

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри АКІТ,
кандидат технічних наук, доцент

_____ М. І. Сіделев
« ____ » _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО
КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ ЗА
ДОПОМОГОЮ ХМАРНОГО СЕРВІСУ**

Спеціальність «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

151 – КРБ.1 – 471. 1817108

Студент

_____ Сухоставський Р.А.
« ____ » _____ 2022 р.

Керівник кандидат технічних наук, доцент

_____ Щесюк О.В.
« ____ » _____ 2022 р.

Миколаїв – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ	5
1.1 Теоретичні відомості про системи автоматизованого дистанційного контролю мікроклімату приміщень	5
1.2 Класифікація САдК МП	20
1.3 Огляд літератури та Патентна інформація	22
1.4 Завдання на проектування САдК МП	29
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	30
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ КЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ	31
2.1 Особливості та сутність побудови САдК МП	31
2.2 Функціональна схема САдК МП	32
2.3 Опис обраних блоків	34
2.4 Електрична принципова схема	45
2.5 Алгоритм роботи системи автоматичного дистанційного керування мікрокліматом	47
2.6 Опис підключення інтерфейсу хмарного сервісу	49
2.7 Розробка печатної плати для САдК МП	54
2.8 Програмування основної частини алгоритму запуску АСдК МП ...	56
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	59
ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ	60
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	80
ВИСНОВКИ	81
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	82
ДОДАТОК 1	86

ВСТУП

Актуальність теми: Мікроклімат це один з найважливіших моментів який дуже сильно впливає на можливість існування життя та бажаного рівня умов що буде відповідати чи підвищувати стандарти для людей чи ресурсів які працюють чи зберігаються у тому чи іншому приміщенні.

Станом на початок 2022 року в Україні було підраховано що кількість офісів з працівниками складає приблизно 21 570 ,а кількість складів з вмістом які потребують спеціальних чи підвищених умов зберігання в наслідок початку війни зросла на 27%. [1]

Через неутримку достатнього рівня якості мікроклімату приблизно 3-5% вмісту складів треба списувати що місяця що в перспективі виливається як достатньо значимі втрати прибутку для компаній ,а ефективність працівників через високий рівень CO₂ в приміщеннях та другі також менш помітні параметри для людського ока падає в середньому на 9-14% Саме тому дуже багато сфер для яких зараз досить гостро стоїть це питання, з яким достатньо гарно може справлятися автоматизована система керування мікроклімату приміщення.

Встановлення таких систем у перспективі мають велику актуальність через те що умови праці та зберігання є одними з найважливіших моменів в економічно-прогресивному нинішньому суспільстві.

Мета: Покращення показників рівня ефективності у роботі працівників та зберігання різного роду ресурсів в закритих приміщеннях, отримання можливості дистанційно аналізувати та керувати процесами мікроклімату які впливають на протікання вище згаданих процесів.

Об'єкт: Системи автоматизованого дистанційного контролю мікроклімату приміщення за допомогою хмарного сервісу з урахуванням їх різновидів та особливостей.

Предмет: Будова системи автоматизованого контролю мікроклімату, розробка методів та можливостей дистанційного контролю, реалізація підключення системи до хмарного сервісу та можливість автоматичної аналітики та управління.

Задачі:

1. Виконати аналітичний огляд технічної літератури та патентної інформації по конкурентним рішенням
2. Розробити функціональну схему АСКМ.
3. Розробити електричну схему та розписати алгоритм роботи.
4. Розробити плату для спрощення подальшого розповсюдження пристрою.
5. Виготовити експериментальний зразок системи наближений до кінцевого продукту.
6. Провести тестування контрольного блоку зразка АСКМ на можливість дистанційного виводу даних через інтерфейс хмарного сервісу
7. Зробити розрахунок UNIT економіки пристрою
8. Розглянути питання з охорони праці

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1.1 Теоретичні відомості про системи автоматизованого дистанційного контролю мікроклімату приміщень

Система автоматизованого дистанційного контролю мікроклімату приміщення – (САДК) це система яка забезпечує різноманітні типи приміщень можливістю контролювати кліматичні умови (рис1.1) і може використовуватися для наукових досліджень. Зокрема САДК кліматом приміщення застосовуються для підвищення ефективності протікання тих чи інших процесів чи то офіс з працівниками чи то якесь виробництво.

Мікроклімат - той комплекс метеорологічних параметрів приміщення : температура, вологість, циркуляція повітря, сухість повітря, наявність твердих частинок (пила), наявність прийому запахів (аромотерапія) та інше.[28]

Є декілька найвпливовіших параметрів мікроклімату які ми сьогодні розглянемо:

- Вуглекислий газ
- Вологість
- Температура повітря
- Рівень освітлення

Вуглекислий газ

Вуглекислий газ дуже негативно впливає на організм людини і є канцерогеном. Знаходження в приміщенні з високою концентрацією CO₂ може викликати слабкість, сонливість, головний біль, проблеми з концентрацією уваги, або навіть негативні зміни в крові.

Дослідження показали, що при рівні CO₂ вище 1000 ppm, концентрація уваги знижувалася на 30%. За рівня 1500 ppm — 79% респондентів відчували втоми, за 2000 ppm — 67% опитаних зазначили, що не можуть зосередитися [14]



Рисунок 1.1 – Приклад інтерфейсу для управління АСКМ за допомогою віддаленого доступу

Вологість

Висока вологість збільшує віддачу тепла від тіла. Самопочуття погіршується, утворюється слабкість. Надлишок вологи може спричинити загострення серцево-судинних захворювань. У приміщенні може з'явитися грибок, цвіль, псуються меблі.

Дуже сухе повітря прямо та опосередковано негативно впливає на наше здоров'я. Низька вологість при тривалому впливі на організм людини може призвести до пересихання очей захворювань мозку, нирок, кровообігу, шкіри, очей; знизити стійкість організму до хронічних захворювань та алергій. [14]

Температура повітря

Мікроклімат має значний вплив на організм людини. Усі життєві процеси в організмі забезпечують енергію для рухової діяльності, незначна частина якої витрачається на корисну роботу, а більша частина перетворюється в теплову енергію. Таке безперервне виділення тепла в навколишнє середовище, яке коливається від 85 (у стані спокою) до 500 Вт (під час інтенсивних фізичних навантажень), забезпечує нормальний перебіг фізіологічних процесів.

Обов'язковою умовою життєдіяльності є повне відведення тепла (продуктів нагрівання), що виділяється в навколишнє середовище організмом людини, або захист організму людини від надмірної тепловіддачі в навколишнє середовище. порушення теплового балансу може призвести до перегріву або переохолодження з подальшим дисфункцією та втратою працездатності, нещасними випадками та травмами.

Нарешті, можливий перегрів із непритомністю і смертю, замерзання при переохолодженні. Менш помітні відхилення комбінацій параметрів мікроклімату, що забезпечують комфортний стан людини, сприяють продовженню тимчасової непрацездатності та виникненню професійної патології.

У важких випадках виникають виражені порушення з боку центральної нервової системи: затемнена свідомість, різке збудження, судоми, мимовільні рухи, галюцинації, марення. Дослідниками встановлено, що за температури повітря понад 30 °C працездатність людини починає падати.

Існує міждержавний стандарт ГОСТ 30494-2011 [25], який визначає будівельні вимоги до мікроклімату громадських і житлових будівель. Цей ГОСТ визначає мікроклімат будівель як «стан внутрішнього середовища будівлі, що впливає на людину». Внутрішнє середовище переважно в

приміщенні. Не дивно, що мікроклімат будівель в основному характеризується температурою, вологістю і рухом повітря.

Мікроклімат, по суті, безпосередньо впливає на людей. Якщо він відповідає ситуаційним нормам ГОСТу, людина почувається комфортно, а організм не витрачає сили на адаптацію до зовнішніх умов. Наприклад, хороший мікроклімат виключає тепло, яке в організмі людини повинно включати механізми терморегуляції.

Мікроклімат житлових, промислових, комерційних і приватних будівель складається з багатьох параметрів, але всі ці параметри мікроклімату в будівлях необхідно не тільки вимірювати, а й регулювати за допомогою ASdK MP.

ГОСТ на мікроклімат регулює температуру повітря в приміщенні. Рекомендований діапазон в жарку погоду 22-25 С. Трохи нижче в холодну пору року: 20-23С у вітальнях, 24-26С у ванних кімнатах, 23-24С для дітей і близько 20С для всіх інших кімнат. СанПіН 2.1.2.2645- 10. Він визначає гігієнічні вимоги до мікроклімату будівель. Однак стандарти температури та вологості в цих документах абсолютно однакові.

Якщо температура нижче комфортної, знадобиться обігрівач. І навпаки, якщо вам потрібен термостат, який може значно знизити температуру в приміщенні. Влітку можна охолодити кімнату за допомогою кондиціонера. До речі, взимку він замінить обігрівач кондиціонера з функцією обігріву. А це тільки регуляція температури не кажучи про інші параметри. Але було б не погано щоб рівень комфорту підтримувався автоматично на основі побажань людини та з урахуванням усіх надходячих факторів та даних і саме цю задачу вирішують ASdK MP [14].

Для опитування та зберання інформації с датчиків ми будемо користуватися протоколом обміну інформацією I2C. Давайте розглянемо як працює протокол обміну інформацією I2C

Кожен, хто займався розробкою радіоелектронної техніки, стикався з ситуацією, коли для узгодження рівнів сигналів, вибірки та адресації функціонально-закінчених вузлів доводиться використовувати величезну кількість проміжних ІС.

Для збільшення ефективності, спрощення схмотехнічних рішень, Philips розробила просту двонаправлену двопровідну шину для так званого міжмікросхемного (inter-IC) управління.

Шина отримала назву – InterIC, або ІІС (I²C) шина.

В даний час тільки Philips виробляє понад 150 найменувань ІІС-сумісних пристроїв, функціонально призначених для роботи в електронному обладнанні різного призначення. Серед них ІС пам'яті, відеопроцесорів та модулів обробки аудіо- та відео-сигналів, АЦП та ЦАП, драйвери РК-індикаторів, процесори зі вбудованим апаратним контролером ІІС шини та Шина ІІС є модифікацією протоколів послідовного зв'язку. У стандартному режимі послідовні 8-розрядні дані передаються зі швидкістю до 100 кбіт/с, а в «швидкому» – до 400 кбіт/с. На шині ІІС використовуються лише два сигнали для здійснення процесу обміну даними SDA лінії даних SCL синхронізація лінії. Для забезпечення реалізації двонаправленості шини без застосування складних арбітрів шини вихідні каскади пристроїв, підключених до шини, мають відкритий стік або відкритий колектор для забезпечення функції монтажного "I" .

Проста двопровідна послідовна шина ІІС мінімізує кількість з'єднання між ІС, ІС мають менше контактів та потрібно менше доріжок. Як результат - друковані плати стають більш простими та технологічними при виготовленні. Інтегрований ІІС-протокол усуває необхідність у дешифраторах адреси та іншої зовнішньої логіки узгодження.

Максимальна допустима кількість мікросхем, приєднаних до однієї шини, обмежується максимальною ємністю шини 400 пФ.

Вбудований в мікросхеми апаратний алгоритм завадодавлення забезпечує цілісність даних в умовах перешкод значної величини.

Всі I2C-сумісні пристрої мають інтерфейс, який дозволяє їм зв'язуватися один з одним по шині навіть у тому випадку, якщо їхня напруга живлення істотно відрізняється. На наступному малюнку представлений принцип підключення кількох ІМС із різними напругами живлення до однієї шини обміну.

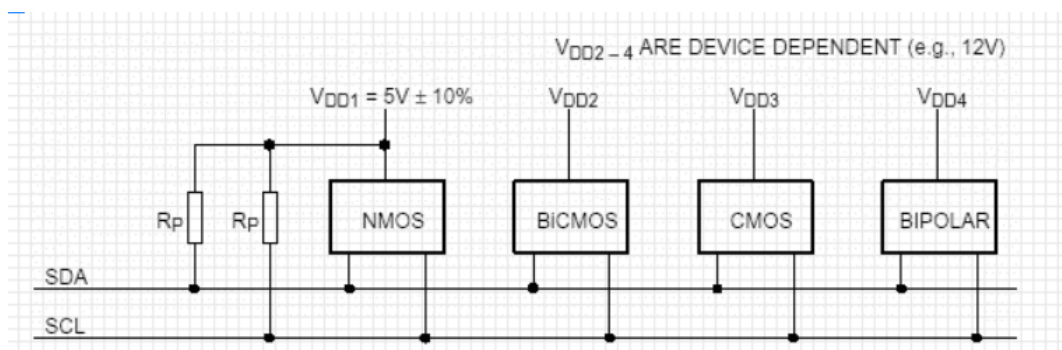


Рисунок 1.2 – Принцип розпізнавання блоків ведомих

Кожен пристрій ідентифікується за унікальною адресою і може діяти як передавач або приймач, залежно від призначення пристрою.

Крім того, пристрої можна класифікувати як провідні та підпорядковані в передачі даних. Майстер - це пристрій, який ініціює передачу даних і генерує сигнали синхронізації. У цьому випадку будь-який адресований пристрій керується відносно головного.

Згідно зі специфікацією продуктивності шини, на шині в будь-який момент може бути тільки один головний пристрій, тобто пристрій, який генерує сигнал шини SCL. Ведучий може виступати і як ведучий, і як основний хост. Однак це дозволяє шині мати деякі провідні особливості, які застосовують певні характеристики її поведінки при формуванні керуючих сигналів і при формуванні контролю за станом шини. Той факт, що до шини можна підключити більше одного провідника, означає, що кілька майстрів можуть спробувати розпочати керування одночасно. Розроблено процедуру,

щоб уникнути «зіткнень», які можуть виникнути в цьому випадку – поведінки ведучого, коли виявляється, що шину «спіймав» інший ведучий.

Процедура синхронізації двох пристроїв Ця процедура полягає в тому, що всі I2C-пристрої підключаються до шини за правилом монтажного І. У вихідному стані обидва сигнали SDA і SCL знаходяться у високому стані.

Стан СТАРТ та СТОП

Процедура обміну починається з того, що ведучий формує стан СТАРТ - ведучий генерує перехід сигналу лінії SDA з високого стану в низький при високому рівні на лінії SCL. Цей перехід сприймається усіма пристроями, підключеними до шини як ознака початку процедури обміну.

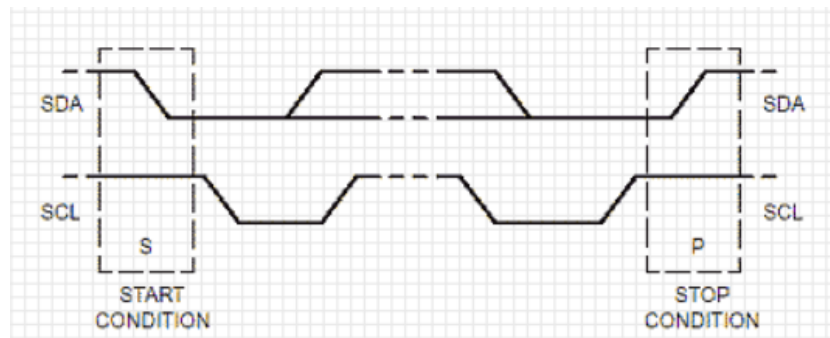


Рисунок 1.3 – Процес синхронізації сигналів

Генерація синхросигналу – це завжди обов'язок ведучого; кожен ведучий генерує власний сигнал синхронізації при пересиланні даних по шині.

Процедура обміну завершується тим, що ведучий формує стан СТОП - перехід стану лінії SDA з низького стану у ВИСОКОМУ при ВИСОКОМУ стані лінії SCL.

Стану СТАРТ та СТОП завжди виробляються провідним. Вважається, що шина зайнята після фіксації стану СТАРТ. Шина вважається такою, що звільнилася через деякий час після фіксації стану СТОП.

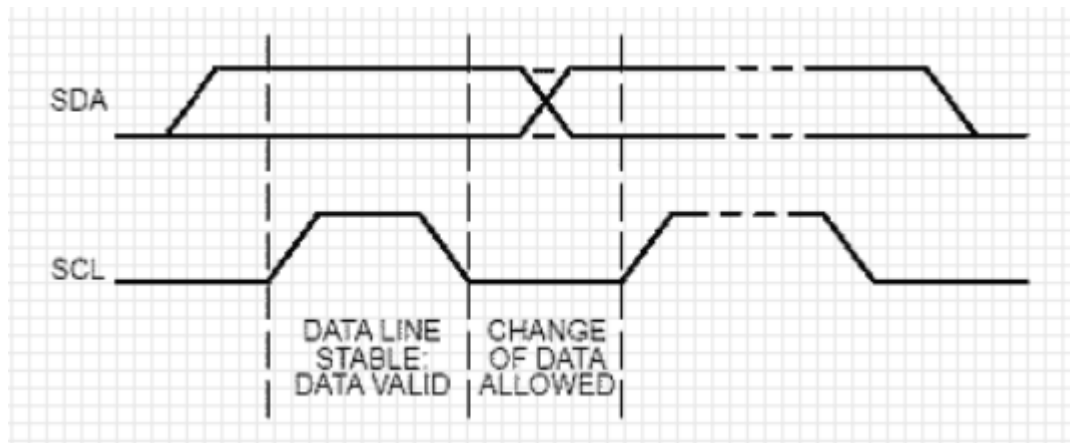


Рисунок 1.4 – Відтворення синхросигналу на лінії SCL

При передачі посилки по шині I2C кожен ведучий генерує синхросигнал на лінії SCL.

Після формування стану СТАРТ, ведучий опускає стан лінії SCL у низький стан і виставляє на лінію SDA старший біт першого байта повідомлення. Кількість байт у повідомленні не обмежена.

Специфікація шини I2C дозволяє зміни на лінії SDA тільки за низького рівня сигналу на лінії SCL.

Дані дійсні та повинні залишатися стабільними лише під час ВИСОКОГО стану синхроімпульсу.

Для підтвердження прийому байта від ведучого - передавача веденим - приймачем у специфікації протоколу обміну по шині I2C вводиться спеціальний біт підтвердження, що виставляється на шину SDA після прийому 8 біт даних. Підтвердження

Таким чином передача 8 біт даних від передавача до приймача завершуються додатковим циклом (формуванням 9 тактового імпульсу лінії SCL), при якому приймач виставляє низький рівень сигналу на лінії SDA, як ознака успішного прийому байта.

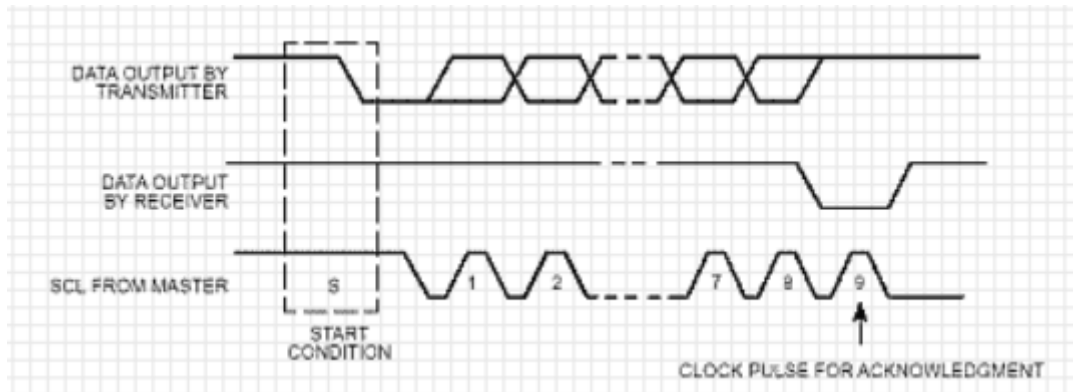


Рисунок 1.5 – Процес підтвердження передачі даних

Підтвердження передачі даних обов'язково. Відповідний імпульс синхронізації генерується провідним. Передавач відпускає (ВИСОКЕ) лінію SDA під час синхроімпульсу підтвердження. Приймач повинен утримувати лінію SDA протягом високого стану синхроімпульсу підтвердження в стабільному низькому стані.

У тому випадку, коли ведений приймач не може підтвердити свою адресу (наприклад, коли він виконує в даний момент будь-які функції реального часу), лінія даних повинна бути залишена у ВИСОКОМУ стані. Після цього провідний може видати сигнал СТОП для переривання пересилання даних.

Якщо в пересиланні бере участь ведучий-приймач, він повинен повідомити про закінчення передачі веденому-передавачу шляхом не підтвердження останнього байта. Ведомый-передатчик повинен звільнити лінію даних у тому, щоб дозволити ведучому видати сигнал СТОП чи повторити сигнал СТАРТ.

Синхронізація виконується за допомогою підключення до лінії SCL за правилом монтажного І.

Це означає, що провідний немає монопольного права управління переходом лінії SCL з НИЗЬКОГО стану ВИСОКОГО. У тому випадку, коли веденому необхідний додатковий час на обробку прийнятого біта, він може утримувати лінію SCL у низькому стані до моменту готовності до прийому

наступного біта. Таким чином, лінія SCL перебуватиме в НИЗЬКОМ стані протягом найдовшого НИЗЬКОГО періоду синхросигналів.

Пристрої з більш коротким періодом часу будуть продовжуватися, доки не закінчиться довгий період. Коли у всіх задіяних пристроїв скінчиться НИЗЬКИЙ період синхросигналу, лінія SCL перейде у ВИСОКИЙ стан. Усі пристрої почнуть проходити ВИСОКИЙ період синхросигналів. Перший пристрій, у якого закінчиться цей період, знову встановить лінію SCL у низький стан. Таким чином, низький період синхронізації SCL визначається найдовшим періодом синхронізації з усіх задіяних пристроїв, а високий період визначається найкоротшим періодом синхронізації пристроїв.

Механізм синхронізації може бути використаний приймачами як засіб керування пересиланням даних на байтовому та бітовому рівнях.

На рівні байта, якщо пристрій може приймати байти даних з великою швидкістю, але вимагає певний час для збереження прийнятого байта або підготовки до прийому наступного, воно може утримувати лінію SCL у НИЗЬКОМ стані після прийому та підтвердження байта, переводячи таким чином передавач у стан очікування .

На рівні бітів пристрій такий як мікроконтролер без вбудованих апаратних ланцюгів I2C або з обмеженими ланцюгами може уповільнити частоту синхроімпульсів шляхом продовження їх низького періоду. Таким чином, швидкість передачі будь-якого ведучого адаптується до швидкості повільного пристрою. [12]

Адресація в шині I2C

Кожен пристрій, підключений до шини, може бути програмно адресований унікальною адресою.

Для вибору приймача повідомлення ведучий використовує унікальний адресний компонент у форматі посилки. При використанні однотипних пристроїв, IC часто мають додатковий селектор адреси, який може бути

реалізований як додаткових цифрових входів селектора адреси, так і у вигляді аналогового входу. При цьому адреси таких однотипних пристроїв опиняються в адресному просторі пристроїв, підключених до шини.

У звичайному режимі використовується 7-бітна адресація.

Процедура адресації на шині I2C у тому, перший байт після сигналу СТАРТ визначає, який ведений адресується провідним щодо циклу обміну. Виняток становить адресу "Загального дзвінка", яка адресує всі пристрої на шині. Коли використовується ця адреса, всі пристрої теорії повинні надіслати сигнал підтвердження. Однак пристрої можуть обробляти "загальний виклик" на практиці зустрічаються рідко.

Перші сім бітів першого байта утворюють адресу веденого. Восьмий, молодший біт, визначає напрямок пересилання даних. "Нуль" означає, що ведучий буде записувати інформацію у вибраного веденого. "Одиниця" означає, що ведучий зчитуватиме інформацію з веденого.

Після того, як адреса надіслана, кожен пристрій в системі порівнює перші сім біт після сигналу СТАРТ зі своєю адресою. При збігу пристрій вважає себе обраним як ведений-приймач або як ведений-передавач, залежно від біта напряму.

Адреса веденого може складатися з фіксованої та програмованої частини.

Часто трапляється, що в системі буде кілька однотипних пристроїв (наприклад ІМС пам'яті або драйверів LED-індикаторів), тому за допомогою програмованої частини адреси стає можливим підключити до шини максимально можливу кількість таких пристроїв. Кількість програмованих біт на адресу залежить кількості вільних висновків мікросхеми. Іноді використовується один висновок з аналоговою установкою програмованого діапазону адрес, як це, наприклад, реалізовано в ІМС SAA1064. При цьому, залежно від потенціалу на цьому адресному висновку ІМС, можливе зміщення

адресного простору драйвера так, щоб однотипні ІМС не конфліктували між собою на загальній шині.

Всі ІМС, що підтримують роботу в стандарті шини I2C, мають набір фіксованих адрес, перелік яких вказаний виробником в описах контролерів.

Комбінація біт 11110XX адреси зарезервована для 10-бітної адресації.

У загальному вигляді процес обміну по шині від моменту формування стану СТАРТ до стану СТОП можна проілюструвати наступним малюнком:

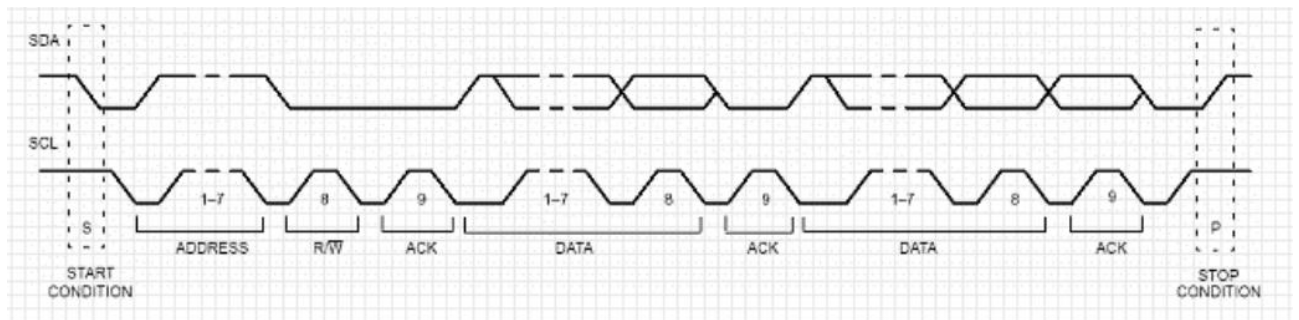


Рисунок 1.6 – Процес обміну по шині від моменту стану Старт до Стоп

Як впливає зі специфікації шини, допускаються як прості формати обміну, і комбіновані, як у проміжку від стану СТАРТ до стану СТОП провідний і ведений можуть бути як приймач як і передавач даних. Комбіновані формати можуть бути використані, наприклад, для керування послідовною пам'яттю.

Під час першого байта даних можна передавати адресу пам'яті, який записується у внутрішній регістр-клапан. Після повторення сигналу СТАРТ та адреси веденого видаються дані з пам'яті. Усі рішення про авто-інкремент або декремент адреси, до якого стався попередній доступ, приймаються конструктором конкретного пристрою. Тому, у будь-якому випадку, найкращий спосіб уникнути неконтрольованої ситуації на шині перед використанням нової (або раніше не використовуваної) ІМС слід ретельно вивчити її опис (datasheet), отримавши його з сайту виробника. Більше того, виробники часто розміщують поруч докладніші інструкції із застосування.

У будь-якому випадку, за специфікацією шини всі пристрої, що розробляються, повинні скидати логіку шини при отриманні сигналу СТАРТ або повторний СТАРТ і готуватися до прийому адреси.

Проте основні проблеми з використанням I2C шини виникають саме через те, що розробники, що "починають" працювати з I2C шиною, не враховують того факту, що ведучий (часто - мікропроцесор) не має монопольного права на жодну з ліній шини.

Розширення I2C

Стандартна шина I2C зі швидкістю передачі даних 100 кбіт/с та 7-бітною адресою існує вже протягом більше 10 років у незмінному вигляді. Стандартна шина I2C прийнята повсюдно як стандарт сотень типів мікросхем, що випускаються фірмою Philips та інші постачальниками. В даний час специфікація шини I2C розширена у двох напрямках: збільшення швидкодії та розширення адресного простору для розширення номенклатури новостворених пристроїв.

Введення специфікації "швидкого" режиму, що дозволяє вчетверо збільшити швидкість передачі до 400кБіт\сек. Необхідність у цьому "розширенні" стандарту була потрібна через необхідність пересилання великих обсягів інформації, і, як наслідок, необхідність збільшення пропускної спроможності каналу.

Реалізація специфікації «10-бітна адресація», яка дозволяє використовувати 1024 додаткові адреси, оскільки більшість із 112 адрес, дозволених для 7-розрядної адресації, вже використовувалися не один раз. Бажано мати більше комбінацій адрес, щоб уникнути проблем з розміщенням адрес нових пристроїв. За допомогою нової 10-бітної адреси було досягнуто збільшення приблизно в десять разів кількості існуючих адрес.

Всі нові пристрої з інтерфейсом I2C працюють у швидкому режимі. Бажано, щоб вони мали можливість отримувати та/або передавати дані зі швидкістю 400 кбіт/с. Принаймні, вони повинні мати можливість синхронізуватися у швидкому режимі, щоб довести швидкість передачі (шляхом збільшення часу LOW SCL) до прийняттого значення.

Високошвидкісні пристрої зазвичай розташовані знизу вгору, що означає їх здатність працювати зі стандартними пристроями на повільній шині. Очевидно, що стандартні пристрої не можуть працювати на високошвидкісній шині, тому що вони не можуть синхронізуватися на високих швидкостях і їх стан непередбачуваний. Швидкі підпорядковані пристрої можуть мати як 7-розрядні, так і 10-розрядні адреси. Однак 7-розрядна адреса є кращою, оскільки її апаратне застосування простіше, а довжина пакета менша. Пристрої з 7-розрядними і 10-розрядними адресами можуть використовуватися одночасно на одній шині, незалежно від швидкості передачі. Існуючі, і майбутні хости зможуть створювати як 7-розрядні, так і 10-розрядні адреси.

У швидкісному режимі протокол, формат, логічні рівні та максимальне ємнісне навантаження шинних ліній залишаються незмінними. Алгоритм синхронізації ліній SDA і SCL не змінено. Однак «швидкі» пристрої не вимагають сумісності з пристроями CBUS, оскільки вони не можуть працювати на високих швидкостях. Високошвидкісні вхідні схеми повинні мати встановлене запобігання викидам і тригер Шмітта на обох лініях. Високошвидкісний вихідний буфер повинен мати контрольований за часом каскад до заднього краю ліній SDA і SCL. Як правило, при втраті напруги живлення швидкісних пристроїв клеми, підключені до ліній шини I2C, повинні перейти в третю позицію. Ми внесли зміни в схемні рішення вихідних каскадів, щоб забезпечити час наростання провідного фронту (перехід від НИЗКОГО до ВИСОКОГО). Для навантажень шини до 200 пФ цю роль виконують монтажні резистори, тоді як для навантажень від 200 пФ до 400 пФ

цю функцію виконує джерело струму або ланцюг у змінних резисторах, які забезпечують «примусове» перемикання ліній шини I2C. .

10-розрядна адресація не змінює формат шини. Для цього використовуйте комбінацію адрес резервної копії 1111XXX перших семи бітів першого байта. 10-розрядна адресація не впливає на існуючу 7-бітну адресацію. До однієї шини можна підключати 7-розрядні та 10-розрядні пристрої адресації. Хоча існує вісім можливих комбінацій послідовності 1111XXX, використовуються лише чотири – 11110XX. Комбінації типу 11111XX зарезервовані для подальшого доопрацювання шини. Призначення бітів першим двом байтам 10-бітова адреса формується з перших двох байтів. Перші сім біт першого байта є комбінацією форми 11110XX, де два нижні біти (XX) є двома верхніми бітами (9 і 8) 10-розрядної адреси; восьмий біт першого байта на пряму.

"Нуля" в цьому біті означає, що ведучий збирається записувати інформацію в веденого, а "одиниця" - що ведучий зчитуватиме інформацію з веденого. Якщо біт напрямку дорівнює "нулю", то другий байт містить 8 біт 10-бітного адреси, що залишилися. Якщо біт напрямку дорівнює "одиниці", то наступний байт містить дані, передані з провідного ведучому.

Насамкінець слід зазначити, що стандарт I2C шини досить просто реалізує арбітраж зіткнень - вирішує проблему одночасної ініціалізації обміну по шині декількома провідними, при цьому без втрати даних. [12]

1.2 Класифікація САДК МП

Системи автоматичного чи автоматизованного керування по перше можна класифікувати за типом місця/сфери використання:

- Промислові (склади теплиці підприємства – там де мікроклімат в першу чергу важливий для зберігання чьогось чи підтримки виконання умов технологічного процесу)
- Офісні (офіси, для комфорту людини)
- Спеціальних приміщень (клініки, лабораторії)
- Житлові будинки (Багатоповерховки чи будівлі частно типу)

Для всіх цих типів приміщення відповідно будуть різні рівні точності, комплектції та налаштування АСДК МП

Класифікація за типом локального зв'язку:

- Передача даних по WiFi or Bluetooth
- Передача даних через кабель

Перші мають більшу мобільність та такі системи можуть використовуватися для наукових чи спеціальних робіт де потрібно тимчасово зробити заміри мікроклімату якогось приміщення чи будинку після чього датчики можна буде зняти та використовувати вже в іншому місці. В той час як другий варіант як правило на багато безпечніший та більш стабільний тому використовується при інтеграції подібної системи вже безпосередньо на постійну основу.

Також АСДК МП можна класифікувати за принципом обробки даних

- Простий логічний алгоритм.
- Алгоритм с можливістю динамічної зміни.

- Адаптивний алгоритм дій з можливістю самонавчання на основі штучного інтелекту.

Класифікацію АСКМ можна проводити за наявністю підключення до глобальної мережі та додатками через які можна контролювати клімат з будь-якої точки плану чи знаходячись в самому приміщенні за допомогою вбудованого інтерфейсу в самій пристрій (наприклад дисплею та декількох кнопок)

Також на ринку АСКМ розрізняють

Ті які вимірюють параметри оточення приміщення і враховують ці данні для подальшого корегування мікроклімату в приміщенні

Ті які опираються лише на данні отримані непосредньо у самому приміщенні

Перший варіант значно дорожчий але по перше він точніший а в деяких дуже дорогих системах, як правило це у теплицях чи лабораторях АСКМ підключена до інформації гісметео станцій та за допомогою штучного інтелекту робить прогноз подальших змін клімату на ближчі 3 години та працює на випередження.

1.3 Огляд літератури та Патентна інформація

АСКМ Тер11



Рисунок 1.7 – АСКМ Тер11

Основні технічні та загальні характеристики АСКМ Тер11 зібрані у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики АСКМ Тер11

Контроль вологості	присутній
Контроль температури	присутній
Контроль CO ₂	нема
Віддалений доступ	присутній
Збір даних у хмарний сервіс	нема
Автоматична аналітика та прогнозування на основі логіки алгоритму чи штучного інтелекту	присутній
Контроль рівня освітлення	присутній
Тип з'єднання сенсорів	бездротовий

Прцес збору та обробки з даним:

Дані з бездротових датчиків надходять на контролер, потім відправляються на віддалений сервер.

2. Обробка даних

На сервері йде обробка та збереження даних, а також прогнозування. Після цього дані відправляються на Ваш веб-сайт та моб. додаток.

3. Робота з даними

Веб-сайт та моб. додаток відображають поточні показники в теплиці, дозволяють дивитися історію даних та отримувати сповіщення про зміну показників.

АСКМ Pluton



Рисунок 1.8 – АСКМ Pluton

Основні технічні та загальні характеристики АСКМ Тер11 зібрані у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики АСКМ Pluton

Контроль вологості	присутній
Контроль температури	присутній
Контроль CO2	нема
Віддалений доступ	нема
Збір даних у хмарний сервіс	нема
Автоматична аналітика та прогнозування на основі логіки алгоритму чи штучного інтелекту	присутній
Контроль рівня освітлення	нема
Тип з'єднання сенсорів	дротовий

МГЦ1



Рисунок 1.9 – АСКМ МГЦ1

Основні технічні та загальні характеристики АСКМ МГЦ1 зібрані у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики АСКМ МГЦІ

Контроль вологості	присутній
Контроль температури	присутній
Контроль CO2	нема
Віддалений доступ	нема
Збір даних у хмарний сервіс	нема
Автоматична аналітика та прогнозування на основі логіки алгоритму чи штучного інтелекту	присутній
Контроль рівня освітлення	нема
Тип з'єднання сенсорів	дротовий

SPdigital [1]

Рисунок 1.10 – АСКМ SPdigital

Основні технічні та загальні характеристики АСКМ SPdigital зібрані у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики АСКМ SPdigital

Контроль вологості	присутній
Контроль температури	присутній
Контроль CO ₂	присутній
Віддалений доступ	присутній
Збір даних у хмарний сервіс	присутній
Автоматична аналітика та прогнозування на основі логіки алгоритму чи штучного інтелекту	присутній
Контроль рівня освітлення	присутній
Тип з'єднання сенсорів	бездротовий
GPRS модуль	відсутній

Ця самонавчена система управління будівлею, може оптимізувати та регулює кондиціонування повітря в будинках.

Розумна система демпферів ділить великий офіс відкритого планування на мікрозони з індивідуальним управлінням повітряним потоком на кожному дифузори кондиціонера.

Використовує штучний інтелект та Інтернет речей для зниження енергоспоживання з урахуванням таких факторів, як зайнятість та погодні умови, щоб оптимізувати потік повітря для рівномірного охолодження приміщень. Допомогає економити енергію, підвищувати ефективність роботи та комфорт робітників, а також може бути економічно ефективно розгорнути мінімально інвазивним та масштабованим чином.

АСКМ BRON



Рисунок 1.11 – АСКМ BRON

Основні технічні та загальні характеристики АСКМ BRON зібрані у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики АСКМ BRON

Контроль вологості	присутній
Контроль температури	присутній
Контроль CO ₂	відсутній
Віддалений доступ	присутній
Збір даних у хмарний сервіс	відсутній
Автоматична аналітика та прогнозування на основі логіки алгоритму чи штучного інтелекту	відсутнє
Контроль рівня освітлення	відсутній
Тип з'єднання сенсорів	бездротовий
GPRS модуль	відсутній

Ще має додаткову функцію на відміну від усіх працювати як сестема антипотоп при налаштуванні.

Таблиця функціональності

ФУНКЦИИ	контроль вологості	контроль температури	контроль CO2	ВІДДАЛЕНИЙ ДОСТУП	ЗБІР ДАНИХ У ХМАРНОМУ СЕРВІСІ ТА ДІНАМІКА	
					АВТОНОМНІСТЬ	
АСКМ Pluton	✓	✓	✗	✓	✗	✓
МГЦ1	✓	✓	✓	✗	✗	✗
АСКМ Теп11	✓	✓	✗	✗	✗	✓
SPdigital	✓	✓	✓	✓	✓	✗
BRON	✓	✓	✗	✓	✗	✗
АСКМ ASP L1	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Рисунок 1.12 – Таблиця порівняння функціональності вище наведених пристроїв

Таким чином ми можемо бачити які недоліки є у конкурентів на ринку автоматичних систем контролю мікроклімату та надходячи з цього вирішити на що саме треба повернути увагу і що потребує вдосконалення.

1.4 Завдання на проектування САДК МП

Зробивши аналіз недоліків відомих конкурентних рішень, було вирішено створити конкурентоспроможну автоматичну систему дистанційного контролю мікрокліматом приміщення. Для цього відповідно потрібно реалізувати такі пункти:

1 Додати у систему можливість вимірювати рівень CO₂ та регулювати його відповідно заданих інструкцій.

2 Реалізувати можливість адаптивного збору даних про рівень освітлення в різних приміщеннях чи мікрозонах цього приміщення для регуляції цього фактору та запобігання неякісного освітлення чи непотрібних витрат енергії.

3 Програмно розробити можливість підключення до хмарного сервісу та зберання аналітика та відображення даних про приміщення в будь-якому місці планети, а також контроль цих параметрів.

4 Реалізувати можливість виходу у мережу за відсутності можливості підключитися до неї через WiFi чи кабель.

5 Розробити плату та спростити інші процеси подальшої збірки апаратів подібного плану.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Параметри комфорту чи відповідності для покращення ефективності технологічного процесу вже прописані чіткими правилами на основі не одноразових опитів та експериментальних вимірів та відрізняються тільки за призначенням, сферою використання та умовами в яких система буде функціонувати.

Так як відносно праці системи кількість виводячи з балансу факторів дуже велика (сонце, вітер, зміна тиску, дощ – як зміна вологості і тому подібні) то за основу в технічному завданні були взяті до уваги лише найважливіші та найвпливовіші параметри.

Зробивши аналіз конкурентних рішень та видів класифікації АСКМ було вирішено у процесі розробки урахувати недоліки вище переглянутих моделей та додати контроль над доволі важливими параметрами які є наявними не у всіх раніше вивчених моделях. Також важливим фактом є те що більшість пристроїв не мають автономного виходу на зв'язок в випадку локального порушення кліматичного режиму що може привести до катастрофи у випадку тимчасової відсутності контролю людиною оператором частини чи усього автоматизованого техно-процесу. Ще треба сказати що багато систем не мають можливості аналізувати ефективність процесу за якийсь проміжок часу за відсутності запису даних до хмарного сервісу з можливістю подальшого аналізу та покращення коефіцієнтів ефективності бо багато систем сфокусовані на регуляції мікроклімату в моменті.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ КЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ

2.1 Особливості та сутність побудови САДК МП

Оптимальні параметри САДК МП визначаються ще на етапі проектування пристрою та розробляються з урахуванням типу та розмірів приміщення, параметрів використання приміщення та кількості поділу на мікрозони. Для промислових, АСКМ буде мати одну конфігурацію, для офісних іншу та для частних в залежності від вподобань кожного індивідуума.

Розробка АСКМ розпочинається з визначення наступних параметрів:

- Цілі і завдання, які стоять перед АСКМ
- Зняття розмірів кімнати та розбиття на мікрозони якщо це потрібно
- Розуміння під що та яким чином буде використовуватись приміщення

Особливу увагу потрібно звернути на вибір сенсорів проектованого апарату: сенсор вологості температури, CO₂, освітлення. Особливо важливою є температура та CO₂, бо підняття температури хочаб на один градус у приміщенні це збільшення витрат природнього газу на 5%, то з економічної сторони неможливо переоцінити важливість чіткості показників таких сенсорів щоб мати змогу адаптивно регулювати клімат в залежності від його змін у реальному часі.

Так як на локальному рівні інформацію нам потрібно передавати швидко та з найменшими витратами то для вирішення цієї задачі був обраний **протокол обміну інформацією «І2С»** описаний в основних положеннях розділу 1. [5] [14]

2.2 Функціональна схема САДК МП

Для спрощення та наглядного розуміння основних блоків та їх функціональних особливостей у складі пристрою було розроблено функціональну схему АСДК МП (рис.2.1):

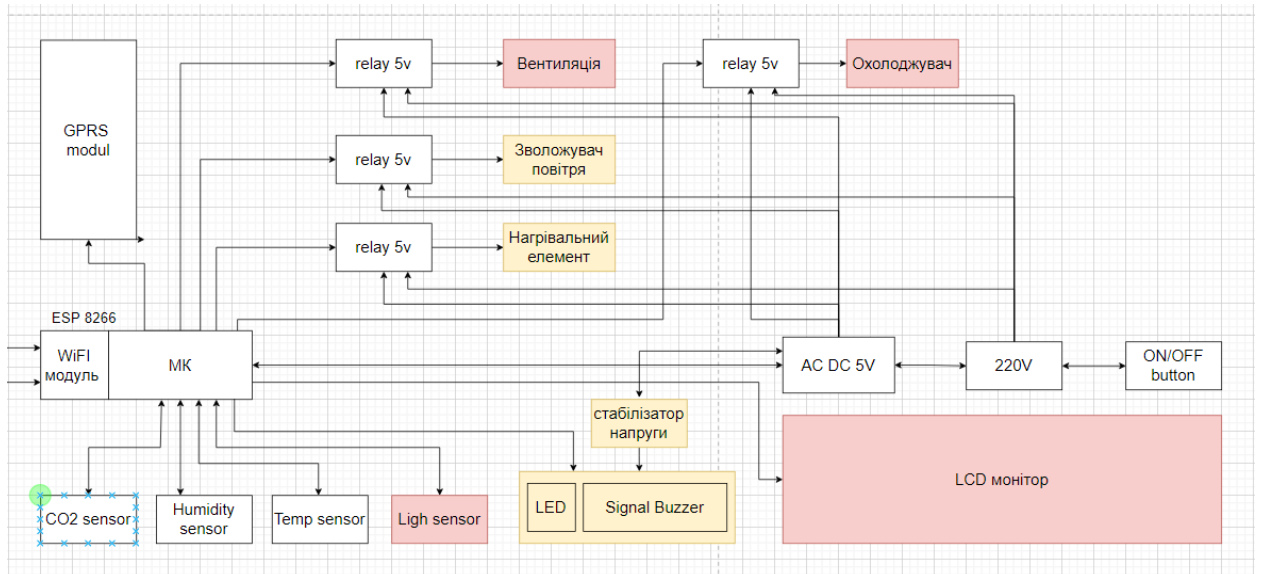


Рисунок 2.1 – Функціональна схема АСДК МП

Так ми можемо бачити блоки функціональної схеми які відіграють кожен свою роль:

- Мікроконтролер – відповідає за обробку даних та безпосередній контроль пристрою
- WiFi модуль – надає можливість приймати та передавати данні як локально у самій системі так і у будь яку точку планети через хмарний сервіс ThingSpeak
- GPRS modul – є пристроєм виходу АСДК МП у інтернет у разі якщо WiFi підключення не працює
- CO2 sensor – пильнує за рівнем CO2 та надає ці данні до мікроконтролеру
- Сенсор вологості – виміює відносну вилогість повітря і сповіщає про це МК

- Сенсор температури – вимірює температуру навколишнього середовища та надає значення температури до мікроконтролера на обробку і подальше прийняття рішення
- Сенсор освітлення – вимірює рівень освітлення у приміщенні та відправляє ці дані на МК (красного кольору бо збірка пристрою може буди і без нього)
- LED світлодіод і Бузер – доволі важливі індикаційні елементи приладу, потрібні для локального сповіщення людей про виникнення несправності
- Стабілізатор напруги – потрібен щоб надавати безперебійну напругу в заданому діапазоні
- Реле п'ять вольт – основний елемент схеми який встановлений щоб керувати більш потужними пристроями, виконавчими механізмами для керування самим мікрокліматом
- Вентеляція – є елементом який безпосередньо може впливати на швидкість потоків повітря приміщення його температуру та чистоту
- Зволожувач повітря – цей елемент є вливаючим елементом на значення вологості у кімнаті чи виробництві в якому встановлений
- Нагрівальний виконавчий механізм – є безпосереднім впливачем на рівень температури приміщення
- LCD monitor – надає можливість локального відображення параметрів мікроклімату і є бортовим інтерфейсом.

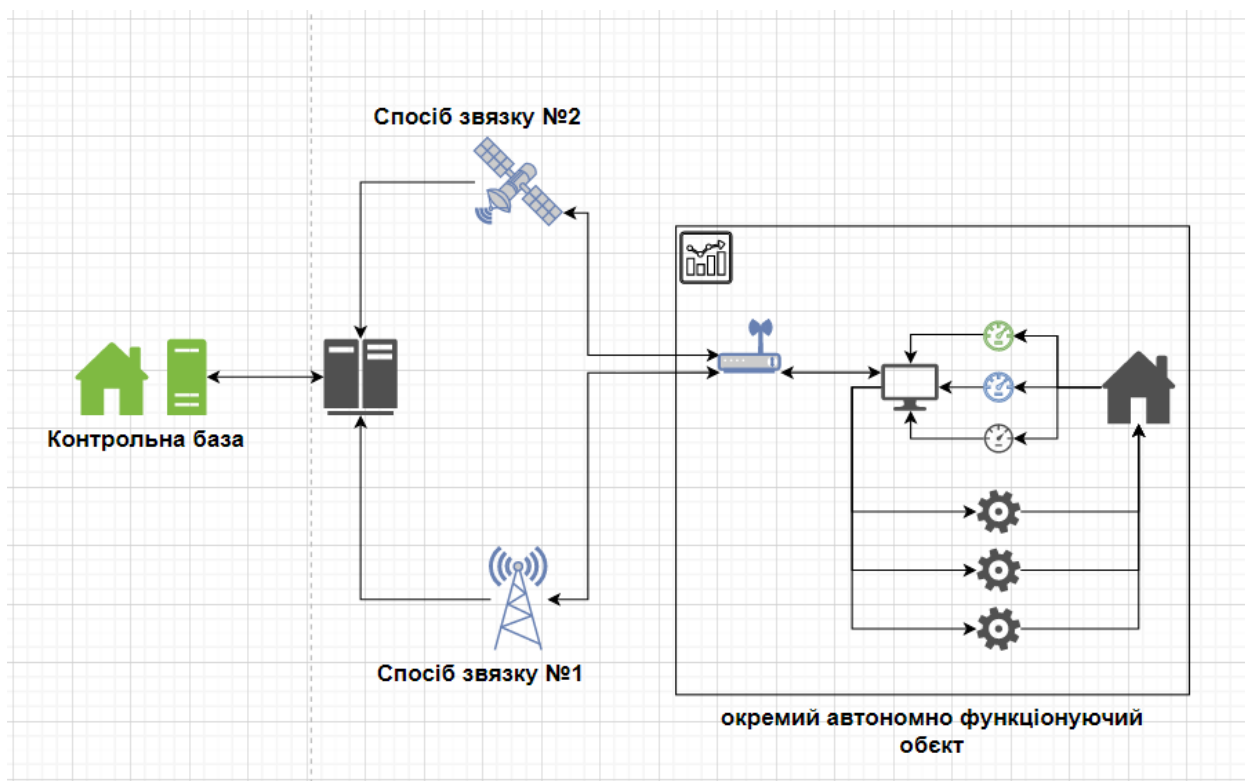


Рисунок 2.2 – Функціональна схема основних загальних блоків

На рис. 2.2 можна побачити більш загальну картину того як сам пристрій інтегровано наприклад у офісне приміщення, його загальні способи зв'язку та «контрольна база» як приймач даних, такою може бути ваш комп'ютер який виступить у ролі сервера чи буде підключений до сервера і буде відображати данні стану мікроклімату через «хмарний сервіс».

2.3 Опис обраних блоків

Мною був обраний модуль **ESP8266** - це мікрочіп системи на кристалі (SOC) Wi-Fi для додатків Інтернету речей (IoT), що виробляється Espressif Systems (рис. 2.3).

Враховуючи його низьку вартість, невеликий розмір та адаптованість до вбудованих пристроїв, ESP8266 зараз широко використовується в пристроях IoT.

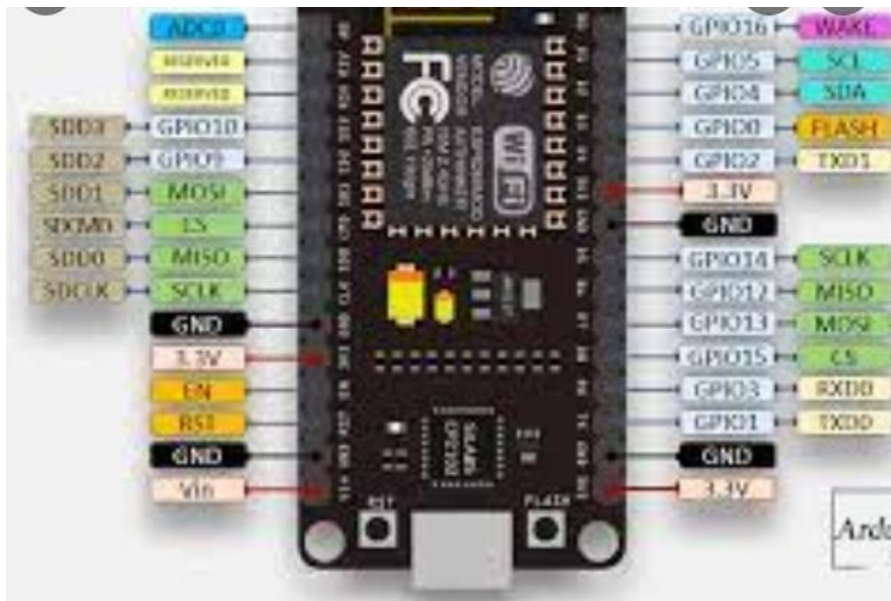


Рисунок 2.3 – Означення виводів ESP8266

Модуль ESP8266 дозволяє мікроконтролерам підключатися до Wi-Fi на частоті 2,4 ГГц, використовуючи IEEE 802.11 bgn. Його можна

використовувати з прошивкою ESP-AT для забезпечення підключення Wi-Fi до зовнішніх хост-MCU, або його можна використовувати як самодостатній

MCU, запустивши SDK на основі RTOS. Модуль має повний стек TCP/IP і забезпечує можливість обробки даних, читання та управління GPIO.

Модуль ESP8266 Node MCU (CH340) був обраний тому що його потужно-об'ємні характеристики є оптимальним варіаном який об'єднує у собі достатній рівень потужності для праці з тим обсягом інформації який ми будемо надавати до мікроконтролера протягом великого періоду часу. При цьому мікроконтролер зовсім не великих розмірів і тому займає дуже маленьку частину простору в корпусі пристрою при подальшій збірці що також є дуже важливим аспектом в сфері виготовлення та подальшого розміщення пристроїв такого типу.

Важливо сказати що це один з елементів безперервного підключення до мережі то саме у цієї моделі витрати електричної енергії суттєво нижче на відміну від пристроїв більшого розміру та потужності такого типу як ESP,

та при максимальному навантаженні споживає 215mA що позитивно впливає з точки зору економії офісу чи підприємства. [13]

Функції ESP8266:

ESP8266 має багато застосувань, коли справа доходить до Інтернету речей. Ось лише деякі з функцій, для яких використовується чіп:

- Мережа: Wi-Fi-антена модуля дозволяє вбудованим пристроям підключатися до маршрутизаторів та передавати дані.
- Обробка даних: включає обробку основних вхідних даних від аналогових і цифрових датчиків набагато складніших обчислень за допомогою RTOS або SDK без ОС.
- P2P-підключення: створюйте прямий зв'язок між ESP та іншими пристроями за допомогою IoT P2P-підключення .
- Веб-сервер: доступ до сторінок, написаних у HTML або мовах розробки.

12E, 01LWIP, 12F, 07 не підійдуть за параметрами
Adafruit Huzzah ESP8266, D1 mini підійдуть [16]

Сенсор вологості DHT22

DHT22 – це базовий недорогий цифровий датчик температури та вологості (рис. 2.4). Він використовує ємнісний датчик вологості та термістор для

вимірювання навколишнього повітря та видає цифровий сигнал на контакт даних (аналогові вхідні контакти не потрібні). Він є досить простим у використанні, але вимагає обережного вибору часу для збору даних. Отримати нові дані з нього можна раз на 2 секунди, тому при використанні бібліотеки від Adafruit показання датчиків можуть бути до 2-х секундної давності.

Поставляється з резистором 4,7 кОм або 10 кОм, який ви захочете використовувати як підтяжку від контакту даних до VCC.



Рисунок 2.4 – Сенсор температури та вологості DHT22 [15]

Характеристики:

Живлення від 3 до 5 В та введення/виведення

Максимальне споживання струму 2,5 мА під час перетворення (за запитом даних)

Добре підходить для вологості 0-100% з точністю 5%

Підходить для показань температури 0–50 °С із точністю ± 2 °С

Частота дискретизації не більше 1 Гц (раз на секунду)

Розмір корпусу 15,5 мм x 12 мм x 5,5 мм

4 контакти з кроком 0,1 дюйма

Сенсор рівня CO₂ (рис. 2.5)

CO₂ утворюється при диханні, згорянні та розкладанні органічних речовин, а також знаходиться в приміщенні. Це результат як зовнішнього атмосферного CO₂, і внутрішнього виробництва внаслідок присутності людей.



Рисунок 2.5 – Сенсор рівня CO₂

CO₂ можна виявити та виміряти за допомогою різних технологій, у тому числі

- Недисперсійне інфрачервоне випромінювання (NDIR) відслідковує поглинання інфрачервоного світла на певній довжині хвилі (4,3 мкм), довжині хвилі, коли CO₂ має дуже сильне поглинання. Якщо інфрачервоне світло поглинається, то є CO₂, тоді як відсутність поглинання вказує на недолік CO₂. Що більше інфрачервоного світла поглинається, то вище концентрація CO₂.

- Фотоакустична спектроскопія піддає зразок імпульсів електромагнітної енергії, спеціально налаштованої на довжину хвилі поглинання CO₂. З кожним

імпульсом енергії молекули CO₂ всередині зразка поглинатимуть і генеруватимуть хвилі тиску за допомогою фотоакустичного ефекту. Потім ці хвилі тиску виявляються акустичним детектором і перетворюються на корисні показання CO₂ за допомогою комп'ютера або мікропроцесора.

- Електрохімічні датчики вуглекислого газу вимірюють електричний струм, щоб визначити, скільки CO₂ є у повітрі. Коли CO₂ потрапляє у датчик, він входить у хімічну реакцію лежить на поверхні полімеру, у результаті виникає електричний заряд. Потім тип та кількість електричного заряду використовуються для визначення кількості CO₂. [12]

Датчики NDIR CO₂ мають переваги у продуктивності порівняно з іншими технологіями виявлення завдяки довготривалій стабільності, точності та низькому енергоспоживанню при вимірюванні CO₂.

Сенсор температури DS18B20

DS18B20 – цифровий датчик температури 1-Wire від Maxim IC (рис. 2.6, 2.7).

Повідомляє градуси Цельсія з точністю від 9 до 12 біт, від -55 до 125 (+/-0,5).

Кожен датчик

має унікальний 64-бітний серійний номер, що вигравірує на ньому, що дозволяє використовувати величезну кількість датчиків на одній шині даних.



Рисунок 2.6 – Сенсор температури DS18B20

Функції:

Унікальний інтерфейс 1-Wire® вимагає лише одного контакту порту для зв'язку

Кожен пристрій має унікальний 64-бітний серійний код, що зберігається у вбудованому ПЗП.

Можливість багатоточкового підключення спрощує програми для розподіленого вимірювання температури

Не потребує зовнішніх компонентів

Може живитись від лінії передачі даних.

Діапазон живлення від 3,0 до 5,5 В.

Вимірює температуру від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ (від -67°F до $+257^{\circ}\text{F}$) з точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ від -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$

Роздільна здатність термометра вибирається користувачем від 9 до 12 біт.

Перетворює температуру на 12-бітове цифрове слово за 750 мс (макс.)

Налаштування енергонезалежної сигналізації (NV), що визначаються користувачем

Команда пошуку аварійного сигналу ідентифікує та адресує пристрої, температура яких виходить за запрограмовані межі (стан аварійного температурного сигналу).

Додатки включають термостатичні (рис.2.7) елементи управління, промислові системи, споживчі товари, термометри чи будь-які термочутливі системи. [13]

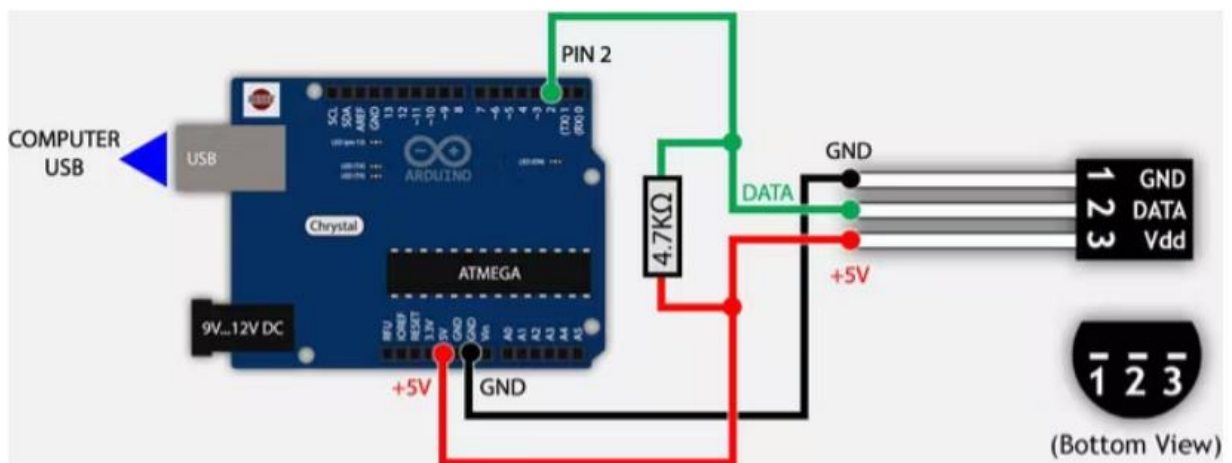


Рисунок 2.7 – Підключення сенсору температури до плати

GPRS modul

Модулі GSM/GPRS дозволяють мікроконтролерам здійснювати бездротовий зв'язок з іншими пристроями та інструментами (рис. 2.8). Таке бездротове підключення

мікроконтролера відкриває широкий спектр додатків, таких як домашня автоматизація, системи домашньої безпеки, керування стихійними лихами, медична допомога, відстеження транспортних засобів, онлайн-банкінг, електронна комерція тощо, і це лише деякі з них. [17]



Рисунок 2.8 – GPRS модуль

Led Red & Green

Світловипромінюючий діод (LED) - це напівпровідниковий джерело світла, що випромінює світло при протіканні через нього струму. Електрони у напівпровіднику рекомбінують з електронними дірками, вивільняючи енергію у вигляді фотонів. Колір світла (відповідний енергії фотонів) визначається енергією, яка потрібна електронам для перетину забороненої зони напівпровідника. Біле світло виходить при використанні кількох напівпровідників або шару світловипромінюючого люмінофора на напівпровідниковому пристрої. [10]

Зволожувач повітря

Є багато різних способів підвищити вологість у будинку. Наприклад, ви можете поставити каструлю з водою на плиту чи радіатор або повісити мокрі рушники біля повітроводу обігрівача. Але більшість людей використовують механічний зволожувач для виконання цієї роботи. Ось чотири найпопулярніші технології:

Часто званий «випарником» паровий зволожувач кип'ятить воду і випускає теплу пару в кімнату. Це найпростіша, а тому найменш затратна технологія зволоження повітря. Ви можете знайти недорогі моделі крильчаток менш ніж за 10 доларів у дисконтних магазинах. Ще однією перевагою цієї

технології є те, що ви можете використовувати інгалятор з пристроєм, щоб зменшити кашель.

У крильчатці диск, що обертається, викидає воду на гребенеподібний дифузор. Дифузор розбиває воду на дрібні краплі, які ширяють у повітрі. Зазвичай ви бачите ці краплі у вигляді прохолодного туману, що виходить із зволожувача. [9]



Рисунок 2.9 – Ультразвуковий зволожувач повітря

Ультразвуковий зволожувач (варіант що використали ми) використовує металеву діафрагму, що вібрує на ультразвуковій частоті, подібно до елемента у високочастотному динаміці, для створення крапель води. Ультразвуковий зволожувач зазвичай безшумний, а також виробляє прохолодний туман (рис. 2.9).

У гнітливій системі використовується паперовий, тканинний або пінопластовий гніт або лист для витягування води з резервуару. Вентилятор, що обдуває гніт, дозволяє повітря поглинати вологу. Чим вище відносна вологість, тим важче випарувувати воду з фільтра, тому цей тип зволожувача є саморегулюючим - у міру збільшення вологості вихід водяної пари зволожувача природним чином зменшується.

Бузер

Зуммер видає той самий шумний звук незалежно від прикладеного до нього напруги. Він складається з п'єзокристалів між двома провідниками. Коли ці кристали подається потенціал, вони штовхають один провідник і тягнуть інший. Це, що штовхає і тягне дію, призводить до звукової хвилі (рис. 2.10). Більшість зумерів виробляють звук у діапазоні від 2 до 4 кГц. [8]



Рисунок 2.10 – Модуль бужеру

Стабілізатор напруги

Стабілізатори (часто звані автоматичними та безпечними регуляторами напруги) являють собою статичні пристрої для стабілізації напруги мережі перед подачею на підключене обладнання (рис. 2.11). Він розпізнає коливання напруги в мережі та регулює його всередині, щоб забезпечити постійний діапазон вихідної напруги, якщо напруга в мережі низька; Ваш стабілізатор це відчуває, підвищує до потрібного рівня напруги, а потім подає на підключене обладнання, щоб воно працювало без проблем. Це відбувається навпаки у разі появи високої напруги в інженерній мережі. [17]

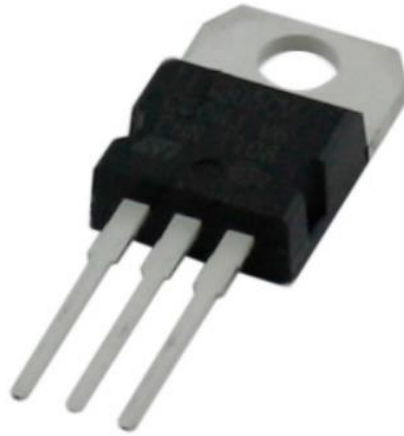


Рисунок 2.11 – Стабілізатор напруги

Стабілізатори роблять це за допомогою електронної схеми, яка перемикає необхідні відведення вбудованого автотрансформатора за допомогою високоякісних електромагнітних реле для створення бажаної напруги. Якщо напруга, що подається, виходить за межі допустимого діапазону, механізм перемикає необхідний відвід трансформатора, тим самим приводячи напругу, що подається в безпечний діапазон.

Таким чином, стабілізатор виступає як надійний захист між вашим обладнанням та мережею, постійно відстежуючи та стабілізуючи коливання напруги, що виникають у мережі. Це гарантує, що ваш цінний пристрій

отримує постійний стабілізований діапазон напруги на вході для безперебійної роботи та тривалого терміну служби.

2.4 Електрична принципова схема

На основі вище продемонстрованої схеми та обраних функціональних блоків була розроблена електрична принципова схема основних блоків та підключень пристрою (рис.2.12).

Головною частиною схеми та мозком системи є ESP8266 Node Mcu v3 NodeMcu – платформа на основі ESP8266 для створення різних пристроїв Інтернету речей (IoT). Модуль вміє відправляти та отримувати інформацію в локальну мережу або інтернет за допомогою Wi-Fi. Недорогий модуль часто використовується для створення систем розумного будинку або роботів Arduino, що керуються на відстані.

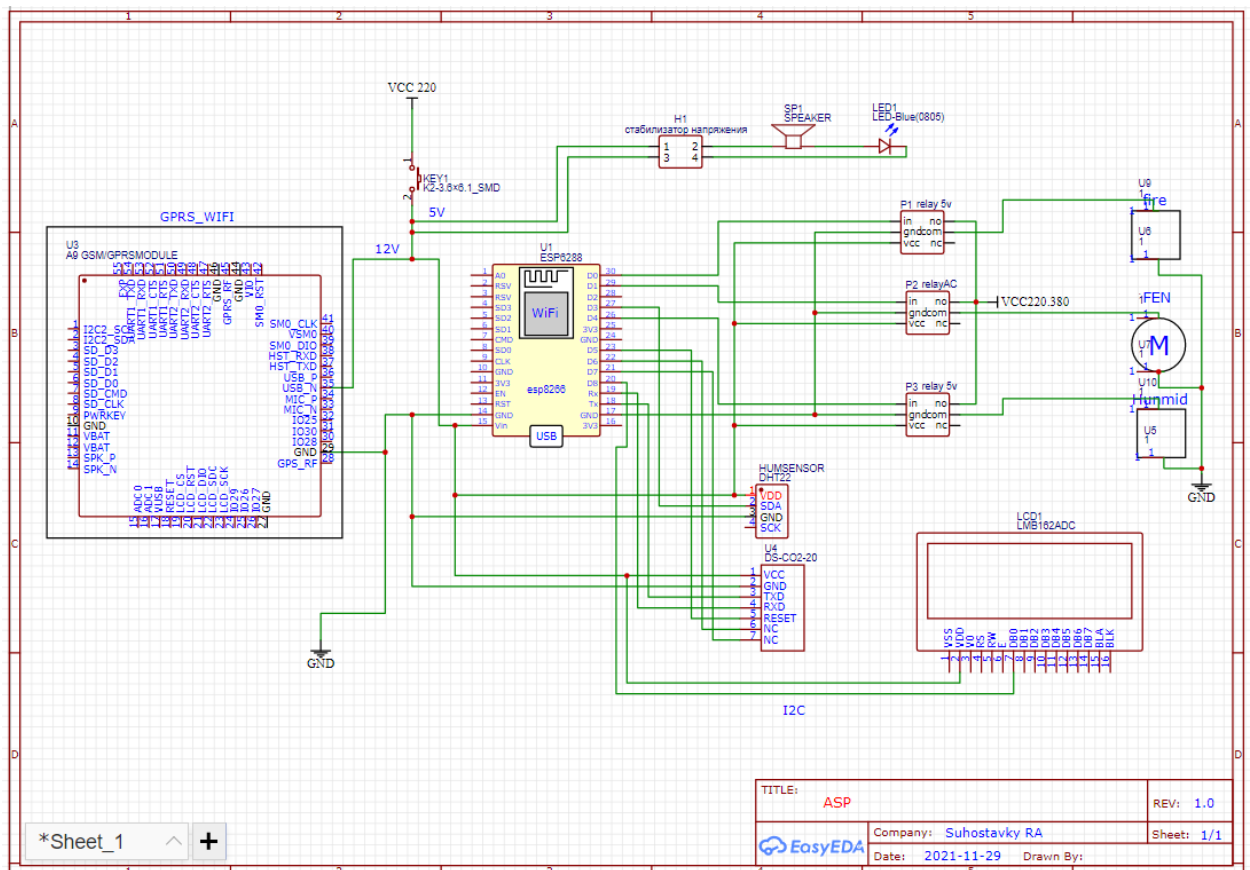


Рисунок 2.12 – Електрична принципова схема пристрою

У ролі зв'язуючого звена є три реле 5 вольт. Реле дозволяє підключити пристрої, що працюють у режимах із відносно великими струмами або напругою. Ми не можемо безпосередньо підключити до плати ESP потужні

вентеляційні системи, обігрівачи, навіть звичайну лампочку – плата не призначена для такого навантаження і просто згорить. Саме тому нам доведеться додати у схему реле.

Є шлюз, який дозволяє підключати електричні схеми з абсолютно різними параметрами. Звичайний шлюз на річці з'єднує водні канали на різних висотах, відкриваючи або закриваючи ворота. Реле arduino вимикає зовнішні пристрої, замикаючи або відкриваючи окрему електричну мережу, до якої вони підключені. За допомогою arduino і життєво важливої підтримки ми керуємо процесом повороту або повороту так само, як ми вмикаємо або вимикаємо домашнє світло — командою закрити або відкрити. Arduino видає сигнал, а корпус або апертура «потужної» схеми не працює через якісь спеціалізовані внутрішні пристрої. Ніщо не можна вважати пультом дистанційного керування, за допомогою якого ми виконуємо необхідні дії за допомогою «відключених» сигналів.

У правій частині схеми можна побачити блок із підключених сенсорів, вони відповідають за збір інформації важливих параметрів мікроклімату.

Також зверху іде сигналізуюча частина в яку входить бусер та світлодіод після чього зліва можна побачити великий блок то це GPRS модуль на модулі SIM868 з підтримкою GSM, GPRS, GNSS та Bluetooth, що дозволяє легко доповнити ESP8266 функціями мобільного телефону, меседжеру, GPS трекеру, сервер збору та передачі інформації з датчиків та багато іншого.

Нижче по схемі можна побачити дисплей LMB162ADC якій відповідає за відображення даних на екрані локальним чином, на випадок якщо під рукою нема виходу в мережу а потрібно подивитися данні то можна просто підійти та побачити усі основні параметри.

2.5 Алгоритм роботи системи автоматичного дистанційного керування мікрокліматом

Так як кількість параметрів які впливають на мікроклімат доволі велика а різноматіність варіацій того що з ними робити ще більша то на схемі (рис. 2.13) нижче можна побачити розроблений на основі тестування алгоритм праці АСдК МП в його основних фазах які у більшоті варіацій збірки буде однаковим.

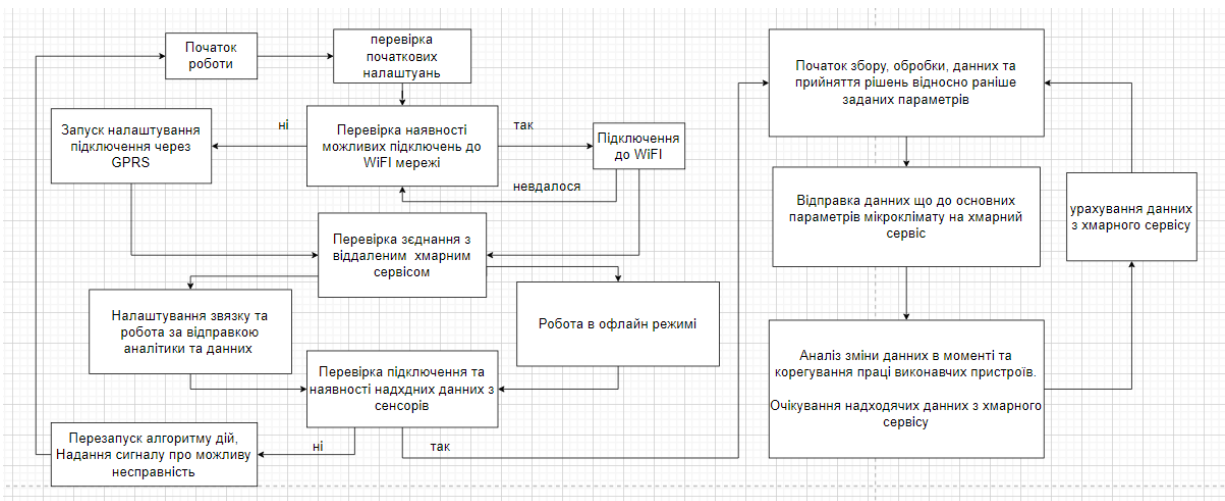


Рисунок 2.13 – Загальна ілюстрація праці алгоритму пристрою

Як ми можемо бачити на рисунку початковий етап після подачі живлення на контроллер пристрою це виконання перевірки усіх основних налаштувань, таких як зв'язок з сенсорами та виконавчими механізмами якщо то потрібно. Наступним кроком є перевірка наявності можливих підключень до мережі та обрання відповідного варіанту (у пріоритеті стоїть підключення по WiFi)

Після того як підключення було успішним буде перевірено з'єднання з хмарним сервісом ThingSpeak за допомогою http запитів якщо відповідь сервера буде відповідного коду контроллер зрозуміє що запит був успішно прийнятий та почне працю у звичайному режимі, якщо у відповідь приде код «200» відповідно якого налаштування зв'язку з сервером на вдалося АСдК МП дати сигнал що з'єднання не вдалося та ініціює повторну спробу підключення якщо підключення не буде то АСдК МП почне роботу у офлайн

режимі та час від часу буде ініціювати повтор підключення до хмарного сервісу ThingSpeak

Основна частина роботи, контроллер відправить запити до сенсорів та датчиків що до стану важливих для мікроклімату параметрів і після отримання даних про параметри почне обробку цих даних відносно раніше заданих користувачем для комфортного перебування у приміщенні. Після обробки данні будуть відправлені до хмарного сервісу та у разі необхідності буде надано команду на виконавчі механізми які безпосередньо впливають на зміну мікроклімату у приміщенні чи мікрозоні.

2.6 Опис підключення інтерфейсу хмарного сервісу

Так як у нашій АСдК МП реалізовано рішення дистанційного виводу даних, то є декілька варіантів як саме це буде відбуватися. Це міг би бути додаток для мобільного телефону чи якийсь сервіс. Мною було обрано сервіс бо він є кроссплатформенним та безкоштовним і доволі зручним (рис. 2.14).

В цьому випадку для АСдК МП ми будемо використовувати спеціальний хмарний сервіс на основі MathWorks з можливістю підключення аналітики та виведення динамічних графіків відображення параметрів на екран.

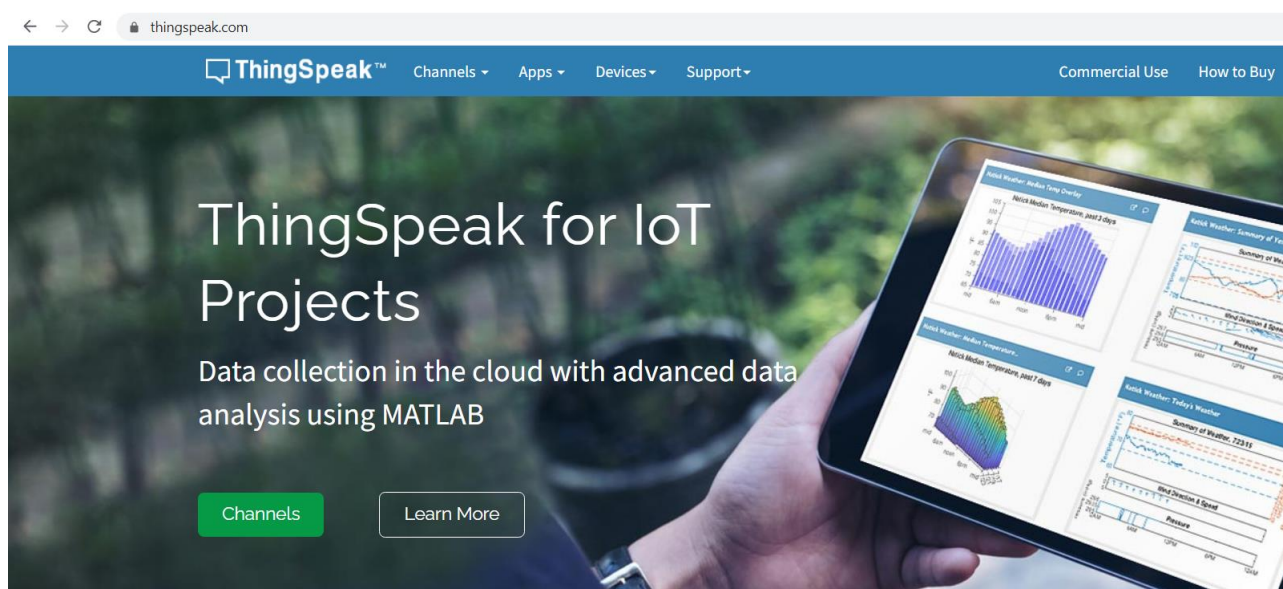


Рисунок 2.14 – Головна сторінка сервісу ThingSpeak

Для того щоб мати змогу використовувати інтерфейс нам для початку необхідно зайти на сайт ThingSpeak.com та зареєструватися. Після реєстрації Вам потрібно буде створити новий канал в вкладці «Channels» (рис. 2.15):

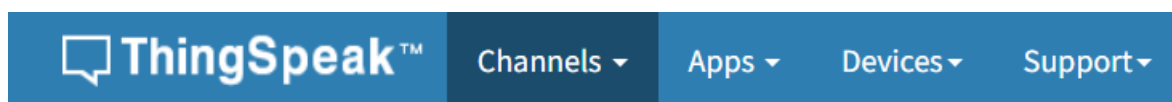


Рисунок 2.15 – Вкладка з основними розділами хмарного сервісу

My Channels



Рисунок 2.16 – Кнопка що потрібно натиснути щоб створити новий канал
Після натискання кнопки «New Channel» (рис. 2.16) Ви потрапите в налаштування каналу (рис. 2.17):

ThingSpeak™ Channels ▾ Apps ▾ Devices ▾ Support ▾ Commercial Use How to Buy **RM**

New Channel

Name

Description

Field 1

Field 2

Field 3

Field 4

Field 5

Field 6

Field 7

Field 8

Help

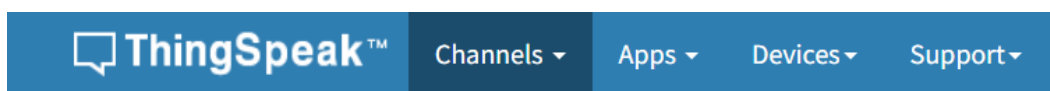
Channels store all the data that a ThingSpeak application collects. Each channel includes eight fields that can hold any type of data, plus three fields for location data and one for status data. Once you collect data in a channel, you can use ThingSpeak apps to analyze and visualize it.

Channel Settings

- **Percentage complete:** Calculated based on data entered into the various fields of a channel. Enter the name, description, location, URL, video, and tags to complete your channel.
- **Channel Name:** Enter a unique name for the ThingSpeak channel.
- **Description:** Enter a description of the ThingSpeak channel.
- **Field#:** Check the box to enable the field, and enter a field name. Each ThingSpeak channel can have up to 8 fields.
- **Metadata:** Enter information about channel data, including JSON, XML, or CSV data.
- **Tags:** Enter keywords that identify the channel. Separate tags with commas.
- **Link to External Site:** If you have a website that contains information about your ThingSpeak channel, specify the URL.
- **Show Channel Location:**
 - **Latitude:** Specify the latitude position in decimal degrees. For example, the latitude of the city of London is 51.5072.

Рисунок 2.17 – Детальне налаштування каналу

У першому вікні потрібно буде написати ім'я каналу, не обов'язково але краще заповнити поле "Опис", щоб потім якщо буде потрібно щось згадати усі параметри підключень та налаштувань будуть там, а також для нашої системи поставити галочку напроти "Поле 1", "Поле 2", "Поле 3" та "Поле 4" . Нам потрібно додати 4 канали, їх кількість залежить від кількості параметрів що ми вимірюємо та хочемо виводити в режимі онлайн на дисплей (рис. 2.18).



New Channel

Name

Description

Field 1

Field 2

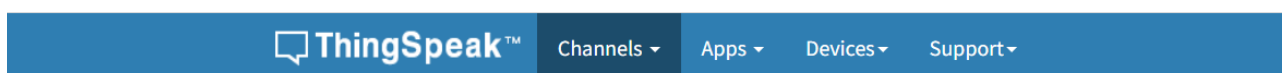
Field 3

Field 4

Field 5

Рисунок 2.18 – Додаю 4 канали для основних параметрів які ми будемо виводити як графіки у інтерфейсі ThingSpeak

Після цього нам потрібно додати екрани відображення параметрів щоб мати візуальне представлення того що буде відбуватися. Для цього потрібно зайти в канал який ми тільки що створили (рис. 2.19):



My Channels

[New Channel](#)

Name	Created	Updated
ASP vo.1 Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2021-12-07	2021-12-07 18:46

Рисунок 2.19 – Відображення каналу після того як він був налаштований
Після цього натиснути кнопку «добавити відображення» (рис. 2.20).

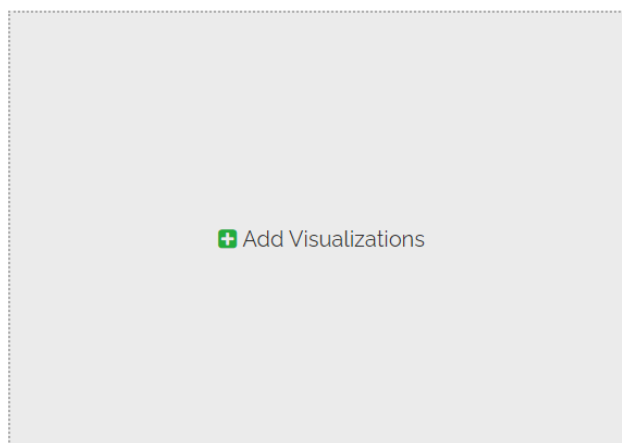


Рисунок 2.20 – «Кнопка для виведення графіка одного із надходячих параметрів»

Після створення каналу, у Нас буде Наш ID і стане доступна закладка ключів API. Нам потрібно буде скопіювати API ключ, який йде на запис, тому що ми будемо записувати свої дані.

Так само дуже важливо, щоб дані які ми відсилаємо приходили з паузами мінімум в 20 секунд, інакше система їх ігноруватиме. У програмі ми зробимо паузу в 30 секунд між відправками даних.

Для підключення до системи ThingSpeak ми використовуємо бібліотеку ThingSpeak.h, яку можна встановити в Arduino IDE (рис. 2.21):

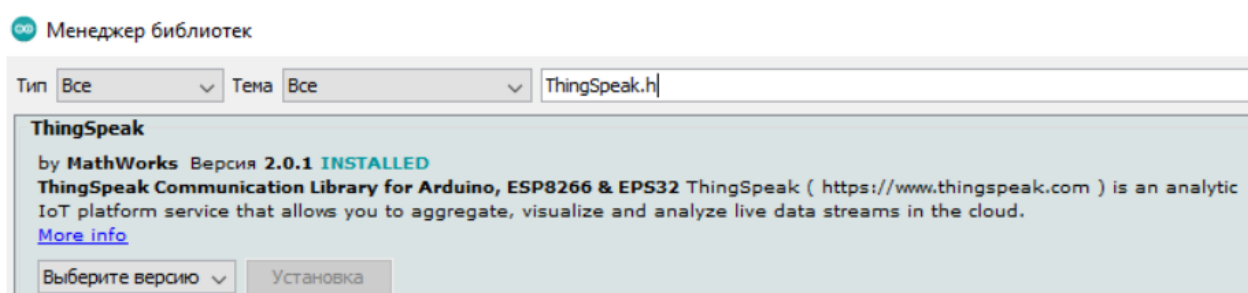


Рисунок 2.21 – Пошук бібліотеки ThingSpeak для Ардуіно IDE

Щоб передавати будь які данні на графіка нам потрібно мати API ключ, тому що цей сервіс працює саме таким чином через API ключа. Для того щоб знайти цей ключ потрібно зайти в вкладку «Channel» та «API key» (рис. 2.22).

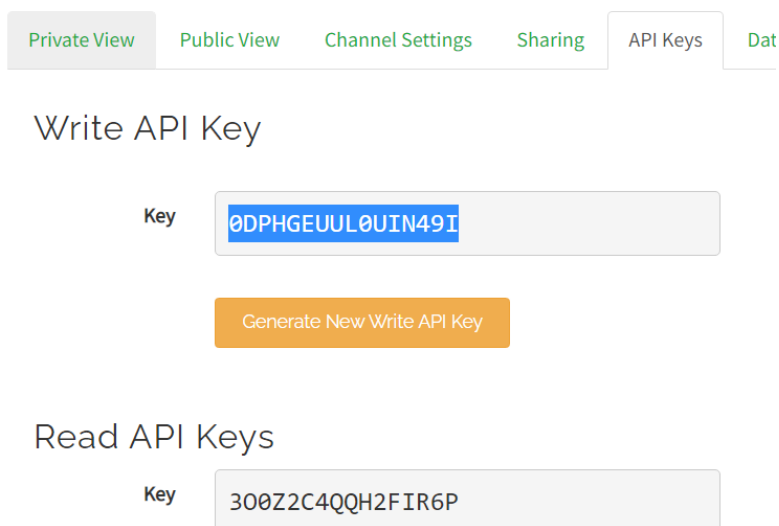


Рисунок 2.22 – Розділ з API ключами для прийому та відправки даних

Важливо помітити що саме цей ключ ми вставляли у код в розділі «Програмне забезпечення» [26]

Після цього як ми усе підключили та вимкнули пристрій, нам потрібно оновити сторінку і вже автоматично налаштований канал буде відображати наші данні (рис. 2.23):

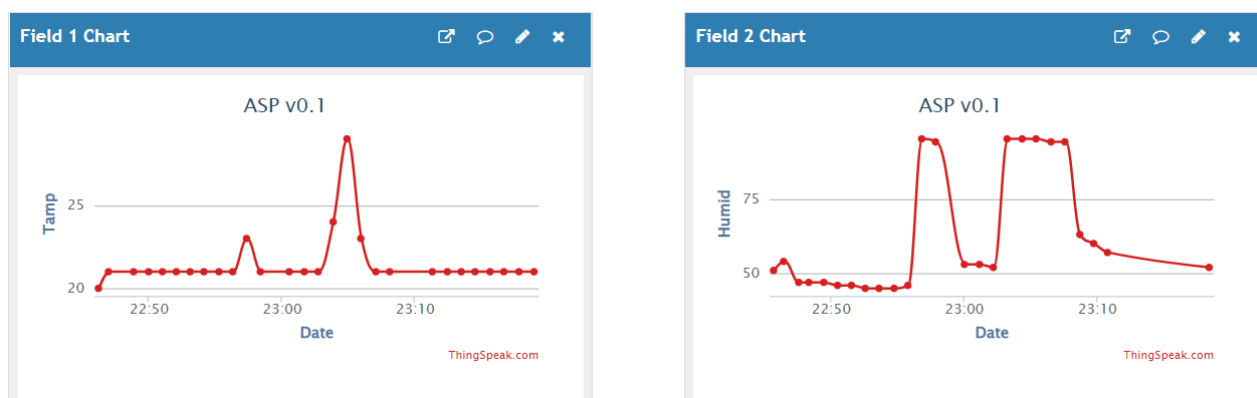


Рисунок 2.23 – Дистанційне відображення наших даних через хмарний сервіс Thingspeak.com

2.7 Розробка печатної плати для САДК МП

Згідно з раніше розробленої електричної принципової схеми та врахуванням функціональних особливостей та особливостей розположення елементів таких які залежать від виділення тепла, випромінення електромагнітних хвиль та тому подібних факторів які можуть впливати на функціональність та справність роботи інших елементів схеми було розроблено схему печатної плати для спрощення сборки та прискориння у разі запуску на виробництво (рис. 2.24).

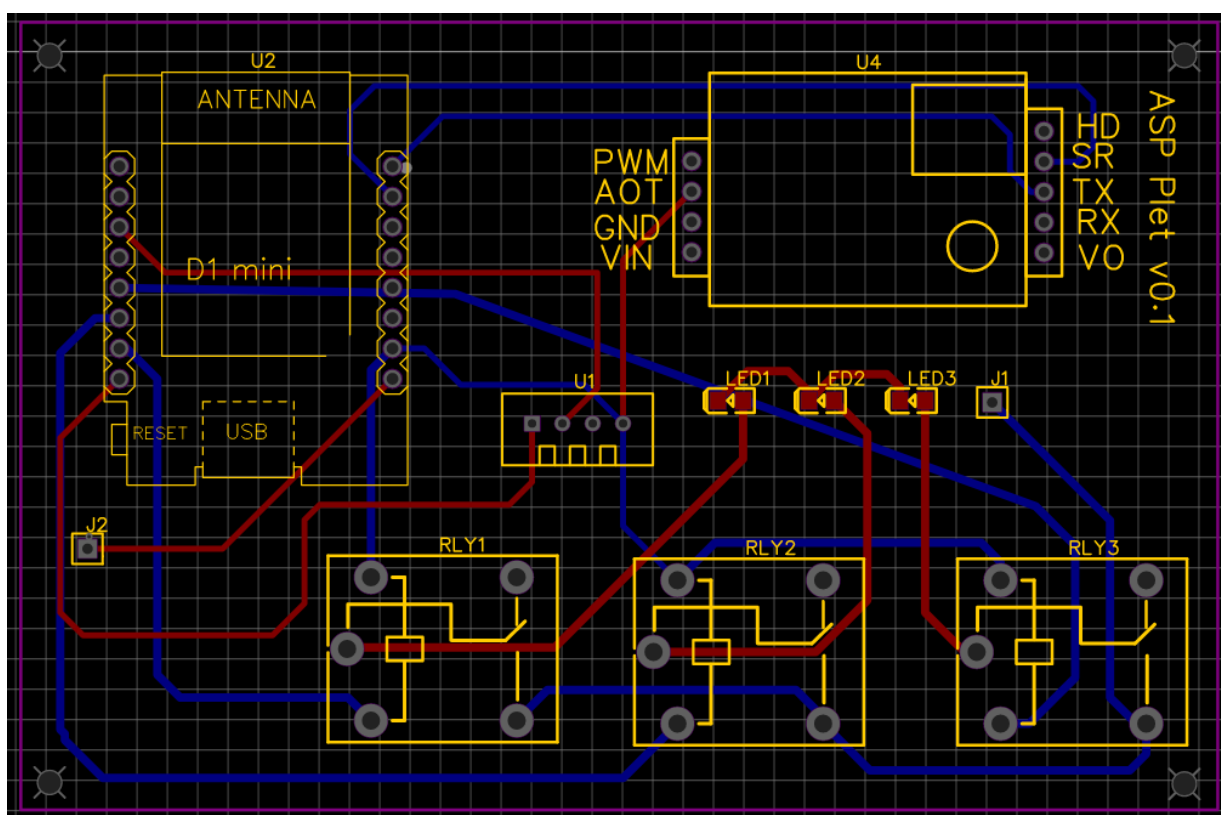


Рисунок 2.24 – Вигляд печатної плати в останній фазі розробки

Друкована плата (PCB Printed circuit board) - це виготовлена із скловолокна, текстоліту, гетинаксу та ін. Діелектрична пластина, в якій утворений принаймні один шар разом із доріжками провідниками. На друкованій платі закріплюються електронні частини, які з'єднуються до своїх клем за допомогою елементів найманої моделі, за допомогою паяння, і друкована плата таким чином монтується в електронний модуль, плату.

Матеріали, що використовуються для виготовлення друкованої плати, повинні мати високі ізоляційні електричні властивості та достатню механічну міцність. Для виготовлення друкованих плат використовуються фольговані та нефольгові листові діелектричні матеріали. Найбільш широко використовуються фольговані діелектрики.

Відповідно до ДСТУ 2646-94 виготовлення друкованих плат здійснюється хімічним, електрохімічним або комбінованим методами, а донедавна широко використовувався метод додавання.

Як формуєця рисунок друкованих плат:

- сіткографічний
- офсетний
- Фотохімічні: негативні та позитивні.

Печатна плата зазвичай друкується в індивідуальному порядку відповідно до електронних параметрів і типів окремих корпусів. Для їх розробки існує спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє створити принципову схему, вибрати найкращий варіант розгалуження (щоб досягти найкоротшої довжини провідних колій, збалансувати сигнальні лінії, зменшити кількість перемичок або шарів для з'єднань). . для створення файлів шаблонів фотографій та інструкцій на друкарських машинах з ЧПУ.

Плати слід фарбувати або фарбувати пензлем чи зануренням у лак.. Технологія, запропонована Vinar Co, заснована на застосуванні РРКР з використанням спеціалізованого кінцевого панельного приладу. В результаті безперервного і рівномірного процесу товщиною 5 мкм, який не містить мікропорожнеч, він має низьку волого- і газопроникність і володіє чудовими електроізоляційними властивостями.

Таким чином з урахуванням усіх цих факторів була розроблена печатна плата з можливістю використання у серійному виготовленні та подальшому спрощенні розповсюдження апарату.

2.8 Програмування основної частини алгоритму запуску АСдК МП

Невідомою частиною пристрою є програмний код який і виріше як саме та на яких початкових налаштуваннях буде працювати пристрій, ще дуже важливим є факт початкової цілі пристрою, де він буде використовуватися на базі цього розробляється пріоритетність алгоритму дій. Тому після вивчення алгоритмів конкурентів та урахування цілей на які спрямовано пристрій було розроблено власний алгоритм дій на основі якого був написаний програмний код згідно якого буде працювати мікроконтроллер і сама плата ESP8266 (рис. 2.25):

```

_____ §
1 #include<ESP8266WiFi.h>
2 #include"ThingSpeak.h"
3 #include <FS.h>
4 #include <SimpleDHT.h>
5
6 #define Ssid "HackerFI"
7 #define PASS "12345666777666gh"
8 #define CH_ID 1600320
9 #define WRITE_APIKEY "ODPHGEUULOUIN49I" /*Suhostavskiy*/
10
11 unsigned long myChannelNumber = CH_ID;|
12 const char * myWriteAPIKey = WRITE_APIKEY;
13 const char * ssid = Ssid;
14 const char * pass = PASS;
15
16 WiFiClient client;
```

Рисунок 2.25 – Налагодження, підключення бібліотек та данні для підключення до локального WiFi

По перше можна побачити що у коді ми робимо підключення важливих для нас бібліотек для праці з модулем ESP8266 праці з хмарним сервісом ThingSpeak праці з сенсорами DHT Temp FS тобто волологості температури та інших важливих для функціонування пристрою (рис. 2.26).


```

7 // the setup function runs once when you press reset or power the board
8 void setup() {
9 // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
10 pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
11 // Инициализация последовательного порта
12 Serial.begin(115200);
13 // Инициализация соединения Wi-Fi
14 WiFi.begin(ssid, password); // старт подключения
15 while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
16 delay(500);
17 Serial.print(".");
18 } // ждем подключения
19 Serial.println("");
20 Serial.println("WiFi connected");
21 // Вывод IP-адреса платы в терминал
22 Serial.println(WiFi.localIP());
23 }

```

Рисунок 2.26 – Процес підключення пристрою до WiFi з одночасним виводом інформації що до етапу підключення та його успіху чи навпаки

На цьому етапі проходить процес спроби підключення до вказаної WIFI мережі та вивод у порт інформації про стан підключення з новим локальним IP пристрою

Також спочатку можна побачити надання другому піну стан виводу у якому надалі він буде працювати (рис. 2.27).

```

WiFiClient client;

int n=0;

int temperature = 0;
const byte HSensor = 5; /*D1*/
SimpleDHT11 dht11(HSensor);

void setup() {

    delay(1000);
    /*Задаем скорость работы порта*/
    Serial.begin(115200);
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    ThingSpeak.begin(client);

    Serial.println();
    Serial.print("ESP start working...");

}

```

Рисунок 2.27 – Запис основних параметрів з якими буде працювати контролер та запуск клієнту ThingSpeak

Після запуску WiFi клієнту проходить процес підкріплення змінної за параметрами які надалі будуть передаватися на хмарний сервіс та на основі яких буде побудовано статистичні графіки що до параметрів мікроклімату. Як усі параметри запуску були визначені то у порт буде відправлено повідомлення про те що пристрій почав працювати.

Опис принципів праці циклу «loop» буде описаний у Додатку 1

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Створення системи автоматичного дистанційного контролю мікроклімату приміщень починається з визначення первинних умов у яких буде використовуватись пристрій та визначення цілей за для яких він розробляється. Але незалежно від класифікації, місця використання та умов також важливими є глобальний зв'язок та можливість збирати та обробляти данні для подальшої аналітики та прийняття рішень що до вдосконалення.

Одним з пунктів завдання дипломної роботи було проведення тестового запуску MVP моделі для перевірки працездатності кмплексу підключених сенсорів та передання їх інформації на віддалний хмарний сервіс. Таким чином у ході роботи було зроблено тест із запуском MVP моделі системи автоматичного дистанційного контролю мікроклімата приміщення, та модель пройшла його успішно, після запуску було ініційовано підключення до сервісу і інформація з сенсорів була успішно відправлена на віддалений хмарний сервіс, інтерфейс якого почав в онлайн режимі реального часу відібражати данні параметрів мікроклімату у реальному часі у вигляді графіків, приклад яких можна побачити у підрозділі 2.6.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра інженерії програмного забезпечення

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО
КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ ЗА
ДОПОМОГОЮ ХМАРНОГО СЕРВІСУ**

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА З ОХОРОНИ ПРАЦІ

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

Спеціальність «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології»
151 – КРБ.1 – 471. 21817108

Студент

_____ **Р. А. Сухоставський**
підпис
«__» _____ 2022 р.

Консультант к.т.н., доцент

_____ **А. О. Алексєєва**
підпис
«__» _____ 2022 р.

ВСТУП

Монотонна робота, яку виконують інженера – конструктори при проектуванні за визначеним технічним завданням призводить до появи факторів фізико-хімічної та біологічної природи. Основні фактори, які впливають на інженерів різної спеціалізації зібрані в переліку нижче: електромагнітні випромінювання; статична електрика; шум; летучі хімічно шкідливі речовини; напруга зорового аналізатора; напруга уваги; сидяча поза протягом тривалого часу.

Стрімкий розвиток електротехнічного обладнання, яке інтегрується в галузі виробництва, і в побуті, вимагає проведення постійних досліджень, з подальшим вивченням впливу перелічених вище факторів на організм людини. Вплив електромагнітних хвиль, які випромінює сучасне електрообладнання вивчається і донині, тому своєчасно було сформовано норми задля збереження здоров'я працівників на підприємствах, та людей при використанні електрообладнання яке випромінює електромагнітні хвилі (ЕМХ). Норми при експлуатації електрообладнання, яке випромінює ЕМХ: ДСН № 239–96, ДСанПіН 3.3.6–096–2002, ДСанПіН 3.3.2.007–98– ГОСТ 12.1.002–84, ГОСТ 12.1.006–84.

Законодавство не визначено граничну тривалість роботи за персональним комп'ютером, яка призводить до незворотних погіршення здоров'я працівника, при виконанні покладених згідно посади обов'язків

Порушення санітарно-гігієнічних норм людини впродовж робочого процесу на інженерській посаді призводить до:

- швидкої стомлюваності інженера, та стану апатії, дезорієнтації, слабкості, систематичних головної болі;
- втрата уваги, та погіршення пам'яті, нервові, психічні розлади, порушення роботи центральної нервової системи, порушення зору.

У зв'язку з цим є доцільним дослідити параметри охорони праці у навчальній лабораторії кафедри автоматизації «Лабораторія адитивних технологій та 3D друку».

Розділ III. Урахування вимог охорони праці при створенні системи автоматичного дистанційного контролю мікроклімату приміщення

Реалізація дипломного проекту включає етап проектування АСКМ , а саме: складання технічного завдання, на базі створеного технічного завдання проведено моделювання (об'ємних моделей) в програмному продукті Onshape всього квадрокоптера, роздруковано на 3D принтері корпус з використанням методу, який підвищує міцність корпусу, а значить надійність всієї системи. Підключення електричних компонентів та проведення налаштування автоматизованої системи – квадрокоптера являється фінальною стадією процесу збирання квадрокоптера. Перелічені пройдені етапи передбачають дотримання норм гігієни праці виробничої санітарії в конструкторській діяльності, норм при роботі сидячи, які включають вимоги ергономіки, а також дотримання вимог при здійсненні паяння свинцево-олов'яними припоями, тощо.

3.1 Вимоги до організації робочих місць під час виконання роботи сидячи. Робоче місце для довготривалої роботи сидячи регламентується ГОСТ 12.1.005-76, згідно якого організовується місця працівникам підприємств установ, та організацій, задля виконання робіт, які підпадають під (категорію) класифікацію:

- легка робота – не потребує вільного пересування працівника;
- робота середньої тяжкості – з урахуванням особливостей технологічного процесу.

Робоче місця висококваліфікованих працівників, а саме взаємне розташування необхідних елементів (елементи сидіння, органи управління, засоби відображення інформації) повинні відповідати: антропометричним, фізіологічним, психологічним вимогам, з врахуванням специфіки роботи.

Правильно організоване робоче місце задовольняє:

- вимоги всіх стандартів;
- технічних умов (методичних вказівок);

– вимоги, що стосуються безпеки праці (пожежна безпека, електробезпека, тощо).

Конструкцією робочого місця вважається правильною та зручною у разі, якщо виконання трудових операцій здійснюється в межах зони досяжності моторного поля [24]

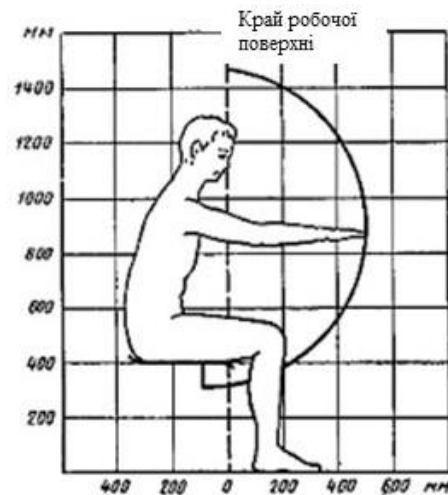


Рисунок 3.1 – Зони досяжності моторного поля у вертикальній і площині для середніх розмірів тіла людини [24]

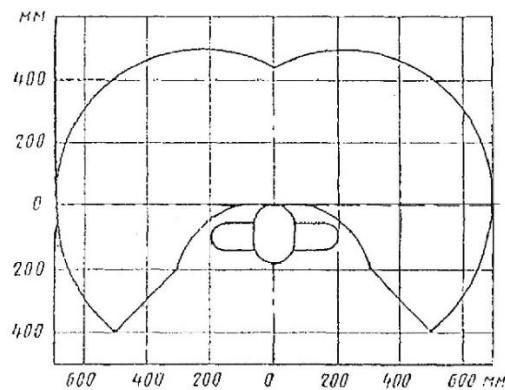


Рисунок 3.2 – Зони досяжності моторного поля у горизонтальній і площині для середніх розмірів тіла людини [24]

Оптимальне положення працюючого досягається регулюванням:

- висоти робочої поверхні;
- сидіння і простору для ніг.

Висоти робочих поверхонь при організації робочого місця з урахуванням специфіки сидячої роботи представлено в таблиці 3.2 [24].

Таблиця 3.1 – Робочих поверхонь при організації робочого місця за специфікою (характером) сидячої роботи [24]

Вид трудової діяльності	Висота робочої поверхні, мм, при організації робочого місця		
1	2		
Дуже тонкі зорові роботи – вимагають дуже високої точності (збирання годинників, гравірування, картографія, збірка дуже дрібних деталей тощо)	930	1020	975
Тонкі роботи – вимагають високої точності (монтаж дрібних деталей, верстатні роботи, що, тощо)	835	905	870
Легкі роботи – не потребують високої точності (монтаж більших деталей, конторська робота, верстатні роботи, тощо)	700	750	725
Друкування на машинці, друкарських верстатах, легка складальна робота більших деталей, тощо.	630	680	655

Регульоване крісла працівника повинно відповідати вимогам ГОСТ 21889 -76 [24]

Висоти робочих сидінь (крісла, стільця) при організації робочого місця з урахуванням специфіки сидячої роботи представлено в таблиці 3.3

Таблиця 3.2 – Робочих сидінь (крісел, стільців) при організації робочого місця за специфікою (характером) сидячої роботи

Стать працівника	Висота сидіння, мм
1	2
Жінки	400
Чоловіки та жінки	420
Чоловіки	430

Підставка для ніг на робочому місці повинна бути регульованою по висоті. Розміри та особливості підставки для ніг, представлені в переліку нижче:

- ширина підставки для ніг – не менше 300 мм;
- довжина - не менше 400 мм;
- форма підставки для ніг – рифлена;
- по передньому краю підставки для ніг бажано передбачити бортик висотою 10 мм.

Вимоги розміщення засобів відображення інформації. Відображення інформації на моніторі комп'ютера, плазмової панелі, телевізорі відбувається за ГОСТ 22269-76.

Частота використання засобу відображення інформації визначає необхідний кут за яким встановлюється панель, монітор. Засоби відображення інформації, що вимагають точного і швидкого зчитування показань відносять до категорії – дуже часто використовувани, за вимогами розташовується у вертикальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ від нормальної лінії погляду і в горизонтальній площині під кутом $\pm 15^\circ$ від сагітальній площині.

Категорія часто використовувани засоби відображення інформації – вимагають менш точного і швидкого зчитування показань, за вимогами допускається розташовувати у вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від нормальної лінії погляду і в горизонтальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від сагітальній площині.

Рідко використовувани засоби відображення інформації – розташовують у вертикальній площині під кутом $\pm 60^\circ$ від нормальному лінії погляду і в горизонтальній площині під кутом $\pm 60^\circ$ від сагітальній площині (при русі очей і повороті голови).

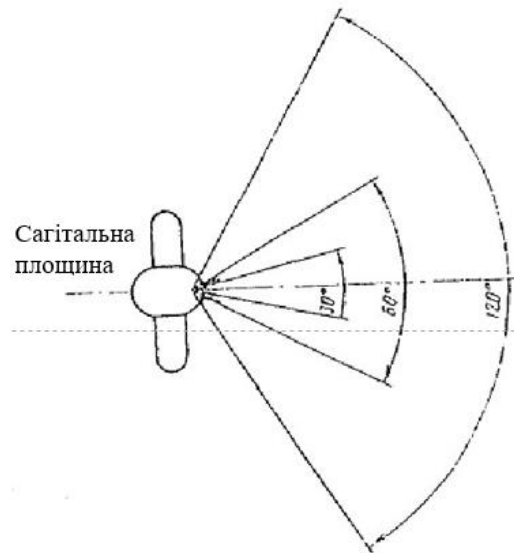


Рисунок 3.3 – Зони зорового спостереження у горизонтальній площині [25]

3.2 Розрахунок штучного освітлення в лабораторії адитивних технологій та 3D друку

Навчальна лабораторія кафедри автоматизації «Лабораторія адитивних технологій та 3D друку» належить до допоміжних приміщень. Крім навчальних лабораторій допоміжними є також:

- адміністративні будівлі (міська рада, сільська рада, тощо);
- санітарно-побутові приміщення;
- приміщення громадського харчування (столові, ресторани, кафе, тощо);
- будівлі охорони здоров'я (лікарні, санаторії, тощо);
- приміщення культурного обслуговування (палаці культури, музичні школи, школи мистецтв, тощо);
- конструкторські бюро;
- приміщення для учбових занять та громадських організацій.

Допоміжні приміщення різного призначення слід розміщувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них у місцях з найменшим впливом шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розміщувати і в окремих будівлях.

Вимоги до допоміжних приміщень. Висота поверхів окремих будівель, прибудов чи вбудов має бути:

- не меншою 3,3 м;
- висота від підлоги до низу перекриття – 2,2 м;
- у місцях нерегулярного переходу людей – 1,8 м.

Висота допоміжних приміщень, що розміщені у виробничих будівлях, має бути не меншою 2,4 м.

Площа допоміжних приміщень має бути:

– не меншою ніж 4 м² на одне робоче місце у кімнаті управліннь і 6 м² – у конструкторських бюро;

- 0,9 м² на одне місце в залі нарад;
- 0,27 м² на одного співробітника у вестибюлях та гардеробних.

Лабораторія адитивних технологій та 3D друку в розпорядженні має: п'ять столів, та дев'ять стільців – забезпечуючи дев'ять робочих місць. Крім столів для роботи на стіні – з ліва (при вході) встановлені полиці, три полиці, для зберігання інструменту, та необхідного матеріалу, який буде використано в подальшому в роботі. Дотримання порядку в приміщенні досягається встановленням наприклад: трьох дошок, для зручного розташування інструменту, це дисциплінує студентів, та підвищує ефективність праці.

Лабораторія на своєму балансі має один ноутбук, три 3D принтера. Лабораторія оснащена трьома розетками. Освітлення приміщення забезпечують п'ять світильників, один світильник включає дві люмінесцентні лампи.

Природнього освітлення в лабораторії не достатньо через те, що розташований в ньому світловий отвір пов'язаний з коридором приміщення. В приміщенні багато матеріальних цінностей, по цій причині вікно постійно закрито шторою.



Рисунок 3.4 – Фото лабораторії адитивних технологій та 3D друку



Рисунок 3.5 – Розташування вікна в приміщенні лабораторії адитивних технологій та 3D друку

Опалення лабораторії в холодну погоду (осінню та зимою) проводиться завдяки трубам (рисунок 3.6, які проходять вздовж стелі, по всій довжині лабораторії.



Рисунок 3.6 – Труби опалення в приміщенні в приміщенні лабораторії адитивних технологій та 3D друку

Згідно нормам техніки безпеки та пожежної безпеки лабораторія оснащена системою вентиляції (див. рисунок 3.7), та на виході на стіні закріплено – вогнегасник.



а)



б)



в)

Рисунок 3.7 – Вентиляція та вогнегасник в приміщенні лабораторії адитивних технологій та 3D друку

Стіни приміщення зашпакльовані, та пофарбовані в однотонний – білий колір. Підлога, основа бетон – вкрита лінолеумом. Вхід в лабораторію можливий відкривши – білі двері. Стенди, електричні прилади, плакати, електричні елементи розфасовані в коробки складені в шафи, всього в лабораторії – 4 шафи.

3.3 Розрахунок штучного освітлення в лабораторії адитивних технологій та 3D друку

Розрахувати кількість рядів світильників у приміщенні – N_p , шт :

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot [L/h]}$$

де B – ширина приміщення, м

H – висота приміщення, м

h_p – висота робочої поверхні, м

$[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника (результат округлити до цілого більшого значення).

$[L/h]$ – відношення відстані L між рядами або сусідніми світильниками у ряду до висоти h їхнього підвісу над робочою поверхнею.

Згідно з призначення приміщення, визначаємо з таблиці характеристик люмінесцентних світильників тип світильника ЛПО. Наступним кроком є визначення значення коефіцієнта світильника – L/h .

Таблиця 3.3 – Основні характеристики приміщення

Лабораторії адитивних технологій та 3D друку	
Характеристики	
1	2
Довжина приміщення, м	7,5
Ширина приміщення, м	2,7
Висота приміщення, м	3,5
Висота робочої поверхні, м	0,76

Таблиця 3.4 – Характеристики люмінесцентного світильника ЛПО

Світильник ЛПО – люмінесцентні лампи.	
Використання світильника: банківські зали, конструкторські, креслярські, машинописні бюро, учбові кабінети, лабораторії.	
Потужність лампи у світильнику, Вт	2 x (18÷80) 4 x (18÷80)
Мінімальна висота підвісу світильника над підлогою, м	$\geq 2,5$
Світлорозподіл (крива сили світла)	Розсіяний (косинус на)
Довжина світильника, м	18 / 20 Вт – 650 мм 30 Вт – 950 мм
Потужність на дожену лампи	36 / 40 Вт – 1250 мм 58 / 65 Вт – 1550 мм 80 Вт – 1600 мм
Рівень світильника IP	20
$[L/h]$ коефіцієнт світильника	1,4

Середній зріст студента – 170 – 175 сантиметрів, згідно зі стандартом висота робочої поверхні, в даному випадку парти – 76 сантиметрів, висота стільця – 46 сантиметрів.

Кількість рядів світильників у приміщенні, шт:

$$N_p = \frac{2,7}{(3,5 - 0,76) \cdot 1,4} = \frac{2,7}{3,836} = 0,71 \quad (3.1)$$

Визначити максимально припустиму відстань між рядами світильників L_{max} , м :

$$L_{max} = \frac{B}{N_p} = \frac{2,7}{0,71} = 3,8 \quad (3.2)$$

де B – ширина приміщення, м;

N_p – кількість рядів світильників у приміщенні, шт.

Розрахувати висоту підвісу світильника над робочою поверхнею h , м :

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]} = \frac{3,8}{1,4} = 2,71 \quad (3.3)$$

де L_{max} – максимально припустима відстань між рядами світильників, м;

$[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника (результат округлити до цілого більшого значення).

Знайти висоту звисання світильника від стелі h_3 , м за формулою:

$$h_3 = H - h_p - h = 3,5 - 0,76 - 2,25 = 0,49 \quad (3.4)$$

де H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні, м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

$$h = 2,25 \text{ м}$$

Визначити значення індексу приміщення i , що характеризує співвідношення розмірів освітлювального приміщення і висоти розміщення світильників:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A \cdot B)} = \frac{7,5 \cdot 2,7}{2,25 \cdot (7,5 \cdot 2,7)} = \frac{20,25}{46,56} = 0,4 \quad (3.5)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

Визначити значення коефіцієнта використання світлового потоку η , створюваного світильниками вибраного типу. Вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення.

Визначити сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному приміщенні Φ_{Σ} , лм :

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot A \cdot B \cdot k_3 \cdot Z}{\eta} = \frac{300 \cdot 7,5 \cdot 2,7 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{52} = 179,91 \quad (3.6)$$

де E_H – рівень нормального загального освітлення, лк;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

k_3 – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), як правило дорівнює:

$Z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп низького тиску;

$Z = 1,15$ – для ламп розжарювання;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Визначити умовну загальну кількість світильників у приміщенні $N_{\text{СВ}}^*$, шт :

$$N_{\text{СВ}}^* = \frac{A \cdot B}{L_{\text{max}}^2} = \frac{7,5 \cdot 2,7}{3,8^2} = \frac{20,25}{14,44} = 1,4 \quad (3.7)$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

L_{max} – максимально припустима відстань між рядами світильників (результат округлити до цілого значення, кратного кількості рядів N_p), м.

Розрахувати світловий потік умовного джерела світла $\Phi_{\text{Л}}^*$, лм :

$$\Phi_{\text{Л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{Л}}^*}, \quad (3.8)$$

де Φ_{Σ} – сумарний світловий потік освітлювальної установки, лм;

$N_{\text{Л}}^*$ – загальна кількість ламп у світильнику.

Загальна кількість ламп у світильнику, шт :

$$N_{\text{Л}}^* = N_{\text{СВ}}^* \cdot n \quad (3.9)$$

де n – кількість ламп у світильнику, шт.

$$N^*_{\text{л}} = 1,4 \cdot 2 = 2,8$$

$$\Phi^*_{\text{л}} = \frac{179,91}{2,8} = 64,25$$

де Φ_{Σ} – сумарний світловий потік освітлювальної установки, лм;

$N^*_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп у світильнику.

Вибрати тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{л}}$, і знайти коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi^*_{\text{л}}$, та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$):

$$m = \frac{\Phi^*_{\text{л}}}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{64,25}{2\ 200} = 0,029 \quad (3.10)$$

Фактичний світловий потік у встановленій лампі, яка розміщена в лабораторії – 2 200 лк.

Визначити оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні – $N_{\text{СВ}}$, шт :

$$N_{\text{СВ}} = N^*_{\text{СВ}} \cdot m = 1,4 \cdot 0,029 = 0,0406 \quad (3.11)$$

де $N^*_{\text{СВ}}$ – умовна загальна кількість світильників у приміщенні, шт :

m – співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи, та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи; результат округлити до цілого значення, кратного кількості рядів – N_p .

Визначити фактичну кількість ламп у приміщенні $N_{\text{л}}$, шт :

$$N_{\text{л}} = N_{\text{СВ}} \cdot n = 5 \cdot 2 = 10 \quad (3.12)$$

де $N_{\text{СВ}}$ – оптимальна (фактична) кількість світильників у приміщенні, шт;

n – кількість ламп у світильнику, шт.

Фактична кількість світильників в лабораторії 3D – технологій – 5 штуки.

Визначити загальну розрахункову освітленість $E_{\text{р}}$ у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп, лк:

$$E_{\text{р}} = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}} \cdot \eta}{A \cdot B \cdot k_{\text{з}} \cdot Z} = \frac{2\,200 \cdot 10 \cdot 52}{7,5 \cdot 2,7 \cdot 1,4 \cdot 1,1} = 36684,30 \quad (3.13)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – фактичний світловий потік вибраної стандартної лампи, лм;

$N_{\text{л}}$ – фактична кількість ламп у приміщенні, шт;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

$k_{\text{з}}$ – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості.

Необхідна кількість світильників у громадському приміщенні, шт :

$$N = \frac{E_{\text{н}} \cdot k_{\text{з}} \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,4 \cdot 20,25 \cdot 1,1 \cdot 100}{2 \cdot 2\,200 \cdot 52} = 4,089 \quad (3.14)$$

де S – площа приміщення, м².

Світильники в лабораторії розміщені в два ряди, тому згідно правила кількість світильників округлюємо до більшого парного значення.

Дотримуючись норм з освітленості приміщення, і спираючись на результат розрахунку констатуємо, в лабораторія повинно бути встановлено – чотири світильника. Зараз лабораторія оснащена – п’ятьма світильниками.

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп повинна виконуватись умова, лк :

$$E_p = (-10\% \dots + 20\%) \cdot E_n, \quad (3.15)$$

де E_n – рівень нормованого загального освітлення, лк.

Розрахувати загальну потужність освітлювальної установки P_Σ , Вт :

$$P_\Sigma = N_l \cdot P_l = 5 \cdot 80 = 400 \quad (3.16)$$

де N_l – фактична кількість ламп у приміщенні, шт;

P_l – потужність вибраної стандартної лампи, Вт.

Виконати ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників (рисунок 3.8).

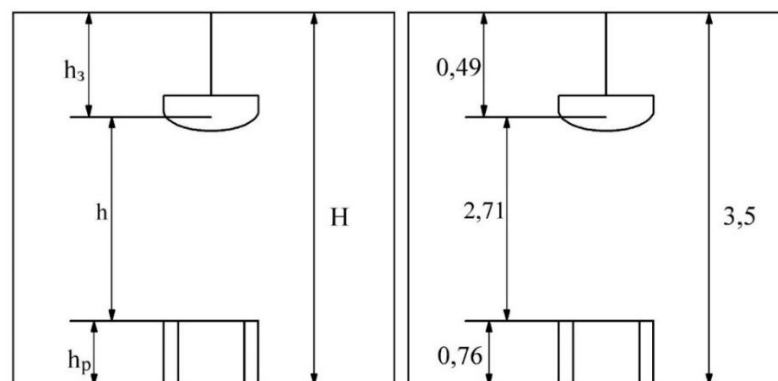


Рисунок 3.8 – Ескіз розташування світильників на плані приміщення

де H – висота приміщення, м;

h_3 – висота звисання світильника від стелі, м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

h_p – висота робочої поверхні, м.

Розміщення світильників у вигляді ескізу (з люмінесцентними лампами) у офісному (адміністративно-побутовому) приміщенні (рисунок 3.9).

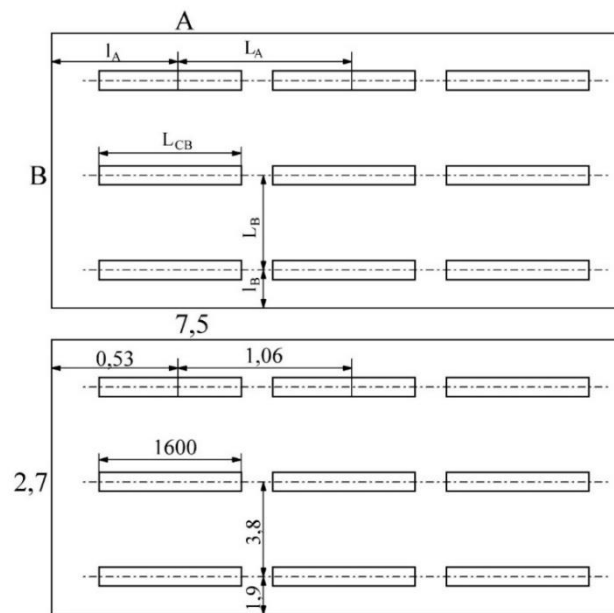


Рисунок 3.9 – Ескіз розміщення світильників громадських приміщень

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

L_A – відстань між центрами сусідніх світильників в ряду, м;

l_A – відстань від крайніх світильників у ряду до стіни, м;

L_B – відстань між рядами світильників, м;

l_B – відстань від крайніх рядів світильників до стіни, м;

L_{CB} – довжина обраного світильника, м.

Умови створення ескізу з розміщенням світильників у приміщенні.

Розрахуємо відстань між центрами сусідніх світильників в ряду, м:

$$L_A = \frac{A}{N_{CB}/N_p} = \frac{7,5}{5/0,71} = \frac{7,5}{7,04} = 1,06 \quad (3.17)$$

Визначимо відстань від крайніх світильників у ряду до стіни, м:

$$l_A = L_A/2 = 1,06/2 = 0,53 \quad (3.18)$$

Наступним кроком стане розрахунок відстані між рядами світильників, м:

$$L_B = B/N_p = 2,7/0,71 = 3,8 \quad (3.19)$$

Завершуємо розрахунок визначенням відстані від крайніх рядів світильників до стіни, м:

$$l_B = L_B/2 = 3,8/2 = 1,9 \quad (3.20)$$

Основаючись на результати розрахунків, робимо висновок що існуюча кількість світильників повністю відповідає вимогам даного приміщення.

Світильники в лабораторії закріплені на бокових стінах, а не на стелі, як це робиться зазвичай. Причиною кріплення світильників на бокових стінах пояснюється тим, що труби, для опалення розташовані вздовж всієї лабораторії приблизно 40 – 45 сантиметрів від стелі.

Представляємо ескіз розташування люмінесцентних ламп в лабораторії адитивних технологій та 3D друку (рисунок 3.10).

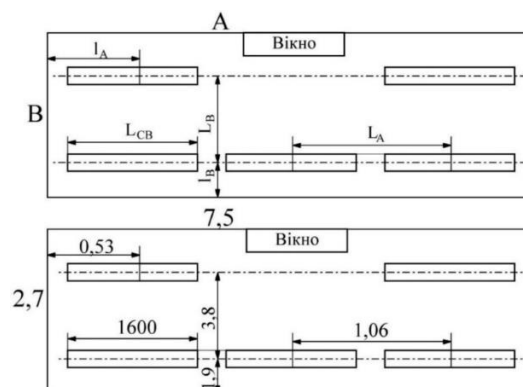


Рисунок 3.10 – Ескіз розташування люмінесцентних ламп в лабораторії адитивних технологій та 3D друку

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Виконано аналіз факторів виробничого середовища в лабораторії адитивних технологій та 3D друку. Встановлено, що більшість з них відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Існують деякі зауваження щодо природнього та штучного освітлення.

2. Слід констатувати, що покращити рівень природного освітлення без суттєвого перепланування блоку аудиторій неможливо. Наявний світловий отвір в лабораторії межує з коридором навчального корпусу. Враховуючи наявність в лабораторії значних матеріальних цінностей дане приміщення зазначений отвір майже постійно прикритий ширмою.

3. Виконано проектування системи штучного рівномірного освітлення люмінесцентними лампами методом коефіцієнта використання світлового потоку. Нормоване освітлення забезпечується чотирма люмінесцентними світильниками тип - ЛПО, потужність кожної з ламп 80 Вт, загальна потужність освітлювальної установки в лабораторії 400 Вт.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано існуючі моделі, та конкурентні рішення.
2. Розглянуто ступінь впливу факторів мікроклімату на стан працездатності та ефективність людини в процесі праці.
3. Доведено потребу та важливість в застосуванні АСКМ в сучасних реаліях.
4. Розроблено функціональну схему.
5. Розроблено блок схему основних принципів праці АСКМ ASP L1.
6. Розроблено плата за допомогою хмарного сервісу EasyEDA для подальшого спрощення серійного виготовлення
7. Розроблено електричну принципову схему.
8. Проведено тест на працездатність експериментального зразка
9. Розглянули питання з охорони праці

Результати роботи опробовані на шістнадцятій міжнародній науковій конференції «Ольвійський форум - 2022»

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. SPdigital [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.spdigital.sg/get-control.html#:~:text=GET%E2%84%A2%20Control%20is%20a,occupancy%20and%20ambient%20weather%20conditions.>
(дата звернення 17.04.2022)
2. Microclimate [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [SD https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/microclimate](https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/microclimate) (дата звернення 15.04.2022)
3. Microclimate in hous [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://navyflex.com.ua/en/the-microclimate-in-the-house-parameters-requirements-and-control/> (дата звернення 17.04.2022)
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/450/6/062013> (дата звернення 13.04.2022)
5. Softwareadvice [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.softwareadvice.com/resources/improve-employee-productivity-with-climate-control/> (дата звернення 13.04.2022)
6. I-Zone сайт компанії АСКМ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://izone.com.au/smart-air-conditioning/> (дата звернення 05.05.2022)
7. YouTube відео розбір матеріалу по темі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=Zn2nwdBc8O0> (дата звернення 05.05.2022)
8. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ozeki.hu/p_2977-how-to-use-a-buzzer-in-arduino.html#:~:text=How%20does%20an%20Arduino%20buzzer,and%20pull%20on%20the%20other. (дата звернення 05.05.2022)

9. HowStaff [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://home.howstuffworks.com/humidifier.htm#:~:text=Inside%20a%20Humidifier,-The%20most%20common&text=A%20reservoir%20holds%20cold%20water,some%20of%20the%20water%20there>. (дата звернення 06.05.2022)
- 10.[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode (дата звернення 06.12.2022)
- 11.[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://www.electronicshub.org/gsm-gprs-module/> (дата звернення 06.05.2022)
- 12.ELECTROFORUM [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://www.electronicsforu.com/resources/gsm-module> (дата звернення 15.06.2022)
- 13.CreateArduino [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://create.arduino.cc/projecthub/TheGadgetBoy/ds18b20-digital-temperature-sensor-and-arduino-9cc806> (дата звернення 18.05.2022)
- 14.H-Tehnology [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://www.disruptive-technologies.com/blog/what-is-a-co2-sensor-and-how-does-it-work#:~:text=Electrochemical%20carbon%20dioxide%20sensors%20measure,how%20much%20CO2%20is%20present>. (дата звернення 20.05.2022)
- 15.[Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://www.adafruit.com/product/385#:~:text=Description,careful%20timing%20to%20grab%20data>. (дата звернення 21.05.2022)
- 16.Nabto ESP8266 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:
<https://www.nabto.com/esp8266-for-iot-complete-guide/#:~:text=What%20is%20the%20ESP8266%3F,running%20an%20RTOS%2Dbased%20SDK>. (дата звернення 21.05.2022)

- 17.[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.vguard.in/resources/buying-guides/voltage-stabilizer/buying-guide-for-voltage-stabilizer#:~:text=It%20recognizes%20the%20voltage%20fluctuations,equipment%20to%20work%20without%20troubles.> (дата звернення 21.05.2022)
- 18.EURO-MAG [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://euromag.biz/p1006879124-sistema-kontrolya-mikroklimata.html>
(дата звернення 21.05.2022)
- 19.[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.nabto.com/esp8266-for-iot-complete-guide/#:~:text=What%20is%20the%20ESP8266%3F,running%20an%20RTOS%2Dbased%20SDK.> (дата звернення 21.05.2022)
- 20.[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.adafruit.com/product/385#:~:text=Description,careful%20timing%20to%20grab%20data.> (дата звернення 21.05.2022)
- 21.Методичні вказівки до оформлення текстової документації та кваліфікаційних робіт з дисциплін, закріплених за факультетом комп'ютерних наук / Укладачі: Ю.А. Батрак, М.В. Донченко, І.М.Журавська, М.Т. Фісун; під заг. ред. М.Т. Фісуна. – Миколаїв: Видавництво ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – Вип. 128. – 44 с. (Методична серія). (дата звернення 23.05.2022)
- 22.Про затвердження Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: – <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1229-16>.
- 23.Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#n917>. (дата звернення 23.05.2022)

24. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0293-1>. 103 (дата звернення 23.05.2022)
25. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ДНАОП 0.00-1.21-98) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98>. 52. ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». (дата звернення 23.05.2022)
26. thingspeak [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://thingspeak.com/> (дата звернення 10.12.2021)
27. ESP і як її використовувати [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.autonews.ru/news/60eeb8db9a79472efb8d9a58> (дата звернення 10.12.2021)
28. Мікроклімат це [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82> (дата звернення 10.12.2021)

ДОДАТОК 1

```

void loop() {

    delay(100);

    /*HumidChak()*/
    byte temperature = 0;
    byte humidity = 0;
    int err = SimpleDHTErrSuccess;
    if ((err = dht11.read(&temperature, &humidity, NULL)) != SimpleDHTErrSuccess) {
        Serial.print("Read DHT11 failed, err="); Serial.println(err);delay(1000);
        return;
    }

    Serial.print("Params: ");
    Serial.print((int)temperature); Serial.print(" *C, ");
    Serial.print((int)humidity); Serial.println(" H");

    delay(1500);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    WiFi.begin(ssid, pass);// старт підключення
    delay(1000);
    n++;
    if(n>=10)break;
}
n=0;

Serial.println("WiFi was connected");

int httpCode1 = ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 2,humidity, myWriteAPIKey);
delay(30000);// Wait 30 seconds to update the channel again
int httpCode2 = ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1,temperature, myWriteAPIKey);
delay(30000);
if((httpCode1 == 200)and (httpCode2 == 200)){
    Serial.println(".");
Serial.println("Channel write succesful");
}
else{
    Serial.println(".");
Serial.println("No write to channel");
}
}
}

```

Повна версія коду з використанням змінних для передачі даних