, за характером використання:

– за змістом екологічних показників (натуральні показники екологічності технологічних процесів, виробничо-господарської діяльності в цілому та її окремих складових);

– за рівнем визначення (народногосподарський рівень - аналізуються макроекономічні показники екологічної спрямованості, галузевий рівень - галузь розглядається в основному як сукупність підприємств);

– за часовим інтервалом (ретроспективні, поточні, фактичні, оперативні, прогностичні, планові);

– за об'єктом оцінки (виробництво в цілому, окремі етапи відтворювальних процесів (виробничо-технологічні, переробні, організаційні, природоохоронні, ресурсозбережні та виробництво конкретних видів продукції, види виробничо-господарської діяльності підприємств);

– за характером використання (регулюючі - це показники, що безпосередньо застосовуються в процесі регулювання екологічності виробництва і якості навколишнього середовища, а також стану екосистем у процесі використання) [49], [50].

Екологічні показники — показники, що характеризують різні аспекти використання природних благ. Можна застосовувати такі системи показників:

– економічні показники, що базуються на обліку величини екологічних витрат (економічного збитку або витрат на його запобігання);

– енергетичні показники, що враховують енергоємність здійснюваних процесів і використовуваних товарів і послуг (непрямо з цим пов'язуються екодеструктивні процеси);

– показники екологічного навантаження на землю (так звані показники "екологічного відбитка"), що характеризують площу землі, необхідної для забезпечення життя і діяльності однієї людини;

- показники порівняння, що характеризують рівень екологічності даної сфери виробництва (наприклад, зарубіжними або вітчизняними аналогами);
- показники наявності або відсутності вузлів екологічної деструкції в циклі виробництва і споживання виробів.

Систему показників екологічного виробництва доцільно використовувати і при створенні інформаційних систем, призначених для дослідження і регулювання екологічних проблем промислового виробництва.

7.3 Висновки до сьомого розділу

В даному розділі було розглянуто актуальні теми екології, такі як: аналіз сучасних програмних продуктів для обробки великих масивів екологічної інформації та статистичний аналіз екологічності виробництва. Інформацію для еколого-статистичних досліджень одержують з різних джерел, її кількість і якість залежить від методики дослідження і техніки оброблення зібраної еколого-статистичної інформації. Для її оброблення використовують різні статистичні методи із залученням спеціальних комп'ютерних програм.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

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.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2014_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://oprb.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, 2012. – 71 с.
8. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень [Текст]: навч.пос./ А. І. Купін, І. О. Музика, Д. І. Кузнецов. – Запоріжжя, 2017. – 177 с.
9. МСН 4.02-01:(проект) Межгосударственные строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование (Міждержавні будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування).

10. Інформаційні системи і технології [Текст]: навч.пос./ М.М. Бенько. – Київ, 2010. – 325с.
11. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. Редакція від 17.11.2006 р.
12. 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.
13. 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.
14. Платформа Rasbery Pi [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.securitylab.ru/analytics/491458.php> – Дата доступу: 15.08.19 Назва з екрана.
15. Модуль ESP 8266 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – 15.08.19 Назва з екрана.
16. 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.
17. Пристрої [Електронний ресурс]. – АТАГО – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atago.net/хах> – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.
18. Давач температури [Електронний ресурс]. – Давач температури – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 16.09.19 Назва з екрана.
19. 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.
20. 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.

21. 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.
22. Давач вологості [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://uawest.com/ua/datchik-temperaturi-vlagnosti-dht22-am2302arduino.html> – Дата доступу: 16.08.19 Назва з екрана.
23. Триггери SR, RS, ТТ и Rtrig [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 17.09.19 Назва з екрана.
24. Базові блоки вводу-виводу [Електронний ресурс]. – Базові блоки вводу-виводу – Режим доступу до ресурсу: <http://ste.ru/siemens/pdf/rus/ET200SP.pdf> – Дата доступу: 17.08.19 Назва з екрана.
25. Класифікація давачів [Електронний ресурс]. – Класифікація давачів – Режим доступу до ресурсу: https://stud.com.ua/28685/bzhd/klasifikatsiya_datchikiv – Дата доступу: Назва з екрана.
26. Підключення і характеристика датчика DHT-22 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/datchiki-temperature-i-vlazhnosti-dht11-dht22/> – Дата доступу: 17.08.19 Назва з екрана.
27. Характеристика MQTT [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/> – Дата доступу: 17.08.19 Назва з екрана.
28. Streaming Text Oriented Messaging Protocol [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Streaming_Text_Oriented_Messaging_Protocol – Дата доступу: 17.08.19 Назва з екрана.
29. Открытый проект клиента MQTT [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/388231/> – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.
30. Server and Connection Establishment – MQTT [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 19.09.19 Назва з екрана.

31. Кодування utf-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://imasiter.com/vsim_koduvannjam_koduvannja_utf___art_21.htm – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.
32. MQTT Protocol [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – Дата доступу: 19.09.19 Назва з екрана.
33. Огляд тенденцій розумних будинків [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://eba.com.ua/kontsepsiya-rozumnogo-mista-ta-mozhlyvosti-yiyi-realizatsiyi-v-ukrayini-opytuvannya-j-oglyad-ey/> – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.
34. Open Interconnect Consortium [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – Назва з екрана.
35. HomeKit [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: – Назва з екрана.
36. ZigBee [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.dusuniot.com/smartgateway?nullutm_campaignidagroupidcreativeutm_network=g&utm_matchtyp – Назва з екрана.
37. Технологія Z-Wave [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://skomplekt.com/technology/z_wave.htm/ Назва з екрана.
38. Bluetooth, Sigma [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.bookasutp.ru/Chapter2_11_2.aspx – Дата доступу: 20.08.19 Назва з екрана.
39. Обґрунтування економічної ефективності [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/12590605/menedzhment/obgruntuvannya_ekonomichnoyi_efektivnosti_innovatsiynogo_proektu – Дата доступу: 20.08.19 Назва з екрана.
40. Закон України про оплату праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://taxlink.ua/ua/normative_acts/zakon-ukraini-pro-oplatu-praci/ – Дата доступу: 18.08.19 Назва з екрана.
41. Розрахунки норм і сум амортизаційних відрахувань [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib>

- /17nebava_ekonomika_organizaciya_virobnichoyi_diyalnosti/55.htm – Дата доступу: 21.08.19 Назва з екрана.
42. Основи економічної теорії [Текст]: навч.пос./ М.О. Ажнюк, О.С. Передрій. – Київ, 2008. – 368 с.
43. Державна служба України з питань праці [Електронний ресурс]. – Про Державну службу України з питань праці – Режим доступу до ресурсу: <http://dsp.gov.ua/biohrafiiia/> – Дата доступу: 28.09.19 Назва з екрана.
44. Система управління охороною праці [Текст]: навч.пос./ С.В. Шапошникова, В.В. Чигарьов. – Донецьк: Ноулідж, 2012. – 112 с.
45. Перелік основних нормативно-законодавчих актів і документів з охорони праці [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://profspilka.kiev.ua/soc-zahust/ohorona_praci/docs_ohorona/1435-perelk-osnovnih-normativno-zakonodavchih-aktiv-dokumentiv-z-ohoroni-prac-u-zaklad-osvti.html – Дата доступу: 08.12.2019. – Загол. з екрану.
46. Вимоги до робочого середовища користувача ЕОМ – Навчальні матеріали онлайн [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/bjd/24275/>. – Дата доступу: 16.11.2019. – Загол. з екрану.
47. Еко-географія України [Текст]: навч.пос./ О.П. Гавриленко – К., 2008. – 646 с.
48. Цивільний захист [Текст]: навч.пос./ К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толок – Дніпродзержинськ, 2016. – 315 с.
49. Новиков, Ю. В. Охрана окружающей среды [Текст]: учеб. пособие для техникумов / Ю.В. Новиков. - Высшая школа, 1987. - 287 с.
50. Тарасова В.В. Екологічна статистика [Текст]: / В.В.Тарасова. - Київ: «Центр учбової літератури», 2008 р. - 391с.