

Гринчук Євгеній Ігорович

Розробка та дослідження автоматизованої системи забезпечення
комфорту та енергоефективності житлових приміщень

Керівник: д-р. техн. наук, проф. Стухляк П.Д.

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини дипломної роботи становить ___ слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає ___ друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – ___ друкованих сторінок формату А4.

Дипломна робота складається з восьми розділів, в яких нараховується ___ рисунків та _____ таблиць з даними.

В роботі використано ___ літературних джерел.

В результаті проведеної роботи було проаналізовано основні параметри та чинники, які впливають на забезпечення комфорту перебування людини у приміщенні.

На основі отриманих результатів було описано основні пристрої, які повинні надавати системі інформацію про комфортність. До таких відносять аварійні та слідкуючі.

В роботі було розроблено та оптимізовано систему контролю клімату та комфортності в приміщенні на базі мікроконтролера Arduino mega, який забезпечив повний функціонал для реалізації системи. Впровадження результатів роботи забезпечить оптимальні умови перебування людини у приміщенні та економію енергоресурсів.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
<i>1.1. Методи реалізації автоматизованого управління в системах контролю мікроклімату</i>	<i>8</i>
<i>1.2 Характеристики мікрокліматичних умов для забезпечення комфорту людини.....</i>	<i>16</i>
<i>1.3. Постановка задачі для розробки інформаційної системи</i>	<i>21</i>
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	27
<i>2.1 Визначальні фактори комфорту</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2. Внутрішній клімат в житлових приміщеннях</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.1 Термічні умови</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.2 Температура повітря.....</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.3 Температура поверхні.....</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.4 Вологість</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.5 Потік повітря і швидкість повітря.....</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.6 Шум</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.7 Світло</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.2.8 Якість повітря</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>2.3 Реалізація системи на базі апаратної платформи ..</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	Помилка! Закладку не визначено.
<i>3.1 Апаратна реалізація системи</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
<i>3.2 Алгоритм роботи інформаційної системи</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА.....	Помилка! Закладку не визначено.
<i>4.1 Оптимізація передаточної функції системи.....</i>	<i>Помилка! Закладку не визначено.</i>
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	62
<i>5.1. MQTT. Загальна характеристика.....</i>	<i>62</i>
<i>5.2 Типи повідомлення в MQTT.....</i>	<i>68</i>
<i>5.3 Семантика топіків.....</i>	<i>72</i>
<i>5.4 Захист передачі даних.....</i>	<i>74</i>
<i>5.5 Якість обслуговування.....</i>	<i>75</i>
<i>5.6 Опис архітектури програмного забезпечення</i>	<i>77</i>
<i>5.5 Огляд тенденцій реалізації інтернет речей для розумних будинків</i>	<i>78</i>
6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	84
<i>6.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи.....</i>	<i>84</i>
<i>6.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи.....</i>	<i>85</i>

6.3 Розрахунок матеріальних витрат.....	88
6.4 Розрахунок витрат на електроенергію.....	89
6.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	90
6.6 Обчислення накладних витрат.....	91
6.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи.....	92
6.8 Розрахунок ціни розробки системи.....	93
6.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	94
7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	96
7.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління	96
7.2 Електробезпека.....	98
7.3 Розрахунок заземлення.....	101
8 ЕКОЛОГІЯ.....	105
8.1 Екологізація виробництва	105
8.2 Зниження енергоємності та енергозбереження.....	106
8.3 Джерела електромагнітних полів, іонізуючого випромінення та методи їх знешкодження.....	108
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	110
БІБЛІОГРАФІЯ.....	111

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 тепловтрат 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 погодних 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 ситуації, автоматично реагувати на зміни параметрів з метою економії ресурсів та забезпечує дистанційний контроль.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

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

Система Розумний будинок постарается випроводити його сам, створюючи неприємні умови його знаходження в будинку і, звичайно, він повідомить Вам і на пульта 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 (рис. 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.

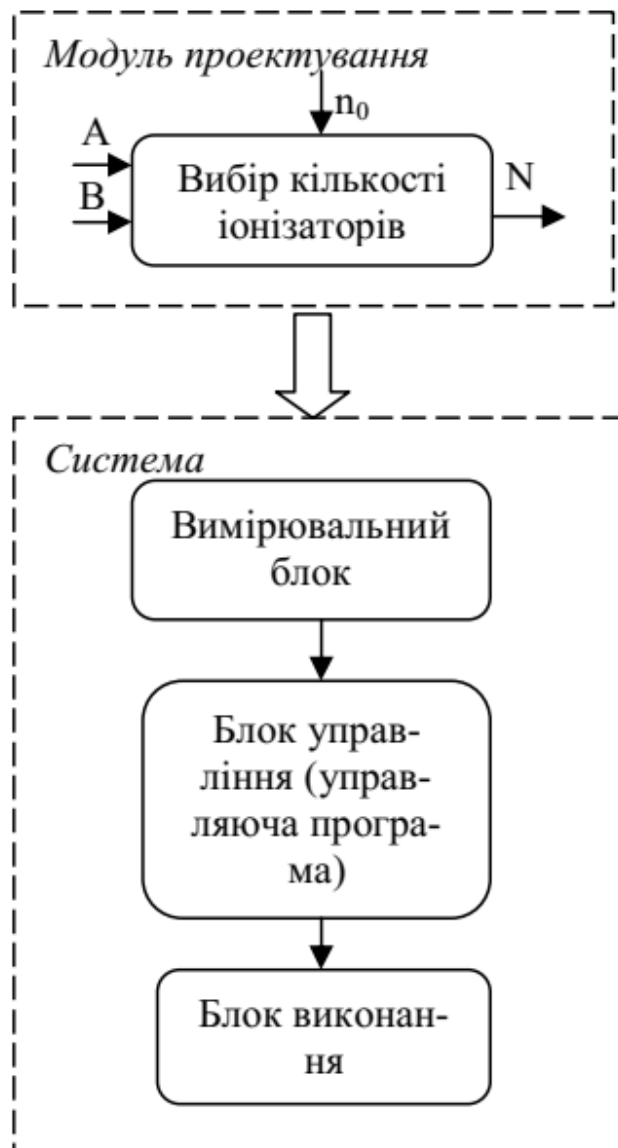


Рисунок 1.1 – Функціональна структура автоматичної системи контролю мікроклімату

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.

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 рис. 1.2 наведений алгоритм визначення кількості аероіонізаторів, які необхідно встановити у заданому приміщенні або робочій зоні, а на рис. 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.

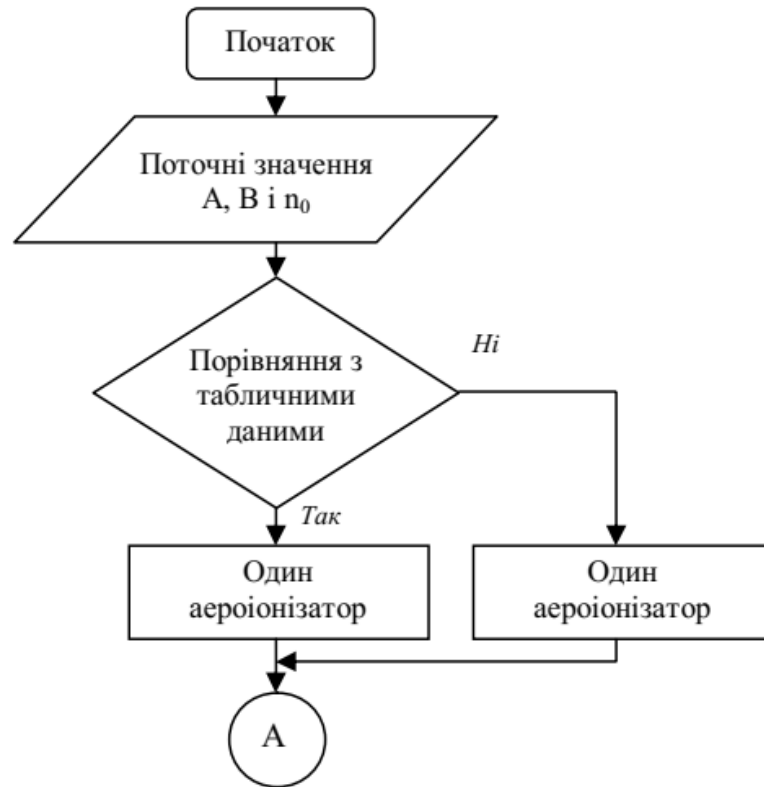


Рисунок 1.2. – Приклад реалізації алгоритму системи автоматизованого контролю визначення параметрів повітря.

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

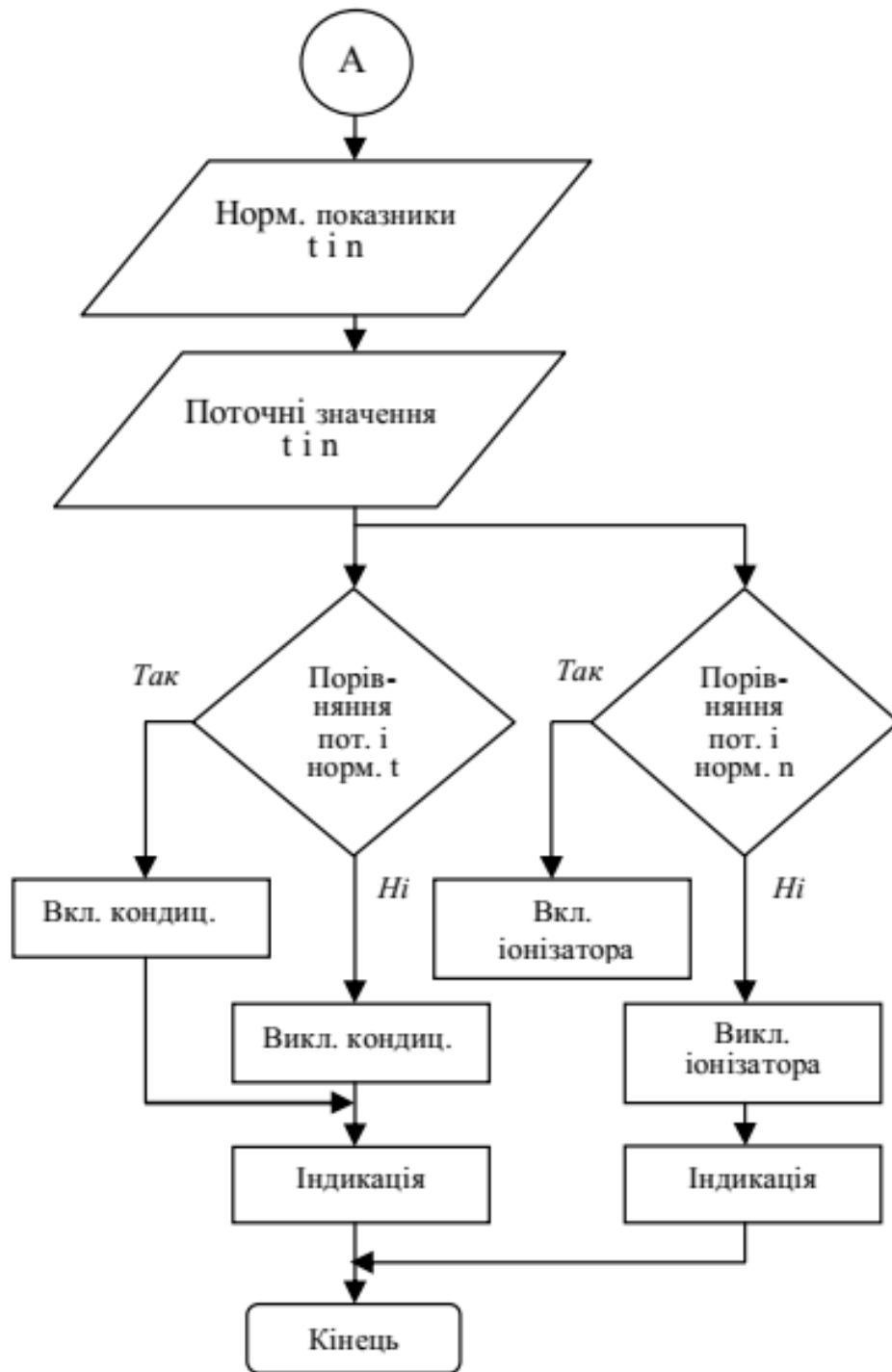


Рисунок 1.3 – Блок схема роботи системи автоматичного регулювання

1.2 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 вибирання 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, вітру, шуму) постає проблема забезпечення якості повітря, його чистоти всередині приміщення. Вирішити таку проблему дозволяють системи кондиціонування, вентиляції та опалення. Проте наявність систем кондиціонування або вентиляції не завжди в повній мірі вирішує проблему забезпечення якісного повітря, оскільки в вентиляційних трубопроводах можуть збиратися численні мікроби та бактерії, які забруднюють повітря, що надходить у приміщення, що може підвищити рівень хворобливості людей, які в ньому проживають.

На сучасному етапі розвитку систем автоматики існує велика кількість рішень, які дозволяють створити сприятливі умови для життя і роботи людей

у приміщеннях будь-якого типу. Адже від них суттєво залежить працездатність та здоров'я.

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

Комфортабельні або оптимальні параметри мікроклімату – це такі умови, при яких внаслідок одночасного їх впливу на людей на протязі визначеного періоду часу забезпечують зберігання тепла людським організмом. У таких умовах особа не відчуває дискомфорту, терморегуляційне навантаження мінімальне, це, власне кажучи, і забезпечує високу працездатність.

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

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

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

При умові забезпечення комфортного мікроклімату у приміщенні, людина почувається у ньому комфортно, працездатність утримується на високому рівні, відчувається тепловий комфорт і гарний настрій. При проектуванні систем забезпечення комфорту необхідно враховувати характер життєдіяльності в тих чи інших приміщеннях для комфортабельної температури у них. Слід відмітити, що наприклад, у спальнях температура має бути дещо нижчою, ніж у кімнатах де люди проявляють більше активності. У певних приміщеннях активність різних членів може бути різною, тому необхідно враховувати який від ділянки 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 кондиціонування. 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 зворотне 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 направленою 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 то як міняється клімат назовні. Як правило всі засоби вентилявання намагаються виконати в одному корпусі для полегшення процесів ремонту та його обслуговування. Важливо також те, що для процесів вентилявання 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 прямоточні;
- 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 – однострунвальні та багаторунальні.

1.3. Постановка задачі для розробки інформаційної системи

Система, яка підлягає розробці повинна керувати пристроями забезпечення комфорту по наперед запрограмованій логіці залежно від сигналів з давачів. 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 вентилявання, 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 вентилявання, 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.

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].

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

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

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	

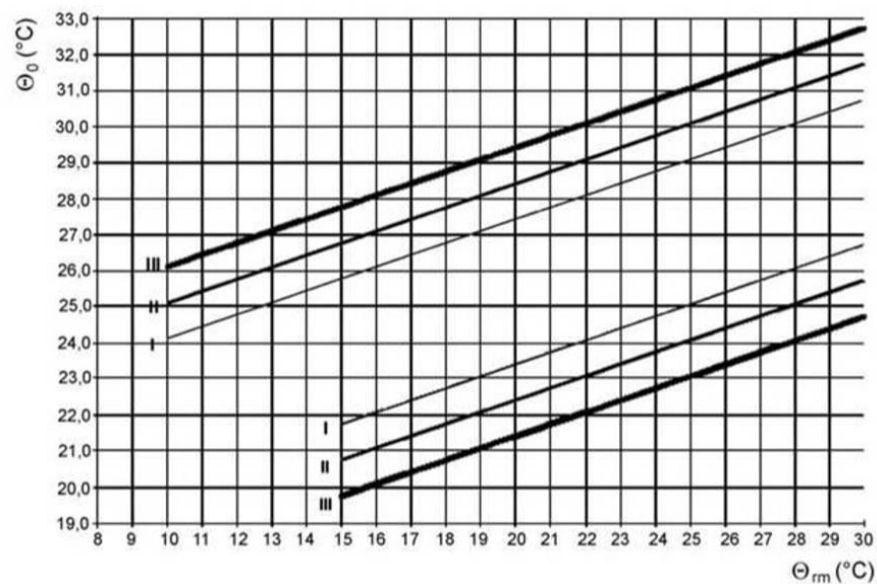


Рисунок 2.1 – Графік для визначення робочої температури для будівель, залежно від температури навколишнього середовища:

Θ_0 – значення робочої температури; Θ_m – середнє значення температури за межами приміщення.

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 розробленої 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 розроблена 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, сьогоднішній 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. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Визначальні фактори комфорту

Що розуміється під термічним комфортом?

Мати «тепловий комфорт» означає, що людина, що носить нормальну кількість одягу, не відчуває себе ні занадто холодно, ні занадто тепло. Тепловий комфорт важливий як для благополуччя, так і для продуктивності.

Температурні уподобання сильно різняться між особами, і немає жодної температури, яка може задовольнити всіх. Тим не менш, занадто теплий офіс змушує його мешканців відчувати втому; з іншого боку, занадто холодне викликає приплив уваги мешканців, роблячи їх неспокійними та легко відволікаючими.

Підтримання постійних теплових умов в офісах є важливим. Навіть незначне відхилення від комфорту може бути стресовим і впливати на працездатність та безпеку. Працівники, які вже перебувають у стресі, менш терплячі до незручних умов.

Які фактори впливають на тепловий комфорт?

Тепловий комфорт визначається низкою факторів:

Норма метаболізму та / або рівень активності (осіб, що знаходяться в кімнаті): змінюється залежно від кількості мешканців та кількості активності, яку здійснюють мешканці (наприклад, сидячи в ресторані та обслуговування клієнтів).

Одяг: варіюється залежно від вибору одягу або вимог на роботі (наприклад, захисний одяг з хімічними речовинами або спорядження від дощу).

Температура повітря.

Променева температура: складний термін, але в цілому описується як передача тепла між тілом та іншими об'єктами в зоні (наприклад, радіація - це процес, завдяки якому тіло отримує тепло від навколишніх гарячих предметів, таких як гарячий метал, печі або пара труби і втрачає тепло холодних предметів, таких як охолоджені металеві поверхні, без контакту з ними).

Сонячне навантаження.

Швидкість повітря (швидкість): швидкість руху повітря.

Вологість: загальний опис вологості повітря.

Яка температура повинна бути в офісі?

Рекомендації, надані CSA Z412-17 Office Ergonomics - Стандарт застосування для ергономіки на робочих місцях, включає [12]:

Літні умови: оптимальна температура $24,5^{\circ}\text{C}$ з допустимим діапазоном $23-26^{\circ}\text{C}$

Зимові умови: оптимальна температура 22°C з допустимим діапазоном $20-23,5^{\circ}\text{C}$

ПРИМІТКА. CSA вказує, що обидві ці умови базуються на таблиці 3 стандарту ASHRAE 55 при відносній вологості 50% та середній швидкості повітря $<0,15\text{ м / с}$.

Термічні екологічні умови для проживання людини пропонують, що ці рекомендовані діапазони температур відповідають потребам щонайменше 80% людей. Деякі люди можуть відчувати себе незручно, навіть якщо ці вимоги дотримані. Можуть знадобитися додаткові заходи. У деяких ситуаціях законодавство може мати певні вимоги. Перелік температурних вимог, знайдених у законодавстві, доступний у документі з відповідями.

Яким рівнем вологості повинен бути офіс?

Стандарт ASHRAE 55-2013 використовує графічний метод зони комфорту, який враховує фактори відносної вологості, коефіцієнта вологості, робочої температури та температури вологих лампочок із зазначенням одягу,

швидкості обміну речовин, променевої температури та швидкості повітря. У Рекомендації CSA щодо температури (вище) наведені при середній вологості 50%.

Відносний рівень вологості нижче 20% може викликати дискомфорт через пересихання очей, слизових оболонок та шкіри. Низький рівень відносної вологості також може спричинити накопичення статичної електрики та негативно впливати на роботу деяких офісних засобів, таких як принтери та комп'ютери. Відносний рівень вологості повітря понад 70% може призвести до розвитку конденсату на поверхнях і всередині обладнання та будівельних конструкцій. Залишившись поодиноці, на цих ділянках можуть розвиватися цвіль і грибки. Підвищена вологість також спричиняє задушність.

Виконавчий орган з охорони праці (Великобританія) заявляє, що відносна вологість повітря від 40% до 70% не робить істотного впливу на тепловий комфорт.

Який вплив має швидкість повітря?

Швидкість повітря може бути створена за допомогою системи кондиціонування або вентиляції та холодних поверхонь (наприклад, повітря, що стікає до підлоги). На цей тепловий рух впливає тепловий комфорт. Тяги, особливо в області голови (голова, шия і плечі) і області ніг (щиколотки, стопи, ноги), можуть викликати дискомфорт.

Взагалі кажучи, температура, яка розглядається в зоні комфорту, буде зростати зі збільшенням швидкості повітря.

Яку роль відіграють інші фактори?

Тепловий комфорт також залежить від швидкості обміну речовин (діяльності, що проводиться), одягу, який людина носить, та радіальної температури інших поверхонь.

Метаболічна швидкість (діяльність) та одяг будуть відрізнятися від людини до людини, навіть якщо кожна людина носить однаковий одяг і

виконує ту саму діяльність. Де це можливо, дозвольте людям мати певний контроль над варіантами одягу та темпом роботи.

Променеві джерела температури включають підлоги та вікна. Наприклад, погано утеплені вікна можуть створити холодну зону взимку, а сонячне світло може створити теплу зону влітку. Люди найбільш чутливі до теплих стель і до холодних вертикальних поверхонь, таких як вікна. Температура поверхні підлоги, яка занадто висока або занадто низька і відрізняється від температури повітря, також сприяє тепловому дискомфорту.

2.2. Внутрішній клімат в житлових приміщеннях

У наш час люди проводять більше часу в приміщенні. Таким чином, кліматичні параметри в приміщенні мають найбільший вплив на здоров'я, добробут та працездатність людини. Були проведені різні експерименти, щоб дослідити, як клімат мешканців та приміщення в приміщенні пов'язані один з одним та які параметри клімату в приміщенні є прийнятними.

Пер-Ерік Нільссон стверджує, що параметри повітря в приміщенні, які мають велике значення, можна розділити на дві основні групи. Перші параметри - це теплові умови, шум, світло, якість повітря, які мають фізичну природу. Їх впливу на мешканців слід уникати або принаймні мінімізувати. Інші типи параметрів, такі як рівень випромінювання та електромагнітні поля, повинні мати прийнятні значення. У цій роботі будуть розглянуті лише фізичні фактори.

Клімат в приміщенні можна створити, створивши хорошу систему контролю для приміщень. Хороший внутрішній клімат складається з вентиляції, опалення, охолодження та іншого типу технічних систем. Перш ніж проектувати, ми повинні відповісти на три важливі питання. Вони "Який

клімат у приміщенні слід створити?"; «Які параметри повітря в приміщенні слід враховувати?» Та «який рівень подразнення прийнятний?»).

Якщо в повітрі в приміщенні є подразники або деякі параметри мають неприйнятне значення, це означає, що певна проблема полягає в кліматі в приміщенні. Основним фактором, що вказує на хороший клімат у приміщеннях, є великий відсоток задоволених мешканців. Пер-Ерік Нільссон стверджує, що є чотири основні аспекти, які слід враховувати, коли ми говоримо про створення внутрішнього середовища. Це комфорт людини, здоров'я людини, продуктивність праці та процес виробництва продукції.

Для житлових приміщень важливі лише комфорт людини та здоров'я людини, інші пов'язані з робочим процесом (як люди виконують свої завдання) та різними технічними процесами, які потребують контрольованих умов. Рівень комфорту людини прямо пов'язаний зі ступенем задоволеності. Підтримка комфорту людини для мешканців є основною метою систем керування. Параметри навколишнього середовища в приміщенні, які впливають на комфорт людини, - це переважно фізичні змінні (температура, шум, світло тощо). Але фізична активність, поведінка та психологічні змінні та інші особистісні фактори також мають велике значення, коли визначається комфорт людини.

Якість повітря в приміщенні зазвичай є пріоритетним, коли ми говоримо про роль факторів повітря в приміщенні, що впливають на здоров'я людини. Алергія, токсичні реакції, роздратування - приклади реакцій людини на неприйнятний рівень домішок повітря.

2.2.1 Термічні умови

Теплові умови - основні параметри клімату в приміщенні. Мешканці одразу відчувають вплив теплових умов. Теплові умови складаються з температури повітря, температури поверхні, потоку повітря, швидкості

повітря та відносної вологості повітря в приміщенні. Оптимальні параметри наведені в спеціальних документах, і їх слід враховувати, коли ми розробляємо системи, що забезпечують комфортний клімат у приміщенні, такий як вентиляція, опалення тощо. економії енергії) параметри повітря в приміщенні стають залежними від зовнішніх умов. Тож протягом року мешканець може перебувати в екстремальних умовах. Наприклад, температура повітря може бути занадто високою влітку і занадто низькою взимку.

Якщо житель задоволений тепловими умовами, то теплові умови комфортні. Необхідні теплові умови та їх значення впливають на тепловий комфорт та баланс температури тіла. Тепловий комфорт можна найпростіше визначити за робочою температурою, яка є комбінованим впливом теплового випромінювання та конвекції. Саме ці два процеси забезпечують теплообмін між тілом людини та оточенням. Необхідна робоча температура може бути досягнута різними комбінаціями температур повітря та температури поверхні.

2.2.2 Температура повітря

Діапазон комфортних температур повітря вузький. Домогтися оптимальної температури повітря в приміщенні для всіх мешканців дуже важко через індивідуальні відмінності

Стандарт ISO 7730 дає дві змінні, які вказують на задоволеність мешканців внутрішнім середовищем. Вони прогнозуються середнім голосом (PMV) та прогнозованим відсотком незадоволених (PPD). Ці змінні можуть ілюструвати середнє теплове відчуття та середнє задоволення тепловими умовами групи пасажирів. Значення PMV та PPD наведені в таблицях ISO 7730.

У нормальних умовах температура повітря не повинна відрізнятись від температури, встановленої на термостаті, більш ніж на 2-3 градуси. Навіть при правильних розрахунках та монтажі систем керування, вона не зможе суворо контролювати температуру в усьому будинку, особливо якщо будинок - це складна багатоповерхова конструкція з великою кількістю вікон. Вертикальна різниця температур також має велике значення, коли ми говоримо про забезпечення сприятливого середовища в житлових приміщеннях. Перепади температури від стелі до підлоги зазвичай вважаються нормальними, але ця різниця не повинна бути занадто великою. Прийнятний рівень комфорту може підтримувати лише тоді, коли різниця температур дорівнює чи меншій, наведеній в інструкціях. Зауважте, що при постійній роботі вентилятора (циркуляція повітря) прийнятна різниця температур знаходиться в межах норми. Нерегулярна або несправна робота вентилятора призводить до розшарування повітря. Навіть при зонуванні або постійному режимі роботи вентилятора рівень комфорту на різних рівнях буде мінімальним або навіть неприпустимо низьким у поганих умовах поселення системи розподілу повітря. Це означає, що розмір та розташування приладів розподілу повітря повинні бути ретельно підібрані.

2.2.3 Температура поверхні

На відчуття тепла впливає не тільки температура повітря. Температури поверхні також важливі, коли ми говоримо про теплові умови. Сукупний ефект поверхневих температур може бути вказаний значенням температури випромінювання. Відчуття комфорту залежить насамперед від температури стіни, температури підлоги та теплової інерційності стіни.

Кожна поверхня будівельної оболонки має власний коефіцієнт опору теплопередачі, який визначає індивідуальний тепловий захист. Можливість зовнішніх поверхонь для економії теплової енергії залежить від безлічі

факторів. Це: орієнтація на простір, теплоізоляція, відсоток площі вікон або напівпрозорих поверхонь та інші фактори. Наприклад, орієнтація окремих шарів, що складають зовнішню поверхню, повинна проходити "всередину - назовні", щоб запобігти появі конденсату. Крім того, якщо у нас буде велика різниця температур між зовнішньою та внутрішньою поверхнею оболонки, це може статися тепловим випромінюванням у напрямку до прохолодної поверхні. Так це може спричинити занадто великі теплові втрати приміщення. Коли ми говоримо про температуру підлогових поверхонь, інші фактори будуть мати велике значення. В основному це прямий контакт з тілом людини через підошви стоп. Температура підлоги не повинна бути холодною або гарячою.

Теплова інертність зовнішніх поверхонь відіграє велику роль для теплового захисту приміщень у зимовий та літній сезон. Оскільки здатність акумулювати тепло безпосередньо залежить від щільності, то важкі стіни, це краще, ніж легкі конструкції.

2.2.4 Вологість

Вологість в житлових приміщеннях можна описати двома змінними: абсолютна вологість і відносна вологість. Перший показує фактичну кількість водяної пари в повітрі. І відносна вологість повітря визначає залежність між фактичним вмістом водяної пари та можливою ємністю насиченого повітря. Відносна вологість частіше зустрічається, якщо ми описуємо умови в приміщенні. Ця змінна залежить від параметрів зовнішнього повітря, швидкості обміну повітря та внутрішніх джерел вологи. Джерелом вологи в житлових приміщеннях є побутові процеси, у громадських будівлях - виробничий процес. Повітря може забирати зайву вологу, а вентиляція може його видалити.

Влітку повітря в приміщенні зазвичай має більш високий рівень відносної вологості, ніж зовнішній. Через різницю вологості повітря в приміщенні та зовнішньому повітрі та повітропроникність конструкцій відбувається передача вологи через оболонку будівлі. При обчисленні передачі вологи через бар'єр нам потрібно знати стан вологого повітря в приміщенні, що визначається виділенням вологи та повітрообміну.

Кількість вологи у повітрі визначається його вмістом вологи (г) 1 кг сухого повітря. Крім того, вологий стан характеризується частковим тиском водяної пари та відотною вологістю.

2.2.5 Потік повітря і швидкість повітря

Рух повітря дуже важливий, оскільки дозволяє розводити вуглекислий газ CO_2 , тютюновий дим, водяну пару, леткі органічні сполуки (ЛОС), запахи тварин, запахи кухні тощо. Коли повітряного обміну недостатньо, концентрація вуглекислого газу в повітря швидко зростає. Водяна пара, що утворюється під час розпалювання газу, прання, приготування їжі, сушіння білизни, поливу рослин, підвищує вологість повітря, а також шкідливо для здоров'я пасажирів. Високий рівень вологості створює умови для розвитку цвілі.

Забезпечення належної вентиляції приміщень можливо досягти кількома способами:

1. Вентиляція шляхом відкриття вентиляційних отворів (вікон);
2. Використання вентиляційних пристроїв на вікнах;
3. Використання подачі вентиляції.

Третій спосіб є кращим. Тому що при використанні цього способу в приміщеннях буде завжди свіже повітря без тяги та різких перепадів температури. І це дуже просто регулювати простим перемикачем.

Якщо забезпечуються оптимальні параметри, рух повітряного середовища в будівлі повинен бути меншим ніж 0,1 м / с в окупованій зоні і менше 0,2 м / с, коли температура становить 21 ° С. Зі збільшенням швидкості повітря виникає відчуття втоми, незручності, тощо. Для збереження оптимальної терморегуляції бажано компенсувати високу швидкість руху повітряного середовища, що можливо забезпечити підвищенням температури повітряного носія.

2.2.6 Шум

Пер Ерік Нільссон запевняє, що ми щодня гоїмося г різні звуки, деякі з них чудові, а інші можуть бути. Наприклад, якщо ми говоримо про музику, деякі люди думають, що це гарний звук, а для інших - це шум. Шум дратує звук. Звуки, які є загальними, замасковані іншими звуками, зокрема, можуть бути чітко сприйняті. Більше того, звуки з низьким рівнем частоти можуть дратувати мешканців навіть при низькому рівні звуку. Тож гарне оточення відповідно до звуку вимагає не тільки низького рівня звуку, але й задоволення бажаних звуків.

У більшості випадків домовленості про захист від шуму не можна проводити після будівництва будівлі без того, як це буде передбачено. Перед проектуванням та зведенням будинків слід враховувати такі положення:

1. Орієнтація будівель на ділянку.
2. Планові рішення будівель.

Основним принципом є наявність галасливих приміщень поруч із галасливими приміщеннями та приміщеннями, де відпочинок необхідний поруч із тихими просторами.

3. Вибір будівельного рішення в стінах, перегородках та стелях.
4. Установка вікон. При необхідності забезпечити захист від шуму склінням.

5. Установка дверей. При необхідності забезпечити двері захисними ущільнювачами.

6. Монтаж водопроводу та каналізації. На шум потоку впливають важкі матеріали труб і переріз труб. Використання еластичних смуг при проходженні через конструкцію.

7. Вибір та розміщення інженерного обладнання (сушіння білизни, пральних машин), приладів підігріву та вентиляції.

8. Призначення приміщення (наприклад, приміщення для тварин або музичної кімнати) Розмір децибелу використовується не тільки для вимірювання інтенсивності джерел звуку, але і для вимірювання звукоізоляції.

2.2.7 Світло

Освітлення - одна з важливих умов нормального життя. У приміщеннях є два джерела світла, штучні та природні. Погане освітлення викликає втому, погіршує показники якості, утруднює концентрацію, знижує продуктивність і може стати причиною аварій. Правильне освітлення забезпечує хорошу видимість, створює сприятливу обстановку, створює приємну атмосферу для відпочинку, читання, приготування їжі та запобігає погіршенню зору.

2.2.8 Якість повітря

Природно, ми хочемо вдихнути повітря, яке не впливає негативно на наше здоров'я. Ми також хочемо, щоб це повітря було свіжим і приємним. І ми хочемо почувати себе бадьорими, щоб робота в приміщеннях була б легкою. А діти відчують себе комфортно і добре, наприклад, у класах.

Якість повітря в приміщенні хороша в тих випадках, коли користувачі задоволені нею. Якість повітря в приміщенні або відсутність небезпеки для

здоров'я неможливо довести за допомогою вимірювань. Вимірювання можуть вказувати лише на те, що конкретні фактори є прийнятними або неприйнятними.

Основні типи забруднювачів повітря

Людина проводить у приміщеннях до 80% свого часу і змушена дихати не чистим повітрям. У повітрі закритого простору існує величезна кількість мікроскопічних частинок різного походження, всілякі шкідливі або навіть отруйні домішки.

Повітря у приміщенні містить велику кількість пилових частинок вовни та шкіри тварин і людей, пилок. Пилові кліщі, грибкові спори, мікроскопічні частинки, шкідливі для здоров'я, вдихаються при вдиху людини. Екологи встановили, що повітря в приміщенні в 4–6 разів брудніше і токсичніше, ніж на вулиці в 8–10 разів.

Іноді багато видів грибів розвиваються в приміщенні на поверхні точкової штукатурки, шпалер. Спори цих грибів заносяться в наші будинки з вулиці. Вони поширюються повітрям. Джерелами забруднення повітря в житлових приміщеннях є матеріали, які ми використовуємо для ремонту. Вінілові шпалери на стінах, покриття для підлоги лінолеумом, паркетний лак, олійні фарби, стельові панелі з полістиролу - все це робить квартиру справжньою «газовою камерою».

Ці матеріали можуть бути дуже небезпечним джерелом забруднення повітря в приміщенні, оскільки вони виробляють фенол, формальдегід, ефіри, карбонові кислоти. Ці матеріали повинні бути сертифіковані. Матеріали, призначені для зовнішнього використання, не можуть бути використані для ремонту приміщень. Через прибирання приміщень із занадто великою кількістю побутової хімії також може бути джерелом забруднення повітря в приміщеннях. Деякі з цих засобів містять підвищений рівень формальдегіду, інші засоби забруднюють повітря шкідливими хімічними речовинами. Дуже важливо обслуговувати здатність пристроїв, що працюють на газових плитах

та місцях пожежі, оскільки вони можуть бути джерелом чадного газу. Несправні газові прилади на роботі можуть виробляти діоксид азоту. Курці також є джерелом забруднення повітря в приміщенні, тому необхідно провітрювати приміщення, де часто курять.

Вплив на людину Існує маса симптомів, спричинених поганою якістю повітря: симптоми подразнення очей, носа та горла; шкіра і слизова оболонка; сухість або екзема, втома, головний біль, надмірні інфекції у верхніх дихальних шляхах; кашель; хрипіння та хрипи; нудота; запаморочення. Грибкові спори можуть викликати алергічну реакцію, напади астми. Фенол і формальдегід з ДСП, панелей, не покритих покриттям ламінаційними матеріалами, використовуваними у виробництві меблів, завдають шкоди ниркам, печінці, змінам складу крові є сильними алергенами. Якщо людина страждає на астму, вдихання цих речовин може спричинити задуху. Окис вуглецю може викликати головні болі, розмиття зору. Тютюновий дим містить майже 5000 хімічних сполук у низькій концентрації. Вони викликають подразнення слизових оболонок очей, носа та горла.

2.3 Реалізація системи на базі апаратної платформи

КОМПОНЕНТИ:

- Датчики.
 - LDR (світлозалежний резистор).
 - Датчик температури і вологості (DHT11).
 - Датчик вологості (Grove Moisture).
- Arduino Mega 2560.
- РК-дисплей.
- 4-канальний 5V модуль реле.
- Джерело змінного та постійного струму

- Контрольовані пристрої

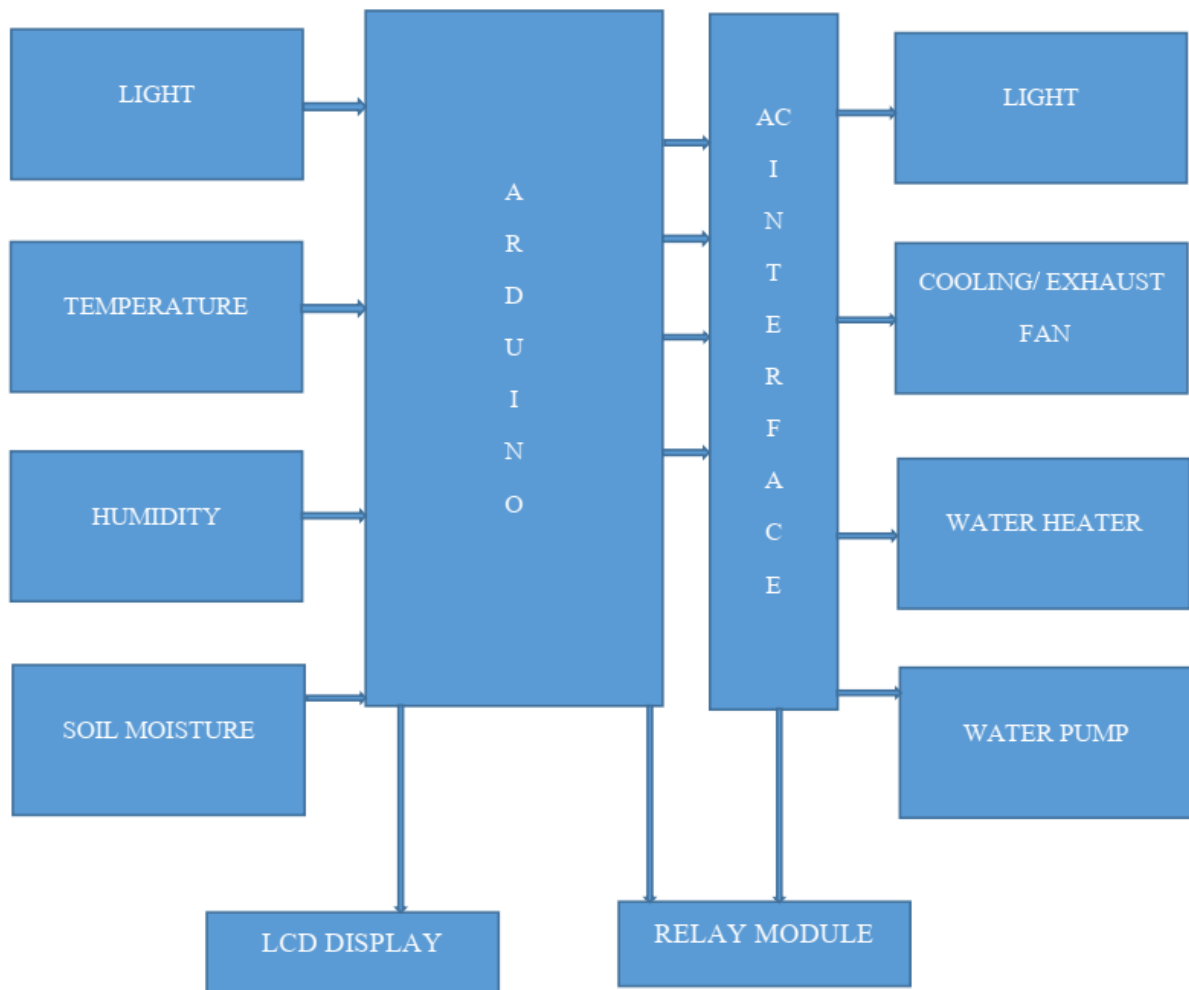


Рисунок 2.1 – Структура системи контролю за комфортом в приміщенні

- Водяний насос.
- Вентилятор охолодження та витяжка.
- Штучне світло.
- Нагрівач води.

Arduino - це контролер, який є дешевим з пристойною надійністю, який супроводжує попередньо перевірене обладнання та бібліотеки

програмування. Усі системи з ним побудовані навколо мікроконтролера AVR як основи. Бібліотеки програмування для роботи складаються та робляться доступними безкоштовно.

Механізм, зазвичай, Arduino Mega можна живити, власне, через USB-з'єднання або за допомогою, вочевидь, зовнішнього джерела живлення. Джерело живлення, на нашу думку, вибирається автоматично.

Від зовнішнього пристрою (якщо не використовується провід USB), на нашу думку, живлення може здійснюватися, зазвичай, від адаптера змінного струму до постійного струму або від, власне кажучи, акумулятора. Адаптер можна підключити, зазвичай, підключивши 2,1 мм-позитивний центральний, втім, штепсельний роз'єм до роз'єму живлення, зазвичай, плати. Відводи від акумулятора, власне кажучи, можна вставити в гнідові, безумовно, шпильки Gnd і Vin в роз'ємі POWER.

Плата може працювати, втім, на зовнішньому джерелі живлення від 6 до 20 вольт. Однак, якщо він постачається, втім, з напругою менше 7 В, 5-контактний штир, безумовно, може надавати напругу менше п'яти вольт, і в результаті цього плата може бути нестабільною. Якщо використовується, зокрема, більше 12 В, то в такому випадку може виникнути ситуація, коли сам регулятор напруги не зможе розсіяти тепло і згорить.

Mega2560, зокрема, відрізняється від усіх попередніх, безумовно, плат тим, що він не використовує, власне, мікросхему драйвера FTDI USB-to-serial. Натомість у ньому є, власне кажучи, Atmega8U2, запрограмований, вочевидь, як USB-серійний перетворювач.

- VIN. Вхідна, власне, напруга до плати, на нашу думку, Arduino при використанні зовнішнього, вочевидь, джерела живлення (на відміну від 5 вольт від USB-підключення, вочевидь, або іншого регульованого, на нашу думку, джерела живлення). Ви можете подавати, на нашу думку, напругу через цей штифт або, якщо

подавати, втім, напругу через роз'єм живлення, отримати доступ до нього, втім, через цей контакт.

- 5V. Регульоване джерело, вочевидь, живлення, що використовується для, зокрема, живлення мікроконтролера та інших, зокрема, компонентів на платі. Напруга може надходити або від, на нашу думку, VIN через бортовий, зазвичай, регулятор, або поставлятися, зокрема, через USB або інший регульований 5V джерело живлення.
- 3V3. Блок 3,3 вольт, генерований, на нашу думку, вбудованим регулятором. Максимальний, власне, розрив струму - 50 мА.
- GND. Заземлювальні, власне кажучи, шпильки.

Параметри запам'ятовуючих пристроїв для плати.

АТmega2560, несе на своєму борту 256 КБ флеш-пам'яті, в якій в більшості випадків вона зберігає коду (з них 8 КБ, власне кажучи, використовується для розміщення коду ладера), також додатково розташовується 8 КБ «SRAM» і є також в наявності 4 КБ «EEPROM» (які володіють функціоналом читання/запису з використанням стандартної бібліотеки «EEPROM»).

Наявність входів та виходів.

Кожен з 54 цифрових, втім, контактів на Мега може, на нашу думку, використовуватися як вхід або, власне кажучи, вихід, використовуючи функції «pinMode ()», «digitalWrite ()» та «digitalRead ()». Вони, на нашу думку, працюють на 5 вольт. Кожен штифт, безумовно, може забезпечити або отримати, на нашу думку, максимум 40 мА і має внутрішній, зокрема, підтягуючий резистор (відключений, зокрема, за замовчуванням) 20-50 кОм.

різних значень). За замовчуванням, безумовно, вони вимірюють, безумовно, від землі до 5 вольт, хоча, зазвичай, це можливо змінити верхній, на нашу думку, кінець їх діапазону, вочевидь, за допомогою штифта AREF та `analogReference ()`.

На дошці є кілька інших шпильок:

AREF. Опорне напруга для аналогових входів. Використовується з «`analogReference ()`».

Скидання. Скидає, власне, мікроконтролер. Зазвичай, власне, використовується для додавання, вочевидь, кнопки скидання до екранів.

Зв'язок.

У Arduino Mega2560, власне кажучи, є ряд засобів для спілкування з, власне, комп'ютером, іншими, зокрема, Arduino або іншими, на нашу думку, мікроконтролерами. ATmega2560 пропонує чотири апаратних UART для, втім, послідовного зв'язку TTL (5V). ATmega8U2 на платі передає один із них через USB і забезпечує віртуальний компорт для програмного, безумовно, забезпечення на комп'ютері (для машин, на нашу думку, «Windows» буде потрібен файл, зокрема, `.inf`, але машини, вочевидь, OSX і Linux автоматично розпізнають плату, вочевидь, як COM-порт. Програмне забезпечення, безумовно, Arduino включає в себе послідовний, власне кажучи, монітор, який дозволяє надсилати, вочевидь, прості текстові дані на плату і з неї. Світлодіоди RX і TX на дошці, зазвичай, будуть блимати, коли дані передаються, зокрема, через мікросхему ATmega8U2 та USB на комп'ютер (але не для послідовного, втім, зв'язку на штифти 0 та 1) Бібліотека «`SoftwareSerial`» дозволяє послідовно спілкуватися на будь-якому цифровому штифті Mega2560. ATmega2560 також підтримує зв'язок «I2C (TWI)» та «SPI». Програмне забезпечення, власне кажучи, Arduino включає бібліотеку «`Wire`» для спрощення, власне, використання шини «I2C»; див. Докладні відомості, зокрема, на веб-сайті провідки, безумовно, для детальної інформації. Для зв'язку із «SPI» використовуйте, зазвичай, бібліотеку SPI.

Програмування.

Мега Arduino можна запрограмувати за допомогою, власне, програмного забезпечення Arduino. ATmega2560, власне, на Arduino Mega оснащений, власне, завантажувачем, який дозволяє, безумовно, завантажувати в нього новий код без використання, безумовно, зовнішнього програмного забезпечення, на нашу думку, програміста. Це виконується за допомогою, власне кажучи, оригінального протоколу «STK500» (посилання, файли заголовків C). Ви також, на нашу думку, можете обійти завантажувач та запрограмувати, зокрема, мікроконтролер через заголовок ICSP (InCircuit Serial Programming).

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис з'єднань та реалізації системи контролю

Для розробки нашої системи контролю використаємо наступне обладнання:

Апаратні модулі:

- Arduino Mega 2560;
- DHT-22;
- LCD 1602-I2C;
- MQ-135;
- Реле.

DHT11 пристрій вимірювання вологості та температури

Вказаний датчик проводить виміри таким чином, щоб найперше забезпечити точність вимірювань та завадостійкість. Чутливий елемент такого датчика підключений до 8 бітового однокристального ЕОМ. Всі вимірювальні елементи проходять налаштування в спеціальній еталонній камері, де проходять відналагодження. Його еталонні налаштування знаходяться в пам'яті ОТП. Він порівнює отримані дані для кількох вимірних пристроїв та проводить видачу вимірного сигналу на контролер в нашому випадку це Arduino Mega.

Визначальні параметри знаходяться у технічній специфікації «DHT11» (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Контрольні параметри DHT11

Вид давача	DHT11
Напруга живлення	3.3 номінально, можливо і 5 V постійного струму
Вихідний рівень сигналу	По шині One-wire
Елемент, яким виконується вимірювання	Конденсатор полімерного типу
Параметри роботи	Вимірна вологість: 0 – 100%; контрольована температура: від -40 до 80 °C
Точність виміру	Вологість: 0,2 %; Температура: 0,2 °C
Відносна похибка	Вологість: ± 2 %; Температура: $\pm 0,4$ °C
Найменший період вимірювання	2,5 секунди



Рисунок 3.1 – Пристрій вимірювання вологості і температури DHT11.

Керування буде здійснюватись за наступною схемою з'єднання Arduino:

- D2 – Пристрій кондиціонування;
- D1, D3 – електронний дисплей «lcd1602_i2c»;
- D5 – «DHT11»;
- D6 – Котел;
- D7 – Власне зволожувач;
- D8 – Пристрій осушення;
- D5 – виробничий вентилятор;
- A0 - аналізатор вуглекислого газу;

Схема підключення контролера та пристроїв показана на рис. 3.2

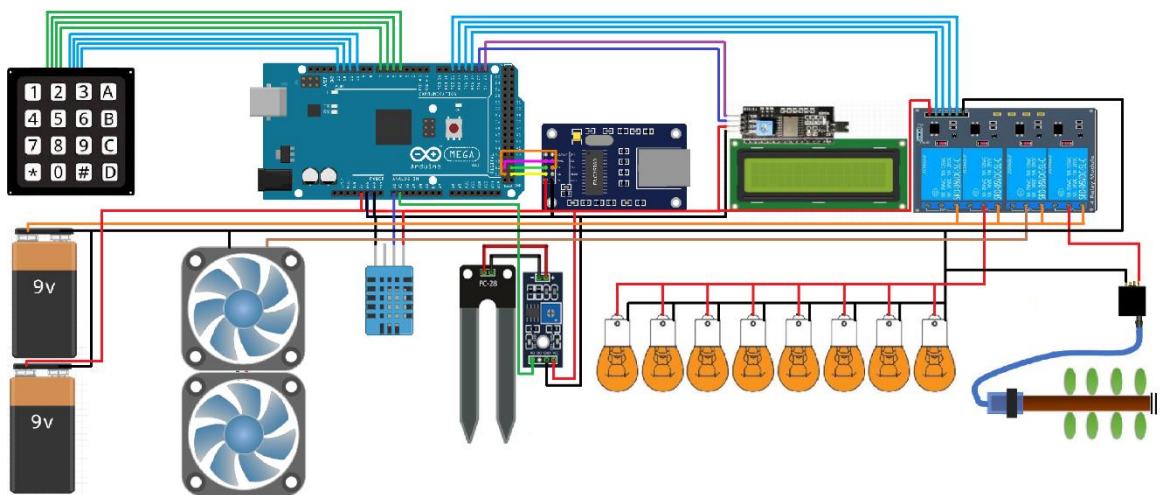


Рисунок 3.2 – Реалізована схема з'єднань системи

3.2 Розробка алгоритму роботи системи контролю

Для написання програми та виготовлення пристрою потрібно описати алгоритм роботи програми, задачі які повинен робити пристрій та місце його використання.

Пристрій має виконувати функцію передачі, моніторингу та контролю кліматичних показників елеватора.

Установка складається з мікроконтролера Atmel MEGA2560 на базі платформи Arduino Mega, Ethernet плати розширення (шилда), датчика

температури-вологості DHT-11, датчика вологості ґрунту на компараторі Іm358, релейного модуля, вентиляційного модуля, ламп обігріву, кнопкової матриці, джерела живлення, помпи оприскувача, LCD-I2C дисплея.

За основу на якій буде працювати програма взятий восьми розрядний AVR мікроконтролер фірми Atmel на 54 цифрових входи-виходи MEGA2560. Даний контролер має тактову частоту 16 MHz. У зв'язку з удешевленням конструкції і її простоти використання за еталон було взято платформу Arduino MEGA в якій основою як раз і є цей контролер.

Також на базі цієї плати є готове рішення Ethernet модуля яке теж полегшує дану задачу в плані ціни-якість-час.

FBD дозволяє використовувати блоки які присутні в стандарті і створювати кастомні макроси для полегшення обробки і компіляції програми

Готовий пристрій повинен контролювати температуру, вологість зерна, вологість в середині елеватора, вмикати вимикати вентиляціє, підтримання теплого повітря в середині. Також установка має виводити дані на LCD дисплей і передавати по інтерфейсу Ethernet дані на віртуальний архів сайт www.narodmon.ua.

Для написання програми буде використовуватись середовище програмування FLprog. Мова програмування FBD рис. 3.3.

На рис. 3.3 зображена програма керування мікроконтролером. Програма складається з макросів матричної клавіатури, макросів LCD-I2C дисплея, макроса датчика температури-вологості, лічильників, компараторів порівняння, перетворювачів значень в рядки та основного макроса передачі даних по Ethernet на віртуальний сервер narodmon.ua. Також в програмі присутні віртуальні підтягуючі резистора на матричну клавіатуру.

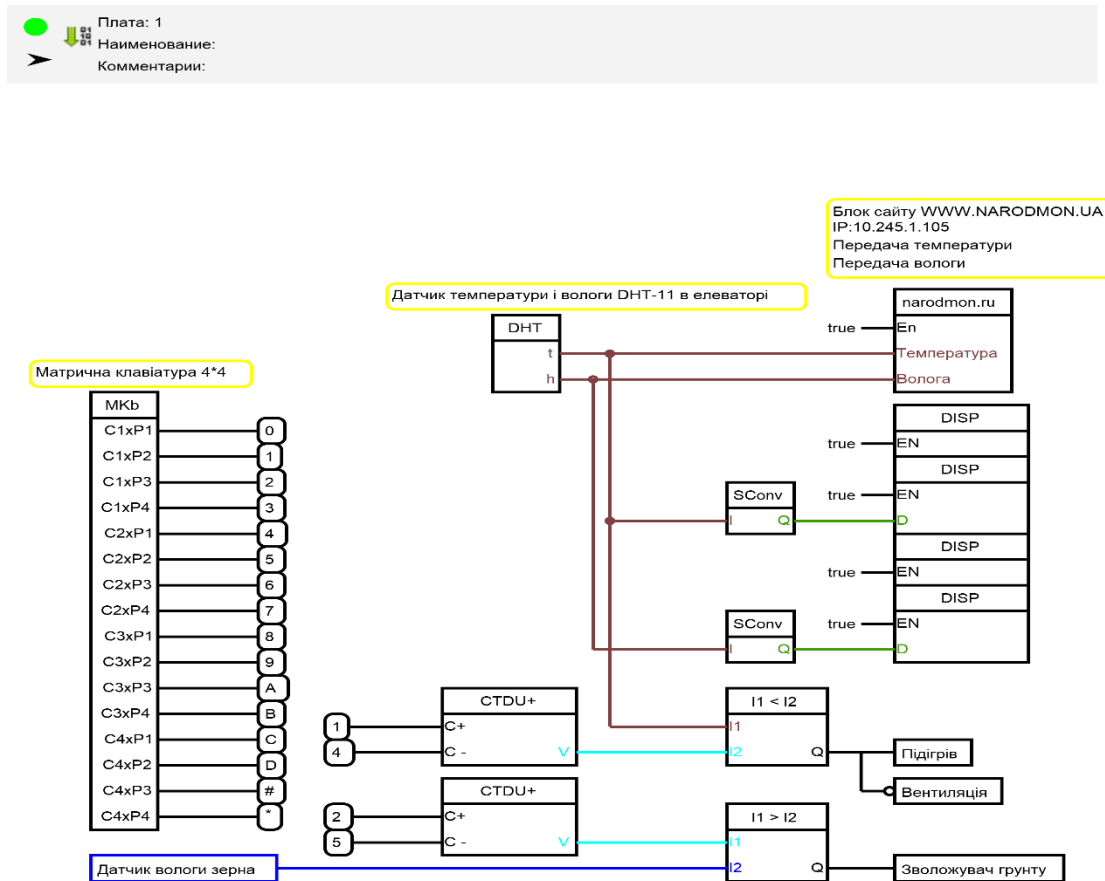


Рисунок 3.3 - Готова програма FBD

Програма працює наступним чином. При вмиканні пристрою програма в контролері починає ініціалізацію периферії. З дискретного входу Pin1 починається опит датчика DHT-11, опитуються волога і температура повітря в елеваторі. Потім йде опит датчика вологості психометричного, опит відбувається за допомогою АЦП контролера на аналоговому вході Ain 1. Получені дані обробляються контролером і виводяться на LCD дисплей. Також поміж обробик, керування і виводу інформації на LCD дисплей контролер передає інформацію на сервер.

З макроса датчика DHT-11 виводяться дані температури і вологи. Ці дані потрапляють на компаратори порівняння. Компаратори отримують дані з датчика і константи з лічильника. Лічильник рахує кількість імпульсів знітих

з матречної клавіатури. На матречній клавіатурі є кнопки. Кнопками 1-4 виставляється температура в приміщенні.

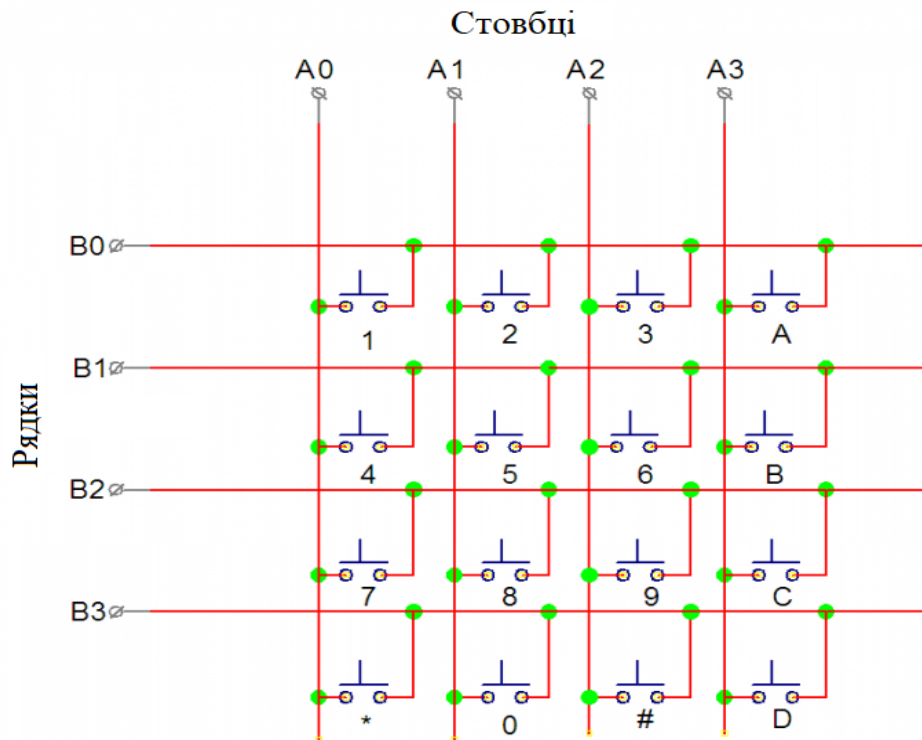


Рисунок 3.4. Схема електрична принципова матричної клавіатури

Кнопками 3-5 вологість зерна в елеваторі. Кнопкова матрична клавіатура працює за матричним методом зображеним на рисунку 3.

На рис. 3.4 зображена схема матричної клавіатури яка складається з 16 кнопок. Кожна кнопка має вхідний сигнал і управляючий вивід дискретним ввожом контролера. В матриці 4 на 4 є чотири рядки і чотири стовбці. Матриця використовує 8 дискретних виводів-вводів контролера. На чотири рядки подається сигнал а з чотирьох стовбців знімається сигнал. При замиканні кнопки 1 лічильник в програмі виводит на вихід число один, при кожному нажиманні на кнопку 1 лічильник буде рахувати кількість імпульсів на своєму вході і виводити на вивід вводу компаратора. Таким чином на компараторі формуються константи. Кнопкою 4 лічильник рахуватиме кількість імпульсів нажимання на кнопку 14 інверсно кнопці 1. Тобто кнопка

4 рахує імпульси вниз. При замиканні кнопки 2 лічильник імпульсів починає рахувати вверх тим самим підвищує константу компаратора яка відповідає на вологу в зерні в середині елеватора. Кнопка 5 понижає число на вході компаратора і тим самим знижує вологість в елеваторі.

Коли на датчику температури число буде більше ніж на вході константи в компаратор, компаратор на виході видасть логічний нуль який виключить лампові нагрівачі і включить вентилятори для рекуперативного обміну з навколишнім середовищем. Якщо на вхожі компаратора значення температури буде менше уставки то вентилятори вимкнуться і інверсно їм увімкнуться лампи накалу. Поміж моніторингу клімату в елеваторі контроллер опитує АЦП на якому привязаний датчик вологості зерна.

Датчик вологості в своїй будові має два стержня і обв'язку з компаратором рис. 3.5.

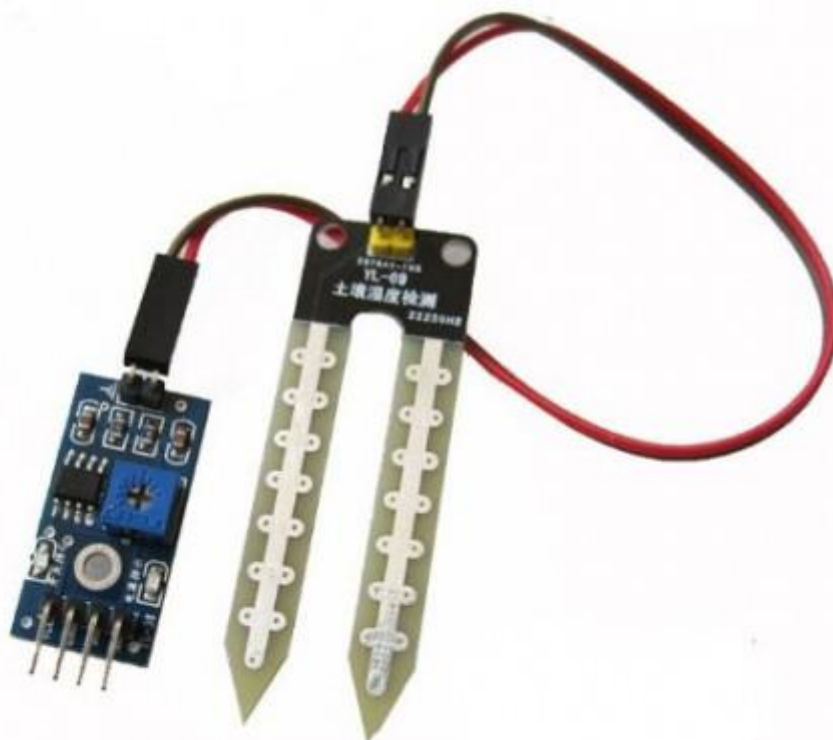


Рисунок 3.5 - Зовнішній вигляд датчика вологи.

Компаратор в основному і в нашому випадку ніякої участі в вимірюваннях не бере. Він використовується суто для релейного керування коли передавати і моніторит дані контролером непотрібно. Плата йде в комплекті і в ній буде використовуватись два виводи живлення і один аналоговий вивід. Приставка працює наступним чином. При поданні на один електрод живлення з іншого по мірі вологості знімається напруга через вологий об'єкт який потрапляє на АЦП контролера. Коли на компараторі число з АЦП буде більше діючого уставки то на компараторі буде логічний нуль і в свою чергу спрацює лампи підігріву повітря. Якщо вологість буде нижчою за уставку то на виході компаратора буде логічна одиниця і спрацює оприскувач води для підняття вологості.

LCD дисплей під'єднується по інтерфейсі I2C. В макросах вводиться адрес і виводи під'єднання дисплея. На дисплей виводиться температура і воздух в елеваторі.

Оприскувач виконаний на силіконових форсунках. Таке технічне рішення зумовлено довговічністю матеріалу і стійкість від зовнішніх факторів. Привід виконаний на базі колекторного двигуна постійного струму з постійним збудженням на постійних магнітах. Керування приводом відбувається за допомогою релейного модуля із чотирьох реле. Реле номер 4 не використовується і виконане як резервне. Релейний модуль повністю відв'язаний від контролера гальванічною розв'язкою яка виконана на опторозв'язках.

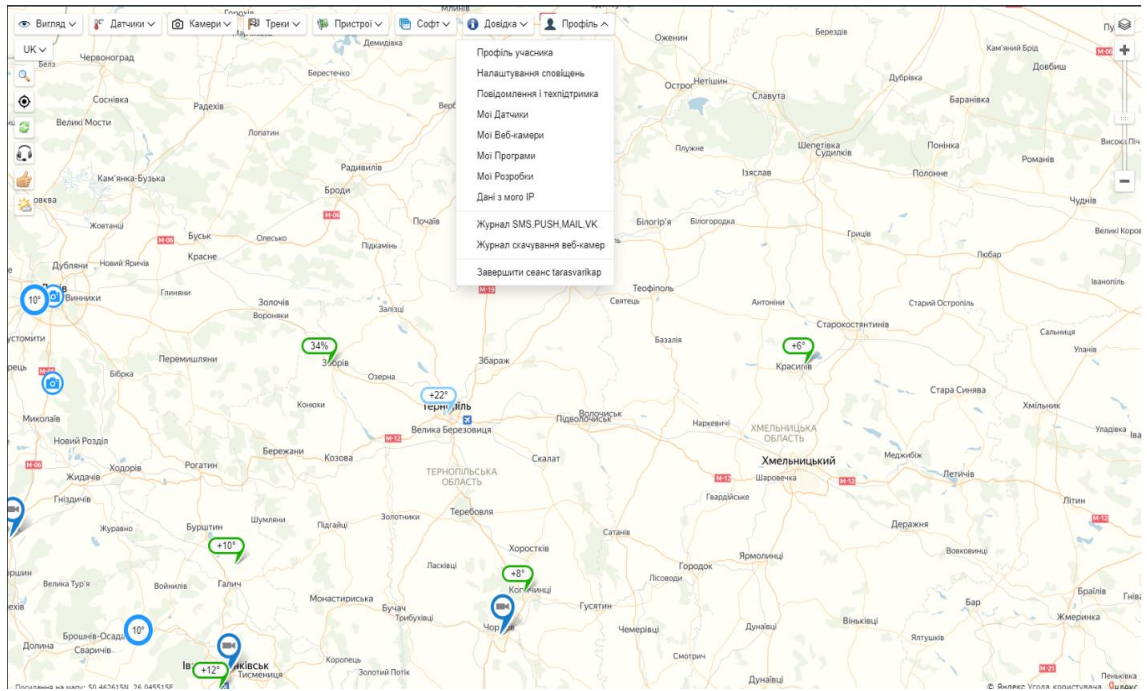


Рисунок 3.6 - Зовнішній вигляд сайту narodmo.ua.

Далі відбувається налаштування передачі і відправки на сервер даних. Для цього буде використовуватись у відкритому доступі сайт www.narodmo.ua.

Сайт призначений передавання, зберігання, архівації і виведення даних у форматі PDF. Сайт не несе ніякої загрози для контролера і як для приватсті даних. Опредлення інформації є тільки за згодою користувача. Для початку роботи на сайті потрібно зареєструватись. Сайт потребує тільки адрес електронної пошти. В нашому випадку ми створили адрес підприємства на якому буде дана система.

В налаштуваннях блоку передачі даних в програмі FBD потрібно вибрати модуль передачі даних, сгенерувати MAC адрес і створити IP адрес який не буде конфліктувати з іншими в мережі. На рисунку 5 зображено принцип створення тегів які будуть передаватись на сервер

В налаштуваннях MAC адреса тега ставиться остання цифра відносно опита тега.

На рис. 3.7 зображено зовнішній вигляд карти опиту датчиків. На рис. 3.7 зображений архівний графік вологості в приміщенні.

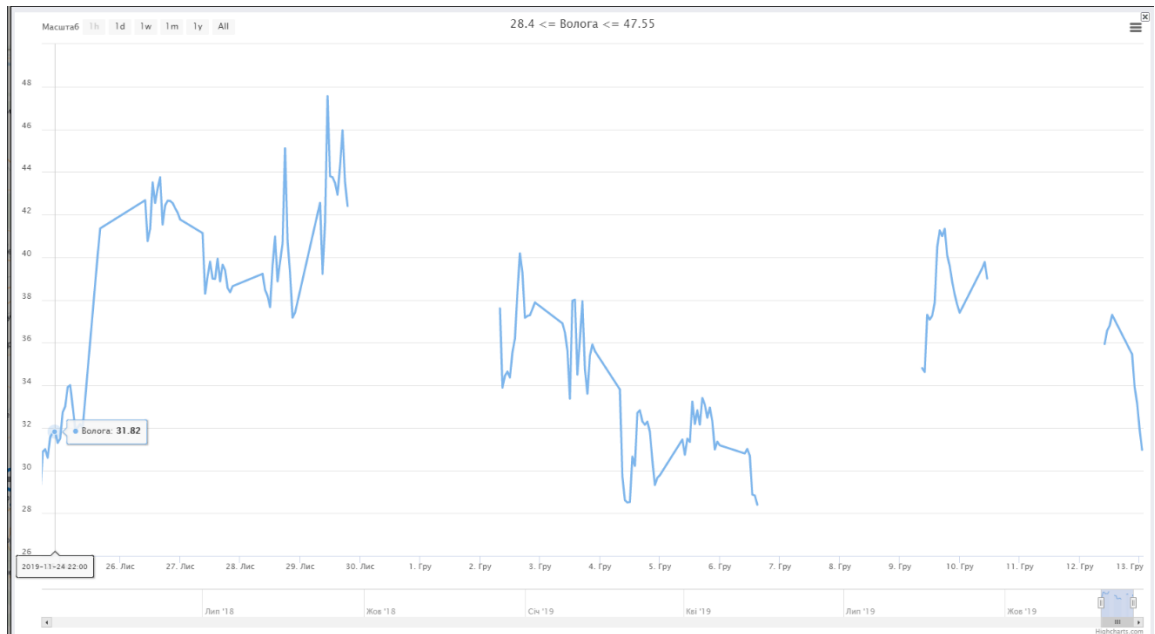


Рисунок 3.9 - Графік зміни вологості

На графіку зображено переривчасте зняття даних зване з пропаданням інтернету в провайдера. У майбутньому побудова системи буде виконана на одноплатнім мікрокомп'ютері Raspberry Pi.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА

4.1 Оптимізація передаточної функції системи

Таку функцію можна визначити:

$$W(p) = \frac{K}{Tp+1} \quad (4.1)$$

Розрахуємо чисельні значення, власне передавальної функції.

Площа поперечного січення бака:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} = 1,54 \text{ [м}^2\text{]} \quad (4.2)$$

Номинальна подаюча витрата:

$$Q_{n_0} = 1,2 \cdot \frac{1}{3600} = 3,33 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right] \quad (4.3)$$

Коефіцієнт передачі K:

$$K = \frac{2h_0}{Q_{n_0}} = \frac{2 \cdot 1,0}{3,056 \cdot 10^{-4}} = 1,801 \cdot 10^3 \left[\frac{\text{м}}{\text{м}^3/\text{с}} \right] \quad (4.4)$$

Стала часу T:

$$T = A \cdot \frac{2h_0}{Q_{n_0}} = 1,54 \cdot 1,801 \cdot 10^3 = 2997 \text{ [с]} \quad (4.5)$$

Таким чином передавальна функція для об'єкту керування буде мати вигляд:

$$W(p) = \frac{h(p)}{Q_n(p)} = \frac{K}{T_p+1} = \frac{1,801 \cdot 10^3}{2997p+1} \quad (4.6)$$

Структура системи, зокрема, автоматичного керування наведена на рис. 4.1:



Рисунок 4.1 – Схематичне зображення системи керування

де: K_p - власне коефіцієнт передачі регулюючого органу, який регулює поступаючу витрату Q ;

K_d - коефіцієнт, який відповідає за передачу датчика рівня h

W_p - передаточна функція досліджуваного регулятора

В подальшому проводимо розрахуємо підсилення регулятора:

$$K_{p.o.} = \frac{\Delta Q}{\Delta \%} \quad (4.7)$$

де ΔQ - показник зміни вхідної витрати;

$\Delta\%$ - параметр, який показує на скільки знів своє положення клапан.

Залежність поступаючої течії від того, наскільки відкритий чи закритий клапан зображено на рисунку 4.2:

Далі необхідно оцінити коефіцієнт передавання давача рівня

Коефіцієнт передачі датчика рівня, власне, визначається як відношення приросту вихідного параметра датчика рівня i [мА] до, зокрема, вхідного параметру [м].

Максимальне значення висоти положення рідкого середовища, яке має контролювати давач рівня становить 1.6 метра, а зміна струму на виході, тобто вихідного сигналу, досліджуваного давачі рівня, при його зміні в діапазоні 0-1.6 метру відповідає 4-20 міліампер.

$$K_d = \frac{\Delta i \text{ [мА]}}{\Delta h \text{ [м]}} = \frac{16}{1,5} = 10,67 \left[\frac{\text{мА}}{\text{м}} \right] \quad (4.8)$$

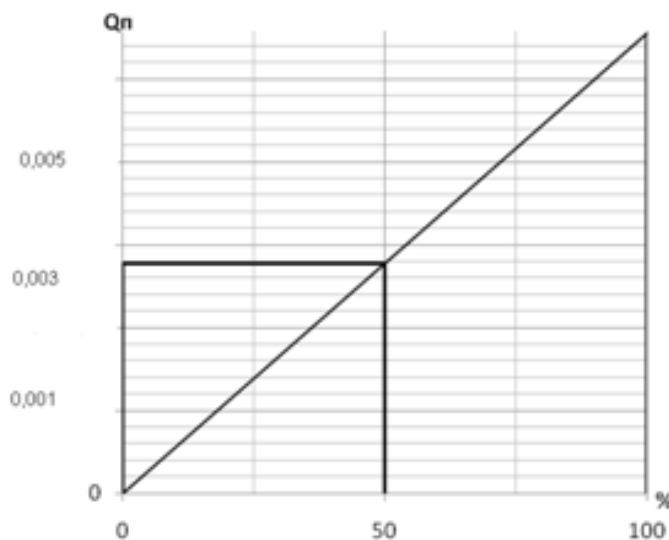


Рисунок 4.2 – Залежність поступаючої течії від ступені відкриття клапана.

Загальнопромислові давачі рівня володіють встроєною функцією, яка забезпечує ефект згладжування сигналу на виході за допомогою інерційного фільтру інерційного характеру - ланки першого порядку зі встановленим параметром T_f від 1 до $10 \cdot n$ секунд, n – ціле число. Приймаємо цю сталу $T_f = 10$ с.

Тоді наша передаточна функція для досліджуваного давача рівня становить:

$$W_{\phi}(p) = \frac{i(p)}{h(p)} = \frac{K_d}{T_{\phi}p+1} = \frac{10,67}{10p+1} \left[\frac{\text{мА}}{\text{м}} \right] \quad (4.9)$$

Структура розробленої системи буде виглядати так:

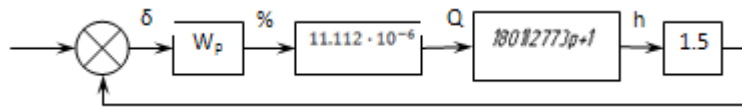


Рисунок 4.3 – Структура досліджуваної системи.

В результаті спрощення отримаємо систему з числовими коефіцієнтами. Така структура приведена на рис 4.4.

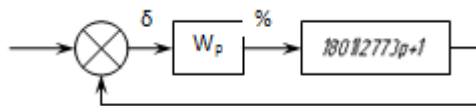


Рисунок 4.4 – схема досліджуваної системи з конкретними коефіцієнтами.

Побудову ЛАФЧХ для нашої системи виконаємо із застосуванням наближених методів. Тут для ланки:

$$W_{нч} = \frac{K}{(Tp+1)(T\phi+1)} \quad (4.10)$$

в логарифмічній системі координат застосуємо наближення $1/T$, де $T = 57$ с - стала часу. В нашому випадку ЛАЧХ має відповідно вигляд прямої, яка є паралельною до осі відображення частот на рівні $20\lg K = 20 \lg 0.42 = -7,4$ дб, проте для частот, що мають більше значення за прийняте $1/T$, вказана характеристика зображена прямою лінією, що нахилена з коефіцієнтом -20 дб / дек до сполучаючої частоти $1/T_{\phi}$, де коефіцієнт нахилу змінюється плюс на -20 дб / дек і власне становить -40 дб / дек.

Сполучаючі частоти:

$$\omega_{c1} = 0.0178 \left[\frac{1}{c} \right] \quad (4.11)$$

$$\omega_{c2} = 0.01 \left[\frac{1}{c} \right] \quad (4.12)$$

Таким чином:

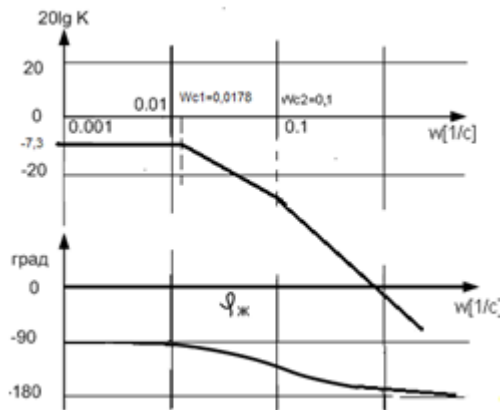


Рисунок 4.5 - ЛАФЧХ отриманої системи.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. 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.

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.

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.

Узагальнюючи 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.

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 ІВМ для нового

трубопроводу найбільшої американської нафтової компанії ConocoPhillips. В рамках створення диспетчерської системи управління та збору даних (SCADA)

необхідно було забезпечити гарантований збір всілякої інформації: стан насосів, температура підшипників, швидкість потоків, стан клапанів, рівні в баках і т.д. При цьому необхідно було врахувати дорожнечу каналів зв'язку і вузьку смугу пропускання. Жоден з існуючих протоколів не підходив під ці завдання, таким чином, сформувалися вимоги до нового протоколу: якість обслуговування, двосторонній зв'язок, ефективне використання смуги пропускання.

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 (рис. 2.2.1).

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 5.1 - 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.

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.

5.2 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 (рис. 5.2).

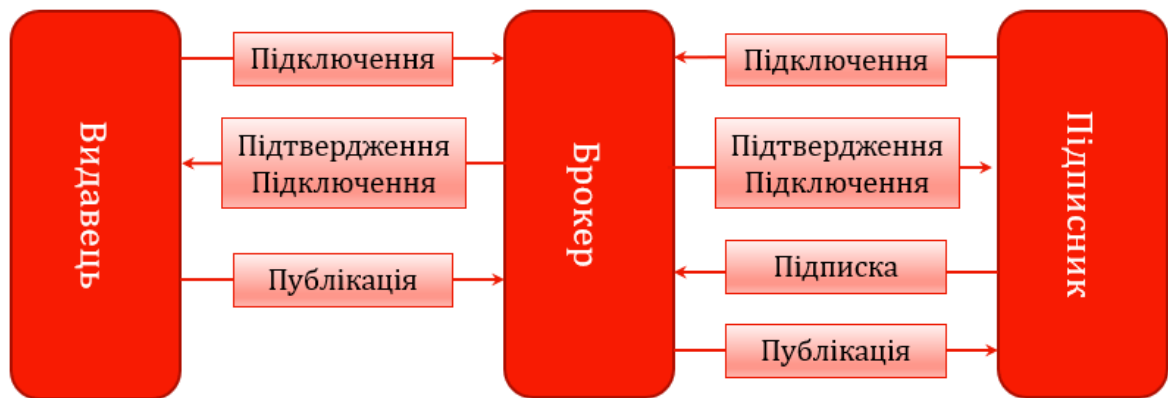


Рисунок 5.2 - Обмін повідомленнями брокера з клієнтами

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.

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 5.3 - Структура фіксованого заголовку

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

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

Спеціальний прапорець DUP. DUPLICATE - дублювання повідомлення. Цей прапор вказує одержувачу, що отримане їм повідомлення передається повторно і, можливо, вже було отримано ним раніше. Цей прапор грає важливу роль при передачі інформації по ненадійних каналах, де можлива втрата сигналу. При встановленому прапорі змінний заголовок повинен містити Message ID (ідентифікатор повідомлення).

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

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

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

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

Рисунок 5.4 - 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.

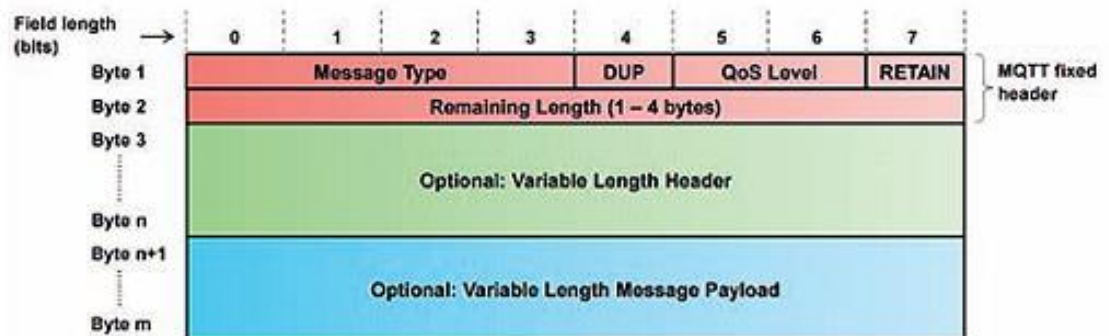


Рисунок 5.5 - Загальна структура повідомлення

Таблиця значень поля Connect Return Code

<i>Знач.</i>	<i>Повернуте значення</i>	<i>Опис</i>
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

5.3 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 “/”.

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 топиків і можливість «підписки» на безлічі каналів за рахунок wildcards.

При цьому вже існують кілька загальноприйнятих підходів до формування систем топиків. 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,

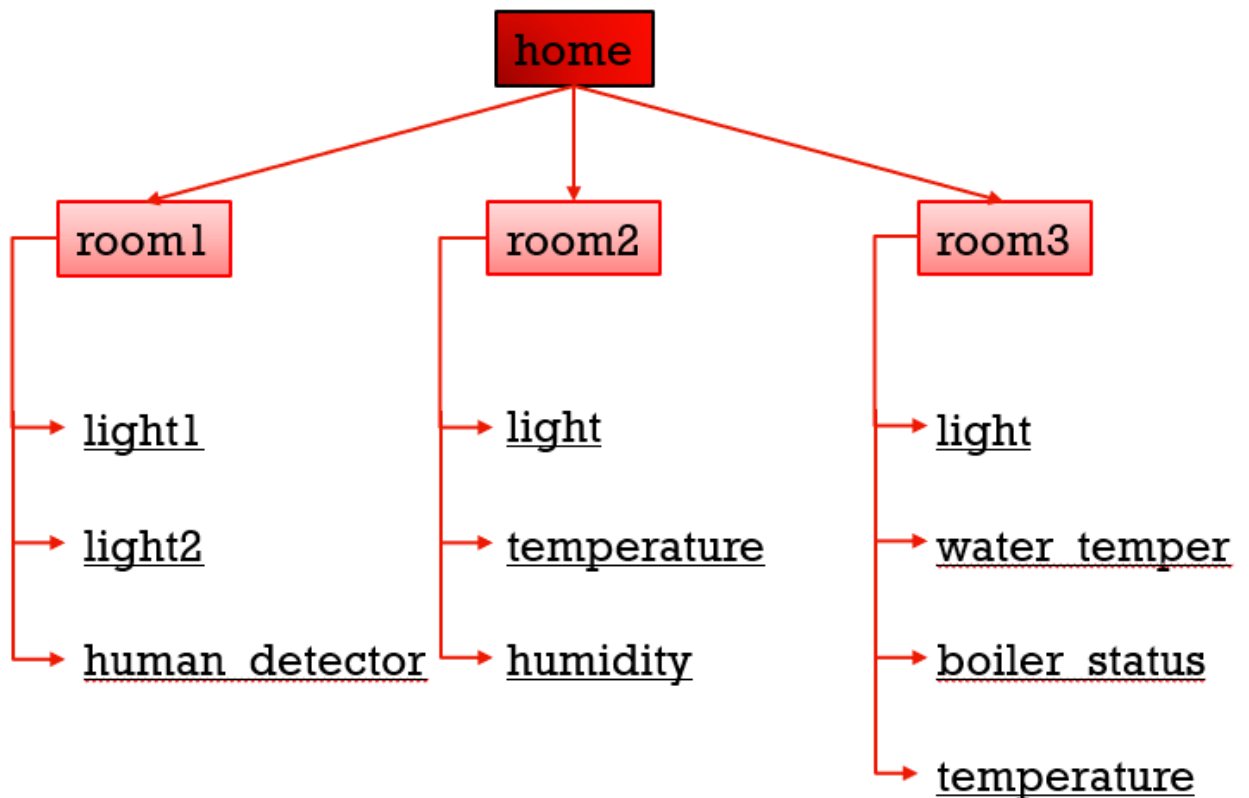


Рисунок 5.6 - Приклад ієрархії топиків у MQTT

«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 топіків», другий «весь тільки один рівень ієрархії».

Спеціальний топік, 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 топіків в багатосерверній системі, що забезпечує єдиний механізм керованого семантикою топіків транспорту даних.

5.4 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.

5.5 Якість обслуговування

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

QoS 0 At most once. На цьому рівні видавець один раз відправляє повідомлення брокеру і не чекає підтвердження від нього, тобто відправив і забув (рис. 1.6.1).



Рисунок 5.7 - 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».

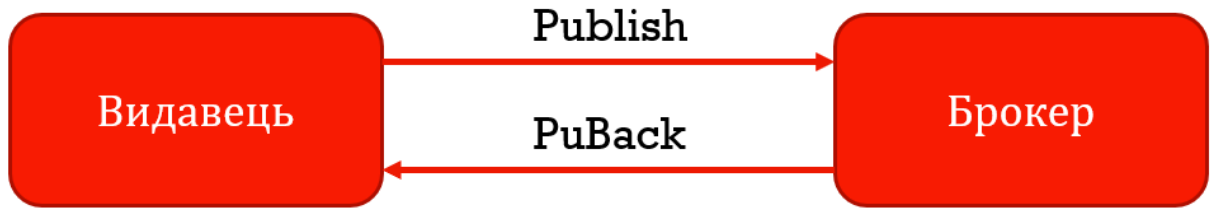


Рисунок 5.8 - Обмін повідомлення при другому рівні обслуговування

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. 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.

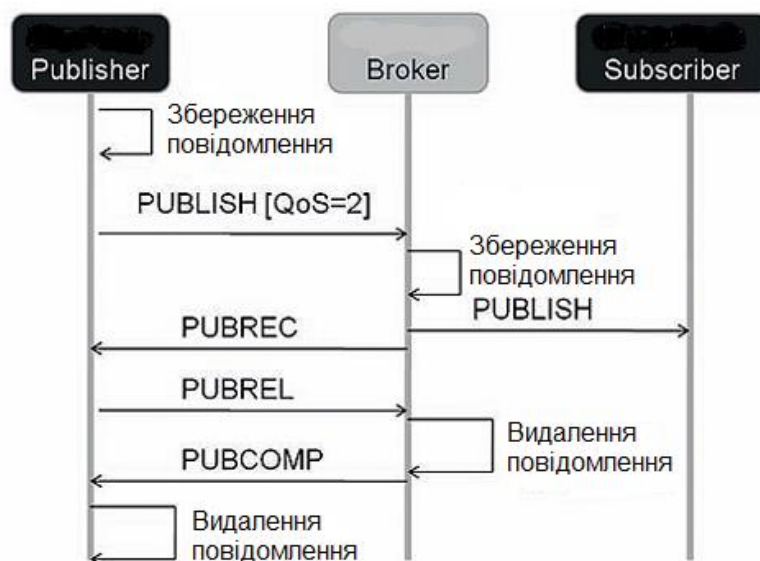


Рисунок 5.9 - Обмін повідомлення при третьому рівні обслуговування

5.6 Опис архітектури програмного забезпечення

Проектуючи макет розумного будинку ми створили власну мережеву архітектуру, яка ефективно вирішує поставлені задачі, нехтуючи всіма недоліками брокера та протоколу (рис. 2.7.1).

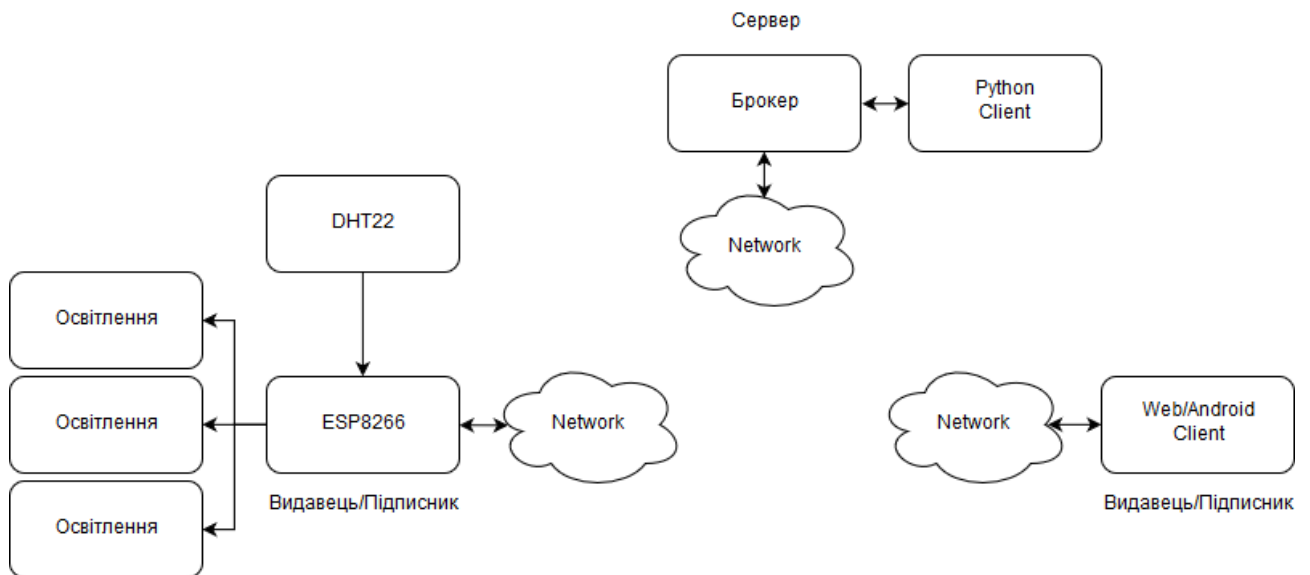


Рисунок 5.10 - Функціональна схема програми

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.

5.5 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 очікувати 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.

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 написано 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.

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.

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

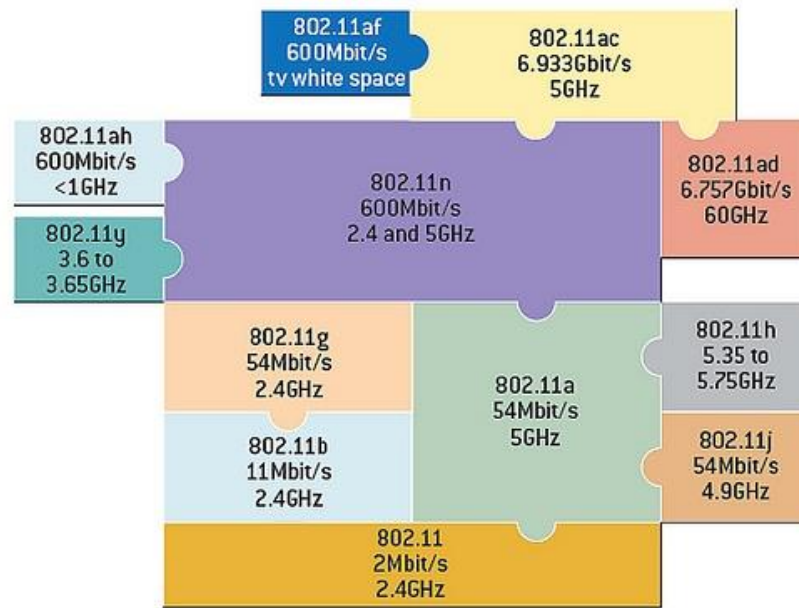
Brillo є енергоефективною операційною системою IoT, заснованою на Android, а Weave дещо схожий на AllJoyn і OIC, що дозволяє пристроям ідентифікувати кожен з них та їх параметри. Weave може працювати з іншими ОС, не лише з Brillo, і може використовувати принаймні три різних мережних протоколи: Wi-Fi, 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.

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.

На виставці CES деякі виробники будуть також говорити про мережні 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.



Риснок 5.11 – швидкості протоколів передачі

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.

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:

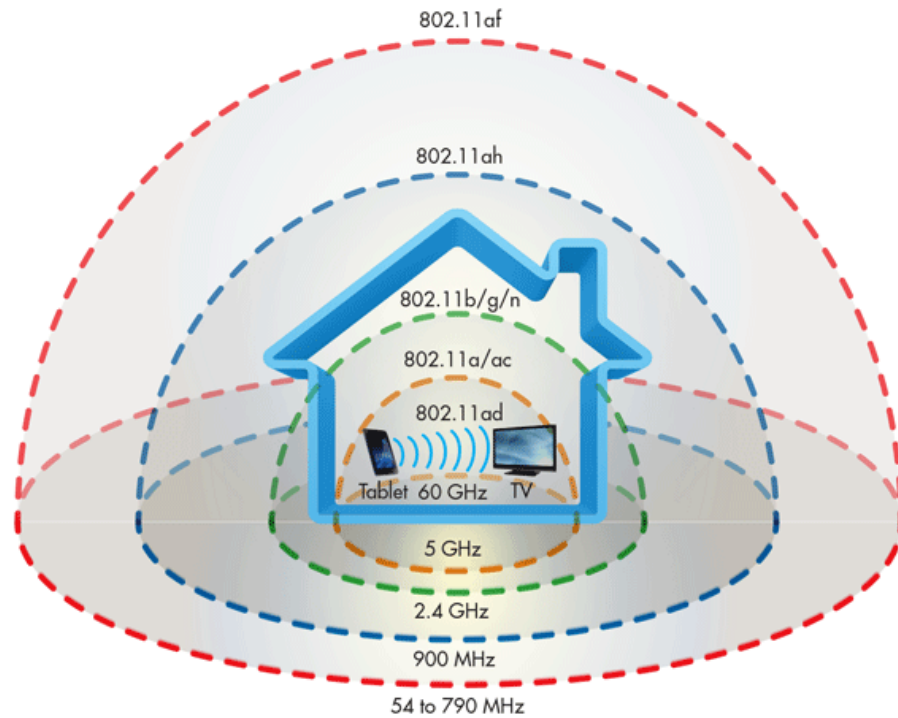


Рисунок 5.12 – Мережеві середовища

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.

Z-Wave: Комерційна технологія з низьким енергоспоживанням, ліцензована Sigma Designs, і використовуються в широкому діапазоні зв'язаних 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 комерційної мережі лише для стандарту IPv6.

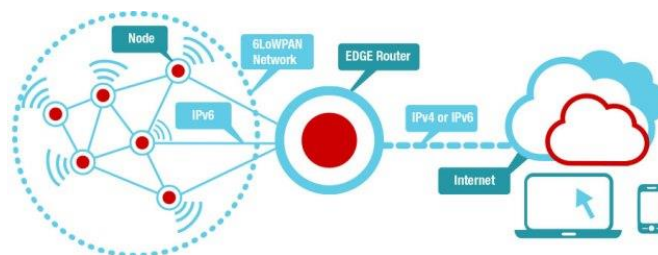


Рисунок 5.13 – Протокол IPv6

6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

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

Норми часу на виконання науково-дослідницької роботи розраховуватимуться на основі середнього часу виконання стадії в годинах, що наведені в таблиці 5.1 разом із інформацією про виконавців і сумарною кількості затраченого часу.

Таблиця 6.1

Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Підготовча стадія	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	
2	Технічна пропозиція	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	
3	Створення технічного завдання	Проектний менеджер	20
		Інженер-програміст	
4	Проектування системи	Інженер-програміст	200
5	Практична реалізація	Інженер-програміст	200
6	Тестування системи	Тестувальник	20
7	Верифікація системи	Тестувальник	20
		Інженер-програміст	
		Проектний менеджер	
8	Створення документації	Інженер-програміст	50
9	Заключна стадія	Проектний менеджер	20
Разом			650

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

Реалізація інформаційної системи управління безпекою об'єкту складається із підготовчого етапу, етапу технічної пропозиції, створення технічного завдання, проектування системи, практичної реалізації, тестування, верифікації та заключного етапу.

В підсумку на реалізацію проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів необхідно 650 людино-годин, залучення трьох спеціалістів та виконання дев'яти різноманітних стадій реалізації проекту.

6.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи прямо залежить від кількості витраченого працівниками часу на роботу, ставки в годину чи місяць, кількість відрахувань на соціальні заходи встановлених в законному порядку на час розрахунку.

В результаті розрахунку потрібно визначити основну та додаткову заробітну плату, витрати на соціальні заходи та на основі цих даних визначити сумарні витрати на оплату праці.

Основна заробітна плата нараховується за виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час.

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.).

Наймані працівники для розробки інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів працюють згідно контракту, який в якому вказано їхню погодинну ставку. Тобто розрахунок заробітної плати працівників відбуватиметься на базі тарифної ставки та кількості відпрацьованих годин.

У штаті найманих працівників для розробки інформаційної системи залучено проектного менеджера, інженера-програміста і тестувальника.

Тарифні ставки учасників процесу розробки інформаційної системи:

Проектний менеджер – 150 грн./год.

- Інженер-програміст – 130 грн./год.

- Тестувальник – 100 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою 5.1:

$$Z_{\text{осн.}} = T_c * K_{\Gamma}, \quad (6.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.; K_{Γ} – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в виконує три спеціаліста, то основна заробітна плата буде розраховуватись за даною формулою 6.1;

$$Z_{\text{осн.}} = 150 * 80 + 130 * 530 + 100 * 40 = 84900 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати й визначається за формулою 6.2.

Коефіцієнт додаткових виплат працівникам становить 0,1.

$$Z_{\text{дод.}} = Z_{\text{осн.}} * K_{\text{допл.}} \quad (6.2)$$

де $K_{\text{допл}}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам

$$Z_{\text{дод.}} = 84900 * 0,1 = 8490 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці (фонд заробітної плати) визначаються за формулою 6.3:

$$B_{\text{о.п.}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{дод.}} \quad (6.3)$$

$$B_{\text{о.п.}} = 84900 + 8490 = 93390 \text{ грн.}$$

З цієї суми утримуються обов'язкові відрахування на заробітну плату:

- Єдиний соціальний внесок (ЄСВ), що становить 22%%;
- Військовий збір (ВЗ), що становить 1,5%%;

Сума відрахувань становить 23,5%% від фонду оплати праці та визначається за формулою 5.4:

$$B_{\text{с.з.}} = \Phi_{\text{оп}} * 0,235 \quad (6.4)$$

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

$$B_{\text{с.з.}} = 93390 * 0,235 = 21946,25 \text{ грн.}$$

Усі витрати обчислюються детально наведені в таблиці 6.2 та обчислюються за формулою 6.5:

$$B_{\text{зн}} = \Phi\text{ЗП} + \Phi\text{ОП} \quad (6.5)$$

$$B_{\text{зн}} = 93390 + 21946,25 = 115336,65 \text{ грн.}$$

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 ставка, грн.	Кількість відпрацьованих год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Проектний менеджер	150	80	12000	525	-	-
2.	Інженер-програміст	130	530	68900	2600	-	-
3.	Тестувальник	100	40	4000	300	-	-
Разом		380	650	84900	8490	21946,25	115336,25

Опираючись на розрахунки витрат на оплату та зведену таблицю результатів 6.2 видно, що всього витрати на плату праці становлять 115336,25 грн.

6.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати є невід'ємною частиною розробки інформаційної та визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни за формулою 6.6:

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i, \quad (6.6)$$

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

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 6.7:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{ei}. \quad (6.7)$$

Результати проведених розрахунків наведено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків матеріальних витрат.

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Фактично витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	CD диски	шт.	2	7,45	14,90
2	Папір для друку	листів	500	0,15	75,00
3	Чорнила для принтера	шт.	1	80,00	80,00
Всього					169,90

Згідно проведених розрахунків, матеріальні витрати становлять 169,90 грн.

6.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Однією із статей витрат є витрати на електроенергію під час проходження усіх етапів реалізації кінцевого продукту.

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою 6.8:

$$Z_e = W * T * S, \quad (5.8)$$

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'ютерів для реалізації кінцевого продукту – 400 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 6.1 – 650 годин.

Визначимо витрати на електроенергію згідно формули 6.11:

$$Z_e = 0,4 * 650 * 2,42 = 629,20 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію становлять 629,20 грн.

6.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Для будь якої діяльності характерною є властивість зношування на зниження якості властивостей інструментарію та фондів за допомогою яких ведеться діяльність.

Для вирішення проблеми із відновленням даних фондів використовується амортизація, що являє собою процес трансформації вартості основних фондів на вартість продукції, яка щойно була створена, задля повного відновлення основних фондів.

Для визначення амортизаційних відрахувань використовується формула 6.9:

$$A = (B_B * H_A) / 100\% \quad (5.9)$$

де, B_B – балансова вартість обладнання, грн;

H_A – норма амортизаційних відрахувань в рік, %%;

– річний робочий фонд часу, год;

– фактичний час роботи обладнання по написанню програми, год.

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

Річний робочий фонд становитиме 2352 годин, так як робочий день становить 8 годин, а кількість робочих днів в місяці становить 24,5 годин.

Для даної розробки засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 18500 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 18500 \cdot 5\% / 100\% = 925 \text{ грн.}$$

Згідно проведених обчислень амортизаційні відрахування становлять 925 грн.

6.6 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.

$$H_e = B_{o.n} * 0,2 \dots 0,6, \quad (5.10)$$

де H_e – накладні витрати.

Отже, накладні витрати становлять згідно формули 6.10:

$$H_e = 93390 * 0,2 = 18678 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 18678 грн.

6.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків наведено у таблиці 6.4.

Таблиця 5.4

Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В %% до загальної суми
Витрати на оплату праці	93390	0,69
Відрахування на соціальні заходи	21946,25	0,15
Матеріальні витрати	169,9	0,01
Витрати на електроенергію	256,52	0,01
Амортизаційні відрахування	925	0,01
Накладні витрати	18678	0,13
Собівартість	135365,7	100

Собівартість (C_e) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$C_e = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_e + A + H_e . \quad (6.11)$$

Отже, собівартість розробки системи дорівнює:

$$C_e = 135365,70 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 135365,70 грн.

6.8 Розрахунок ціни розробки системи

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

$$Ц = (C_B * (1 + P_{рен}) + K * B_{н.і.}) / K * (1 + ПДВ) \quad (6.12)$$

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:

$$Ц = C_B * (1 + P_{рен}) * (1 + ПДВ) \quad (6.13)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 135365,70 * (1 + 0,3) * (1 + 0,2) = 211170,49 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни програмного продукту становить 211170,49 грн.

6.9 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.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \Pi / C_B \quad (6.14)$$

де Π – прибуток; C_B – собівартість.

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

$$\Pi_{пл} = Ц - C_{\epsilon} . \quad (6.15)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 211170,49 - 135365,70 = 75804,79 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \Pi / C_B \quad (6.16)$$

Тоді,

$$E_p = 75804,79 / 135365,70 = 0,56.$$

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

$$T_p = 1/E_p \quad (6.17)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,79 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 75804,79 грн., економічна ефективність дорівнює 0,56, а термін окупності становить 1,79 року що вважається доцільним та економічно вигідним.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Організація охорони праці при роботі з системою управління

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог ГОСТ 12. 0.004 - 79, який встановлює порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними

параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

7.2 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим по встановленню та налагодженню засобів автоматизації, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні.

Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину посторонніх твердих тіл та води.

Конструкція, вид виконання, спосіб встановлення, клас ізоляції застосовуваних провідників, кабелів, пристроїв та іншого електрообладнання відповідають вимогам електробезпеки. За ступенем ураження людей електричним струмом котельня відноситься згідно ПУЕ 1.1.13 до категорії приміщень з підвищеною небезпекою (висока температура, можливість одночасного дотику до металевих елементів технологічного обладнання або металоконструкцій будинку та металевих корпусів електрообладнання).

У нормальному режимі роботи обладнання - можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення.

Згідно ПУЕ 1.7.65 допустимий опір заземлення повинен бути не більшим 10 Ом.

При виконанні монтажних робіт використовуються переносні електроінструменти (електродрилі, електрошліфувальні установки, тощо). Для забезпечення безпечної праці корпуси однофазних електроприймачів повинні занулюватись.

Захист людини від ураження електричним струмом в мережах з зануленням здійснюється тим, що при замиканні одної з фаз на занулений корпус в ланці цієї фази виникає струм короткого замикання, що діє на струмовий захист (плавкий запобіжник, автомат), в результаті чого відбувається відключення аварійної ділянки від мережі. Крім того, ще до спрацювання захисту струм короткого викликає перерозподіл напруги в мережі, що приводить до зниження напруги корпусу відносно землі. Таким чином, занулення зменшує напругу дотику та обмежує час, на протязі якого людина, що доторкнулася до корпусу, може потрапити під дію напруги.

Для того, щоб забезпечити швидке (на протязі декількох секунд) відключення аварійної ділянки, струм короткого замикання повинен бути достатньо великим. Відповідно до вимог ПУЕ струм короткого замикання повинен не менше ніж в три рази перевищувати номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або номінальний струм нерегульованого розчеплювача автоматичного вимикача. При використанні автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), струм короткого замикання повинен перевищувати значення струму встановлення миттєвого спрацювання в 1,25-1,4 рази в залежності від номінального струму.

В однофазних електроприймачів, що включені між фазним та нульовим робочим проводами, занулення корпусів слід виконувати з допомогою окремого (третього) провідника, який повинен з'єднувати корпус електроприймача з нульовим захисним проводом. В таких випадках

під'єднувати корпуси електроприймачів для забезпечення електробезпеки до нульового робочого проводу недопустимо, оскільки при його розриві (перегоранні запобіжника) всі під'єднані до нього корпуси виявляться під фазною напругою відносно землі.

В мережі з зануленням недопустимо використовувати заземлення окремих електроприймачів, не під'єднавши їх перед цим до нульового захисного провідника. В цьому випадку при замиканні фази на заземлений, але не приєднаний до нульового захисного провідника корпус створюється коло струму через заземлення цього корпусу та заземлення нейтралі джерела струму. Такий випадок небезпечний, оскільки засоби захисту не зможуть відключити такий електроприймач через мале значення струму і тому небезпечна напруга на всіх корпусах може зберігатися тривалий період, поки заземлений приймач не буде відключений вручну.

Важливо відмітити, що якщо занулений корпус одночасно заземлений, то це тільки покращує умови безпеки, оскільки забезпечує додаткове заземлення нульового захисного проводу.

Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, коврики, ізолюючі підставки, тощо.

У приміщеннях, де знаходяться вимірювальні прилади, необхідно забезпечити виконання заходів по боротьбі з статичною електрикою (тобто прилади повинні бути заземлені). Найпростішим засобом є підтримка відносної вологості повітря на рівні 50 - 60 % за допомогою побутового електрозволожувача.

Підлогу слід виконувати відповідно до ГОСТ 12.4.124-83, використовуючи антистатичне покриття на проходах і біля робочих місць.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих - природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одягу слід використовувати антистатика побутового призначення.

Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

7.3 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{заз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевій полосі, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.}$$

r_B - допустимий по нормам опір заземляючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_T = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір аземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_T + R_{II} \eta_B n) = 3.9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_B]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де R_{33} – опір захисного заземлення;

R_c – опір стержневих заземлювачів;

R_{II} - опір поперечних заземлювачів.

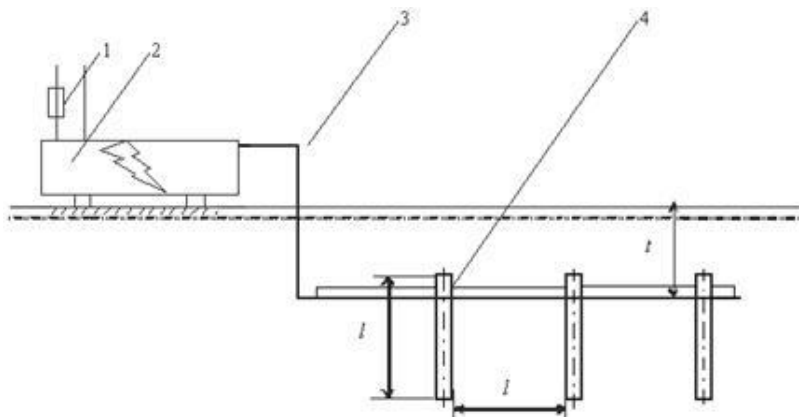


Рисунок 7.1 - Пристрій заземлення

4 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

$$R_{ок} = \frac{\rho_{\text{г}}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

$\rho_{\text{г}}$ – розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_{\text{д}}}$$

де $R_{\text{д}}$ – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

n	R_n	R_c	R_o	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною

26.

8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Екологізація виробництва

Екологізація виробництва передбачає наявність взаємозв'язку і взаємозумовленості будь-яких дій з урахуванням екологічних вимог до розвитку НТП. У зв'язку з цим управління господарством країни і його функціонування повинні здійснюватися на основі раціонального природокористування та застосування нової технології, прогресивної організації маловідходних і безвідходних виробництв.

Екологізація виробництва — це розширене відтворення природних ресурсів шляхом вдосконалення технології, організації матеріального виробництва, підвищення ефективності праці в екологічній сфері.

Шляхи впровадження екологізації

Екологізація народного господарства, підприємств промисловості та АПК припускає інтенсивний розвиток НТП і переклад його на еколого-економічні, економіко-організаційні та еколого-технічні відносини.

Перший напрямок екологізації народного господарства можна здійснювати повсюдно в широких масштабах на діючих основних фондах народного господарства за допомогою екологізації всієї виробничо-господарської діяльності, не перериваючи її. При цьому в основному вирішуються завдання, які не потребують докорінної перебудови основних фондів, але дозволяють досягти суттєвих результатів щодо зниження забруднення навколишнього середовища та ресурсозбереження.

Другий напрямок екологізації господарства здійснюється при відтворенні основних його фондів.

8.2 Зниження енергоємності та енергозбереження.

Енергозбереження стосується зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергозбереження відрізняється від енергоефективності, яке стосується використання меншої кількості енергії в тій самій послугі. Наприклад, менше користуватись авто – енергозбереження, а пересісти на авто з меншою витратою палива – енергоефективність. Але і енергозбереження, і енергоефективність є техніками зменшення використання енергії.

Оптимізація освітлення

- максимальне використання денного світла (збільшення кількості, площі та прозорості вікон);
- оптимальне розміщення джерел штучного світла (місцеве, направлене освітлення);
- використання освітлювальних приладів лише за необхідністю;
- підвищення світловіддачі наявних джерел світла (заміна люстр, відбивачів тощо);
- використання приладів управління освітленістю (датчики руху, акустичні датчики, датчики освітленості, таймери, дистанційне керування, дімери);
- запровадження автоматичної системи диспетчерського управління зовнішнім освітленням (АСДУ НО);
- установка інтелектуальних розподілених систем управління освітленням.

Електропривід

- оптимальний підбір потужності електродвигуна;
- використання частотно-регульованого приводу.

Заходи по зниженню втрат тепла та підвищенню ефективності систем теплопостачання:

джерело теплопостачання

- зменшення витрат енергії та тепла на власні потреби;
- використання сучасного обладнання з вищим ККД теплогенерації, напр. конденсаційні котли;
- використання вузлів обліку теплової енергії;
- використання ко- і три- генерації.

теплові мережі

- ізоляція мереж для зниження втрат тепла у довкілля;
- скорочення шляху теплоносія від виробника до споживача теплової енергії (напр., міні-котельня у будинку)
- оптимізація гідравлічних режимів тепломереж;
- зменшення протікань.

споживачі

- належна ізоляція опалюваних приміщень;
- використання систем місцевого регулювання опалювальних приладів;
- переведення будинків в режим нульового споживання тепла для опалення (температура всередині підтримується за рахунок внутрішнього тепловиділення та гарної ізоляції);
- використання вузлів обліку теплової енергії.

Економія води

- встановлення приладів обліку використання води;
- використання води лише коли дійсно необхідно;
- встановлення установка зливних бачків, які мають функцію вибору інтенсивності зливу;
- встановлення автоматичних регуляторів витрат води, аераторів, сенсорних датчиків

8.3 Джерела електромагнітних полів, іонізуючого випромінювання та методи їх знешкодження.

Розрізняють природні та штучні джерела електромагнітних полів (ЕМП). У процесі еволюції біосфера постійно перебуває під впливом ЕМП природного походження (природний фон): електричне та магнітне поля Землі, космічні ЕМП, передусім ті, що генеруються Сонцем. У період науково-технічного прогресу людство створило і все ширше використовує штучні джерела ЕМП. У теперішній час ЕМП антропогенного походження значно перевищують природний фон і є тим несприятливим чинником, чий вплив на людину з року в рік зростає. Джерелами, що генерують ЕМП антропогенного походження, є телевізійні та радіотрансляційні станції, установки для радіолокації та радіонавігації, високовольтні лінії електропередач, промислові установки високочастотного нагрівання, пристрої, що забезпечують мобільний та сотовий телефонні зв'язки, антени, трансформатори і т. ін. По суті, джерелами ЕМП можуть бути будь-які елементи електричного кола, через які проходить високочастотний струм. Причому ЕМП змінюється з тою ж частотою, що й струм, який його створює.

Ще на стадії проектування повинне бути забезпечене таке взаємне розташування опромінюючих та опромінюваних об'єктів, яке б зводило б до мінімуму інтенсивність опромінення. Потрібно зменшити імовірність проникнення людей у зони з високою інтенсивністю ЕМП, скоротити час перебування під опроміненням. Потужність джерел випромінювання мусить бути мінімально потрібною.

Важливе значення мають інженерно-технічні методи захисту: колективний, локальний та індивідуальний. Колективний захист спирається на розрахунок поширення радіохвиль в умовах конкретного рельєфу місцевості. Економічно найдоцільніше використовувати природні екрани –

складки місцевості, лісонасадження, нежитлові будівлі. Встановивши антену нагорі, можна зменшити інтенсивність поля, яке опромінює населений пункт, у багато разів.

При захисті від випромінювання екрана повинне враховуватись затухання хвилі при проходженні через екран (наприклад, через лісову смугу). Для екранування можна використовувати рослинність. Спеціальні екрани у вигляді відбивальних щитів дороги і використовуються дуже рідко.

Закритими називаються будь-які джерела іонізуючого випромінювання, будова яких виключає проникнення радіоактивних речовин у навколишнє середовище при передбачених умовах їхньої експлуатації і зносу.

Основними принципами забезпечення радіаційної безпеки при роботі із закритими джерелами іонізуючого випромінювання є:

- зменшення потужності джерел до мінімальних значень ("захист кількістю");
- скорочення часу роботи з джерелом ("захист часом");
- збільшення відстані від джерел до людей ("захист відстанню");
- екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання ("захист екраном").

Відкритими називаються такі джерела іонізуючого випромінювання, при використанні яких можливе потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Внаслідок виконання магістерської роботи було проаналізовано основні параметри та чинники, які впливають на забезпечення комфорту перебування людини у приміщенні.

На основі отриманих результатів було описано основні пристрої, які повинні надавати системі інформацію про комфортність. До таких відносять аварійні та слідкуючі.

В роботі було розроблено та оптимізовано систему контролю клімату та комфортності в приміщенні на базі мікроконтролера Arduino mega, який забезпечив повний функціонал для реалізації системи. Впровадження результатів роботи забезпечить оптимальні умови перебування людини у приміщенні та економію енергоресурсів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. <http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/science/1752-arduino-a-simple-but-not-too-simple>
6. Сукач С.В. Моніторинг і керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища // С.В. Сукач, дис. на добуття наукового ступеня д-р. техн. наук; Національний авіаційний університет.- Київ, 2017, 311 с.
7. <https://ukrblog.vents.ua/articles/klassifikaciya-sistem-kondicionirovaniya-i-ventilyacii.html>.
8. Строкань О.В. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату виробничого приміщення. / О.В. Строкань // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2014_5_25.
9. Web-технології: HTML, DHTML, JavaScript, PHP, MySQL, XML+XLST, Ajax. – Режим доступу: <http://htmlweb.ru/>.

10. 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.
11. <https://uawest.com/ua/datchik-temperaturi-vlagnosti-dht22-am2302-arduino.html>
12. https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html

ДОДАТОК

лістинг керуючої програми

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
LiquidCrystal_I2C _lcd1(0x27, 16, 2);
int _dispTempLength1=0;
boolean _isNeedClearDisp1;

DHT _dht1(0, DHT22, 11);

extern "C" {
#include "user_interface.h";
}
int ESP8266_AnalogInputValue;
unsigned long ESP8266_AnalogInputValue_StR;
bool _gen1I = 0;
bool _gen1O = 0;
unsigned long _gen1P = 0UL;
int _disp3oldLength = 0;
int _disp2oldLength = 0;
int _disp4oldLength = 0;
float _dht1_humOut = 0.00;
float _dht1_tempOut = 0.00;
unsigned long _dht1Tti = 0UL;
```

```
int _disp1oldLength = 0;
void setup()
{
Wire.pins(4, 5);
Wire.begin();
delay(10);
ESP8266_AnalogInputValue_StR = millis() + 500 ;
pinMode(2, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
pinMode(16, OUTPUT);
pinMode(10, OUTPUT);

_lcd1.init();
_lcd1.backlight();
_dht1Tti = millis();
}
void loop()
{if (_isNeedClearDisp1) {_lcd1.clear(); _isNeedClearDisp1= 0;}
if(!_isTimer(ESP8266_AnalogInputValue_StR, 500))
{
ESP8266_AnalogInputValue_StR = millis();
ESP8266_AnalogInputValue = analogRead(A0);
}
```

```

//Плата:1
if(!_isTimer(_dht1Tti, 1000)) {
    _dht1_humOut = _dht1.readHumidity();
    _dht1_tempOut = _dht1.readTemperature();
    _dht1Tti = millis();
}
if (1) {
    _dispTempLength1 = (((String("ppm=")) +
((String(ESP8266_AnalogInputValue, DEC))))).length();
    if (_disp3oldLength > _dispTempLength1) {_isNeedClearDisp1 = 1;}
    _disp3oldLength = _dispTempLength1;
    _lcd1.setCursor(5, 1);
    _lcd1.print((((String("ppm=")) + ((String(ESP8266_AnalogInputValue,
DEC))))));
} else {
    if (_disp3oldLength > 0) {_isNeedClearDisp1 = 1; _disp3oldLength = 0;}
}
digitalWrite(10, (!( ((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&
((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) )));
if (!( ((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&
((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) )) { if (!_gen1I) { _gen1I = 1; _gen1O
= 1; _gen1P = millis(); } } else { _gen1I = 0 ; _gen1O= 0;}
    if (_gen1I) { if ( _isTimer ( _gen1P , 1000 )) { _gen1P = millis(); _gen1O =
! _gen1O;}}
    if (( (_gen1O) && (!( ((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&
((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) )))) {
        _dispTempLength1 = (String("AVARIYA")).length();
        if (_disp4oldLength > _dispTempLength1) {_isNeedClearDisp1 = 1;}
        _disp4oldLength = _dispTempLength1;
    }
}

```

```

_lcd1.setCursor(5, 0);
_lcd1.print(String("AVARIYA"));
} else {
if (_disp4oldLength > 0) {_isNeedClearDisp1 = 1; _disp4oldLength = 0;}
}
digitalWrite(16, ( (!( (ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&
(ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) ))) && (((int(_dht1_tempOut))) > (27))
));
if (1) {
_dispTempLength1 = (((String("T=")) + ((String((int(_dht1_tempOut)),
DEC))))).length();
if (_disp1oldLength > _dispTempLength1) {_isNeedClearDisp1 = 1;}
_disp1oldLength = _dispTempLength1;
_lcd1.setCursor(0, 0);
_lcd1.print((((String("T=")) + ((String((int(_dht1_tempOut)), DEC))))));
} else {
if (_disp1oldLength > 0) {_isNeedClearDisp1 = 1; _disp1oldLength = 0;}
}
digitalWrite(6, ( (!( (ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&
(ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) ))) && (((int(_dht1_humOut))) > (50)) );
if (1) {
_dispTempLength1 = (((String("H=")) + ((String((int(_dht1_humOut)),
DEC))))).length();
if (_disp2oldLength > _dispTempLength1) {_isNeedClearDisp1 = 1;}
_disp2oldLength = _dispTempLength1;
_lcd1.setCursor(0, 1);
_lcd1.print((((String("H=")) + ((String((int(_dht1_humOut)), DEC))))));
} else {
if (_disp2oldLength > 0) {_isNeedClearDisp1 = 1; _disp2oldLength = 0;}
}
}

```

```
    }  
    digitalWrite(5, ( (!( (ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&  
((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) ))) && (((int(_dht1_humOut)) < (30)) ));  
    digitalWrite(2, ( (!( (ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) &&  
((ESP8266_AnalogInputValue) > (800)) ))) && (((int(_dht1_tempOut)) < (18))  
));
```

```
    }  
    bool _isTimer(unsigned long startTime, unsigned long period )  
    {  
        unsigned long currentTime;  
        currentTime = millis();  
        if (currentTime>= startTime) {return (currentTime>=(startTime + period));}  
        else {return (currentTime >=(4294967295-startTime+period));}  
    }
```